UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

Natália Fernandes da Motta

Entre o Corpo e a Cidade: Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis. Uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no Brasil

Juiz de Fora

2026

Natália Fernandes da Motta

Entre o Corpo e a Cidade: Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis. Uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído (PROAC) da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Orientadora: Doutora Ercília de Stefano (PROAC/UFJF)

Co orientadores: Doutor José Cristiano Pereira (UCP)

Doutor Alberto Eduardo Besser Freitag (UCAM)

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Motta, Natália Fernandes da.
Entre o Corpo e a Cidade: : Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis. Uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no Brasil / Natália Fernandes da Motta. -- 2026.
146 p.

Orientadora: Ercília de Stefano
Coorientadoras: José Cristiano Pereira, Alberto Eduardo Besser Freitag
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2026.

1. Ambiente Construído . 2. Direito . 3. Tecnologias Vestíveis . 4. Cidades Inteligentes . 5. Desenvolvimento Sustentável . I. de Stefano, Ercília , orient. II. Pereira, José Cristiano , coorient. III. Besser Freitag , Alberto Eduardo , coorient. IV. Título.

Natália Fernandes da Motta

Entre o Corpo e a Cidade: Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis. Uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído (PROAC) da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Aprovada em ___ de _____ de 2026.

BANCA EXAMINADORA

_____
Profa. Dra. Ercília de Stefano - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

_____
Prof. Dr. José Cristiano Pereira - Coorientador
Universidade Católica de Petrópolis - UCP

_____
Prof. Dr. Alberto Eduardo Besser Freitag - Coorientador
Universidade Cândido Mendes- UCAM

_____
Prof. Dr. Fabricio Rezende Fontenelle - Membro interno
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

_____
Prof. Dr. Patrick Barbosa Moratori - Membro externo
Universidade Federal Fluminense - UFF

Dedico este trabalho à minha companheira de vida e de sonhos, inspiração para encontrar na vida acadêmica novos desafios e ideais. Aos meus pais que com amor, me ensinaram que sou capaz de alcançar o que desejar. Esteios firmes na minha jornada da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído (PROAC/UFJF), aos professores, funcionários e colegas que me acolheram em um mundo de grandes desafios intelectuais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa concedida para cursar o Mestrado no PROAC/UFJF.

À minha orientadora, Profª Drª Ercilia de Stefano, pelos ensinamentos, conversas infindas, generosidade intelectual, dedicação. E, em especial, por acreditar e apostar em meu potencial, sem isso, não teria alcançado a realização dessa etapa extremamente relevante da minha formação. Aos meus coorientadores, Prof. Dr. José Cristiano Pereira (UCP) e Prof. Dr. Alberto Besser (UCAM), agradeço por toda a atenção, dedicação e contribuição de cada um ao longo desta jornada tão desafiante. Aos demais membros da banca, Prof. Dr. Fabrício Fontenelle (UFJF) e Prof. Dr. Patrick Moratori (UFF), agradeço por terem gentilmente aceitado participar deste momento e por contribuírem, com suas respectivas perspectivas críticas, para o aprimoramento da dissertação e para seus possíveis desdobramentos.

Aos amigos que fiz nesse percurso, Arthur, Flávia e Flávio, escrever e conviver com vocês não foi só uma alegria, mas um grande aprendizado. Os levo nos artigos, capítulos de livros, troca de conhecimentos e principalmente no coração.

À minha sogra, minha “Lulu”, que de forma muito alegre esteve comigo nesse caminho.

À minha avó Dona Flor *(In memoriam)*, que mesmo com suas limitações impostas pela idade, tinha um orgulho, falado e demonstrado, pelo meu percurso profissional e acadêmico.

Aos meus pais, Nea e André, pelo apoio incondicional na trajetória da vida e por apostarem na minha educação e formação.

À minha família, minha companheira, Carla Fraga, cujo amor, apoio e exemplo foram decisivos ao longo de todo esse processo. Ao Tom Jobim, que todos os dias foi meu raio de sol.

“As cidades têm capacidade de oferecer algo a todos, mas só porque e quando são criadas por todos” (JACOBS, 2011, p. 164).

RESUMO

A crescente integração entre o corpo humano, tecnologias digitais e ambiente construído amplia as possibilidades de produção e utilização de dados no contexto das cidades inteligentes, principalmente por meio de tecnologias vestíveis (*wearables*). Ao mesmo tempo, essa incorporação suscita desafios relacionados aos direitos fundamentais, à proteção de dados, à autodeterminação informativa, à participação cidadã e às finalidades sociais e ambientais da inovação orientada ao desenvolvimento sustentável. O objetivo geral foi propor uma agenda interdisciplinar, na interface entre Direito, Ambiente Construído e tecnologias vestíveis, orientada ao desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no contexto brasileiro. O estudo exploratório combinou dois corpus textuais, um científico (com resumos de 22 artigos científicos) e outro jurídico (formado por três individuais: Constituição Federal brasileira de 1988, Estatuto da Cidade de 2001 e Lei Geral de Proteção de dados de 2018). Esses foram submetidos à técnica de Análise Textual (AT), com apoio do *software* IRaMuTeQ, por meio de Nuvem de Palavras (NP) e Análise de Similitude (AS), sendo posteriormente tratados de maneira integrada. Os resultados indicaram o termo “dado” como elemento de mediação entre tecnologia, pessoa, Direito e cidade, revelando convergências, complementaridades, tensões e lacunas entre as evidências científicas e jurídicas. Como principal resultado, propõe-se uma nova agenda interdisciplinar estruturada em eixos, são eles: (1) Governança responsável dos dados produzidos por tecnologias vestíveis; (2) Proteção da pessoa e garantia de seus direitos; (3) Orientação da inovação para finalidades diversas; e (4) Fortalecimento da participação cidadã na governança tecnológica das cidades inteligentes. Concluiu-se que a contribuição das tecnologias vestíveis para cidades que buscam ser mais inteligentes e sustentáveis, depende menos da tecnologia em si do que da qualidade das relações estabelecidas entre corpos humanos, dados, ambiente construído, instituições e sociedade. Nesse processo, Direito e Ambiente Construído precisam atuar de maneira integrada e cada vez mais interdisciplinar, orientando a inovação tecnológica para o desenvolvimento sustentável e a justiça social.

Palavras-chave: Ambiente Construído; Direito; Tecnologias Vestíveis; Cidades Inteligentes; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The increasing integration of the human body, digital technologies, and the built environment expands the possibilities for data generation and use in the context of smart cities, particularly through wearable technologies (wearables). At the same time, this integration raises challenges concerning fundamental rights, data protection, informational self-determination, citizen participation, and the social and environmental purposes of innovation oriented toward sustainable development. The general objective of this study was to propose an interdisciplinary agenda at the intersection of Law, the Built Environment, and wearable technologies, aimed at fostering the sustainable development of smart cities in the Brazilian context. The exploratory study combined two textual corpora: a scientific corpus comprising the abstracts of 22 scientific articles and a legal corpus consisting of three legal documents: the 1988 Brazilian Federal Constitution, the 2001 City Statute, and the 2018 Brazilian General Data Protection Law.These corpora were subjected to Textual Analysis (TA), supported by IRaMuTeQ software, using Word Cloud (WC) and Similarity Analysis (SA), and were subsequently analyzed in an integrated manner. The results identified the term “data” as a mediating element between technology, individuals, Law, and the city, revealing convergences, complementarities, tensions, and gaps between scientific and legal evidence. As its main contribution, the study proposes a new interdisciplinary agenda structured around four axes: (1) Responsible governance of data generated by wearable technologies; (2) Protection of individuals and safeguarding of their rights; (3) Orientation of innovation toward diverse purposes; and (4) Strengthening citizen participation in the technological governance of smart cities. The study concludes that the contribution of wearable technologies to cities seeking to become smarter and more sustainable depends less on the technology itself than on the quality of the relationships established among human bodies, data, the built environment, institutions, and society. In this process, Law and the Built Environment need to operate in an integrated and increasingly interdisciplinary manner, guiding technological innovation toward sustainable development and social justice.

Keywords: Built Environment; Law; Wearable; Smart City; Sustainable Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Guia de Leitura da Dissertação 26
Figura 2. Guia de Leitura do Capítulo 2 …….....…30
Figura 3. Guia de Leitura do Capítulo 3 ……..……....65
Figura 4. Guia de Leitura do Capítulo 4 ……....81
Figura 5. Distribuição dos artigos por ano de publicação ……..…84
Figura 6. Distribuição dos artigos por periódicos ……..…….85
Figura 7. Nuvem de Palavras do CTC …….…….....……..…86
Figura 8. Análise de Similitude do CTC …….....88
Figura 9. Nuvem de Palavras do CTJ 1 …….....94
Figura 10. Nuvem de Palavras do CTJ 2 …….....96
Figura 11. Nuvem de Palavras do CTJ 3 …….…….98
Figura 12. Análise de Similitude Integrada ……... 104
Figura 13. Guia de Leitura das Considerações Finais e Recomendações …… 114

.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Matriz Objetivos versus resultados esperados 28
Quadro 2. ODS e a problemática do estudo 42
Quadro 3. Lições aprendidas com a fundamentação teórica e implicações 61
Quadro 4. Equivalências terminológicas ……..... 68
Quadro 5. Critérios para Corpus Textual Científico 72
Quadro 6. Critérios para os Corpus Textuais Jurídicos …….....77
Quadro 7. Contexto governamental brasileiro para Corpus Textual Jurídico …93
Quadro 8. Camadas e contribuições para a arquitetura da nova agenda …... 102
Quadro 9. Nova agenda interdisciplinar para tecnologias vestíveis em cidades inteligentes brasileiras..... 108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
AS	Análise de Similitude
AT	Análise Textual
CE	Critérios de Exclusão
CEP	Comité de Ética da Pesquisa
CI	Critério de Inclusão
CMMAD	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONEP	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CRFB/88	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
CTC	Corpus Textual Científico
CTJ	Corpus Textual Jurídico
ECG	Eletrocardiograma
EEG	Eletroencefalograma
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IA	Inteligência Artificial
IAG	Inteligência Artificial Generativa
IoT	*Internet of Things* (no idioma português, Internet das Coisas)
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PRISMA	*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (no idioma português, Itens Preferenciais para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises).
PROAC	Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
NP	Nuvem de Palavras
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TGS	Teoria Geral dos Sistemas

TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UN	*United Nation* (no idioma português, Nações Unidas)
WoS	*Web of Science*
ZMOT	*Zero Moment of Truth* (no idioma português, Zero Momento da Verdade)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....21

1.2 OBJETIVOS …….....22

1.2.1 Objetivo geral ……..…….....22

1.2.2 Objetivos específicos …….....22

1.3 JUSTIFICATIVA …….....23

1.4 METODOLOGIA…….....24

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO ….....25

1.6 RESULTADOS ESPERADOS……..... 27

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA CONCEITUAL.....30

2.1 TECNOLOGIAS VESTÍVEIS: CORPOS E SENSORES, DIREITO E AMBIENTE CONSTRUÍDO 31

2.1.1 Tecnologia Vestível: Corpos e Sensores 31

2.1.2 Direito e Ambiente Construído …….....34

2.2 AMBIENTE CONSTRUÍDO INTELIGENTE: CIDADES INTELIGENTES E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL…….. 40

2.3 TECNOLOGIAS VESTÍVEIS, INOVAÇÃO E DESAFIOS JURÍDICO…....51

2.3.1 Direitos à Cidade encontram os Direitos Humanos……..... 53

2.3.2 Direitos Humanos encontram os Direitos à Cidade…….…… 58

3 METODOLOGIA.....65

3.1 ANCORAGEM E EPISTEMOLOGIA DA PESQUISA……. 66

3.2 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS……..... 68

3.2.1 Coleta e tratamento de dados científicos…… 69

3.2.2 Coleta e tratamento de documentos jurídicos……... 73

3.3 ANÁLISE DOS DADOS…….....…….... 74

3.3.1 Corpus Textual Científico (CTC).....75

3.3.2 Corpus Textual Jurídico (CTJ).....76

3.3.3 Integração das evidências científicas e jurídicas…….....…….79

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 81
4.1 EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS A PARTIR DO ESTADO DA ARTE ……...82
4.2 EVIDÊNCIAS JURÍDICAS BRASILEIRAS E CONTEXTUALIZAÇÃO GOVERNAMENTAL…….....……92
4.3 DA INTEGRAÇÃO DE EVIDÊNCIAS Á PROPOSIÇÃO DE AGENDA…….....…….....101
4.3.1 Integração das evidências científicas e jurídicas ……..……...101
4.3.2 Nova Agenda Interdisciplinar.....107

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 113
5.1 CONTRIBUIÇÕES ONTOLÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS……...….115
5.2 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS…….....…116
5.3 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES…….….117
5.4 FUTUROS TRABALHOS……..…..118

REFERÊNCIAS…….....…….....120

APÊNDICES …….....…...…..…....129

A1 ***Checklist* PRISMA (2020) 129**
A2 **Fluxograma PRISMA (2020) 132**
B1 **Classificação a partir dos critérios de inclusão do CTC.....133**
B2 **Classificação a partir dos critérios de exclusão do CTC.....139**
B3 **Estado da arte do CTC.....142**
C **Esquema teórico-metodológico da Dissertação 145**
D **Declaração de uso de Inteligência artificial generativa 146**

1. INTRODUÇÃO

O respeito pela vida humana é um dos elementos chave para qualquer transformação social advinda de inovações tecnológicas. Assim, fluxos bidirecionais entre a academia e o restante da sociedade, em qualquer área do conhecimento, devem considerar aspectos humanos como o cerne do debate (DE QUADROS PICOLLI e PANIZZON, 2021). As cidades inteligentes (do termo inglês, *smart cities)* surgiram *pari passus* com os avanços tecnológicos da área da computação e da digitalização ainda no século XX (DAMERI e ROSENTHAL-SABROUX, 2014).

A compreensão das relações entre Direito e Ambiente Construído na perspectiva da produção e consumo da "inteligência" em ambiente citadino demanda considerar o sujeito que habita, utiliza, percebe e vivencia os espaços, neste caso das cidades. Nessa perspectiva, o corpo não constitui apenas uma presença física no ambiente, mas uma dimensão mediadora da relação entre o indivíduo e o mundo construído. A experiência arquitetônica e urbana é corporalmente situada, envolvendo percepção, movimento, orientação, interação bem como diferentes formas de apropriação dos espaços. Bader (2015), ao propor um modelo de experiência cotidiana do ambiente construído fundamentado na percepção incorporada, indica que a arquitetura é experimentada por sujeitos corporalmente situados, permitindo compreender o ambiente construído para além de sua dimensão exclusivamente material.

No século XXI, a cidade inteligente vem sendo formalizada como um conceito pluridisciplinar e que implica uma série de estratégias de governança na qual corpus humanos, sentidos e significados estão imbricados no desenvolvimento tecnológico vivenciado. O conceito cidade inteligente se relaciona com essa evolução tecnológica e tem evolução existentes desde a década de 1960, sendo um imperativo as cidades digitais a partir da década de 1990 com o avanço das Tecnologias de Comunicação (TICs) e depois Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTICs). Contudo, a consolidação do conceito de cidade inteligente se dá a partir dos anos 2000. Na atualidade é possível compreender a cidade inteligente em termos de critérios e modelos que adotam uma abordagem sociotécnica, interdisciplinar e cada vez mais focada no ser humano. Esse desafio já era percebido desde obras como a de Ratti (2013) sobre o papel do cidadão inteligente (do termo inglês, *smart citizen*) para as cidades inteligentes. Neste ponto, os corpos circulantes nas cidades passam a fazer

parte de uma discussão que pode levar a disrupção entre o ambiente físico vivenciado e o digital. Assim, *wearables* (no idioma português tecnologias vestíveis)[1] estão cada vez mais presentes (a exemplo de relógios inteligentes, anéis inteligentes etc.) e fazem parte de um debate sobre essa corporeidade, seus limites e possibilidades.

Os debates sobre regulação jurídica e a intrínseca relação entre as dimensões humana e tecnológica nas cidades inteligentes são um fator determinante para incentivar e promover agendas inovadoras com o protagonismo humano cidadão (ZHOU e KANKANHALLI,2021). Nesse sentido, é crucial reconhecer que o avanço da Inteligência Artificial (IA) e de sistemas algorítmicos em ambientes urbanos inteligentes impõe desafios legais e éticos substanciais, tais como: (a) a mitigação de viesses algorítmicos; (b) a garantia de transparência e aplicabilidade nas tomadas de decisão automatizadas; (c) definição clara da responsabilidade legal por eventuais danos ou discriminações (SANCHEZ et al. 2025). Tal dinâmica impacta diretamente os corpos, seja pela perspectiva dos direitos humanos fundamentais quanto da qualidade de vida dos cidadãos, demandando um arcabouço jurídico robusto e atualizado para o tratamento dos desafios e das oportunidades envolvidos.

Faz-se de suma importância reconhecer que a adjetivação inteligente tanto para a IA, quanto para as cidades é parte de um antropomorfismo, já que a inteligência é uma prerrogativa essencialmente do ser humano. Essa fronteira entre humanos e objetos (máquinas) a partir do construto “inteligência” tem levado a área de computação a gerar uma série de outros conceitos, tais como: Internet das Coisas (IoT), que segundo Pieroni et al. (2015) pode se avançar para o conceito de Internet Afetiva das Coisas, já que as emoções e sentimentos tem sido chave na relação entre seres humanos e a inteligência de cidades.

Esse alargamento de fronteiras a partir do construto 'inteligência' tem promovido um maior entrelaçamento entre humanos e máquinas, por meio de projetos que considerem estágios emocionais nas relações de reciprocidade. Contudo, esse mesmo movimento parece constituir um ponto crítico para o estágio atual do conhecimento sobre a complexidade das cidades inteligentes, centradas na busca

[1] “(...) tecnologias vestíveis são pequenos dispositivos eletrônicos e móveis, ou computadores com capacidade de comunicação sem fio, incorporados a aparelhos, acessórios ou roupas que podem ser utilizados no corpo humano, incluindo versões invasivas, como microchips ou tatuagens inteligentes” (tradução própria de Ometov et al., 2021, p.1).

pela 'inteligência' de maneira tecnocrática e instrumental, sem considerar os aspectos sociotécnicos envolvidos. Conforme Cardullo e Kitchin (2019), essa busca pode distanciar o ser humano e a participação cidadã, o que deveria ser essencial, uma vez que são os humanos que vivem e visitam as cidades inteligentes. Logo, a abordagem sociotécnica e interdisciplinar é essencial para tratar o papel dos direitos (humanos, à cidade etc.) quando a temática está imbricada às cidades inteligentes.

No Brasil, a proteção dos direitos humanos fundamentais (civis, políticos e sociais) é assegurada na Constituição, assim como em outros países democráticos globalmente. Especificamente a realidade brasileira está sob a égide da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988). No contexto do ambiente construído é relevante considerar os avanços dos Direitos Humanos e do Direito à Cidade, embora em perspectiva interdisciplinar existam outros ramos do Direito subjacentes, incluindo, mas não se limitando ao direito ambiental, direito digital etc.

O recorte para o Direito Humano se dá porque este é concebido como um Direito Fundamental coletivo inerente à vida humana, que encontra respaldo em marcos legais como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) (BRASIL, 2001).

Contudo, apesar dessa base normativa, ainda persiste um abismo significativo entre a previsão legal e a efetivação do papel da opinião pública e da participação cidadã na construção das cidades inteligentes. Tal como a coleta massiva de dados por tecnologias vestíveis é intrínseco ao debate do direito digital e o desenvolvimento de infraestruturas inteligentes (inerente ao direito à cidade), embora promissor, suscita questionamentos sobre a garantia da privacidade (Art. 5º, X e XII, da CF/88, Brasil, 1988), a dignidade da pessoa humana (Art. 1º, III, da CF/88, Brasil, 1988). Assim, o próprio exercício do direito à cidade no contexto digital é outro ramo que precisa ser analisado em concomitância com os direitos humanos. Portanto, esta abordagem exige uma análise aprofundada do estado da arte sobre a temática e dos mecanismos jurídicos, incluindo suas particularidades, como é o caso do Brasil, para assegurar que a tecnologia sirva à cidadania e não o contrário.

A questão do recorte geográfico é relevante, pois as regulamentações e legislações podem variar de país para país, e inclusive dentro de países. Contudo, contrapor experiências nacionais e internacionais podem contribuir para avanços substantivos no acúmulo de boas práticas. Por exemplo, Borges (2023) tratou dos direitos humanos em cidades inteligentes, estudando o caso da e-Estônia (que é um

ecossistema de governança digital), sendo que a Estônia é um exemplo de república parlamentarista democrática. Essa tensão entre a visão tecnocrata e a centrada no cidadão é corroborada por Cardullo e Kitchin (2019), que explicam que as iniciativas de cidades inteligentes podem estar:

> enraizadas na administração, no paternalismo cívico e em uma concepção neoliberal de cidadania que prioriza a escolha de consumo e a autonomia individual dentro de uma estrutura de restrições definidas pelo Estado e pelas empresas, que priorizam soluções de mercado para questões urbanas, em vez de se basearem em direitos civis, sociais e políticos e no bem comum (Tradução própria de CARDULLO e KITCHIN, 2019).

Cardullo e Kitchin (2019) concluem pela necessidade de regulação para que as cidadanias inteligentes sejam, de fato, centradas no ser humano e nos preceitos da cidadania. Essa crítica é juridicamente relevante, pois aponta para a insuficiência de modelos que não priorizam os direitos fundamentais e a participação genuína, e ressalta a urgência de um trabalho normativo e regulatório que reoriente o desenvolvimento das cidades inteligentes para uma base legal sólida, capaz de garantir o bem-estar coletivo e os direitos dos cidadãos. A exclusão das diversas perspectivas dos cidadãos como partes interessadas, (do inglês, *stakeholders*) em cidades inteligentes e/ou em projetos de cidades inteligentes é um tema recorrente na literatura científica e, juridicamente, um ponto a ser aprofundado e discutido no contexto do ambiente construído.

Em outra ilustração, Engelbert, Van Zoonen e Hirzalla (2019) questionam essa exclusão, citando uma pesquisa do Instituto Britânico de Engenharia (2016) que revelou que menos de um em cada cinco britânicos conhecia o termo cidade inteligente. Tal dado, proveniente de um país do norte global, levanta a questão de qual seria o resultado de uma pesquisa semelhante no Brasil, um país do sul global[2].

Essa baixa sensibilização e engajamento expõem a falha dos mecanismos legais de governança e consulta pública existentes, que precisam ser revistos e

[2] A divisão entre norte e sul global não considera a linha do equador como divisor geográfico, mas sim abordagens socioeconômicas e outras relativas a países que se aglutinam por níveis de desenvolvimento. Assim, a Austrália, embora esteja no sul geográfico, é parte do Norte Global. O Brasil coincide, está no sul geográfico e faz parte do sul global. Martins (2017) esclarece que “O diálogo entre intelectuais do Sul Global e do Norte Global, hoje, é fundamental para uma crítica teórica geral do sistema de poder mundial” (MARTINS, 2017, p.1).

adaptados para garantir que as leis de participação, como as previstas no Brasil no Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) para a gestão democrática das cidades, sejam efetivas também no contexto das cidades inteligentes e do uso de tecnologias como as vestíveis, evitando que a inovação tecnológica se torne um fator de exclusão em vez de inclusão.

Aliada à questão da exclusão deliberada da participação cidadã em muitos debates sobre cidades inteligentes, observa-se que cada vez mais existe uma busca por dados digitais *online* e *ontime* (ou seja, captados e processados na hora em que ocorrem) gerados por cidadãos a partir de tecnologias que estão ligadas à rede mundial de internet através de rede *wi-fi* (em português, sem fios) para incrementar processos de tomada de decisão em prol do alcance da inteligência relativa a ambiente construído em cidades. Logo, é possível traçar um paralelo com os próprios avanços da web. Se, por exemplo a web 1.0 se concentrava apenas na oferta de conteúdos estáticos a partir de *websites.* Já a web 2.0 permitiu a produção e consumo de dados e informações a partir de redes sociais, tais como Orkut, TripAdvisor, entre outros, transformando os próprios processos de decisão com a transposição da hora da verdade para o ambiente online, conforme explicou Lecinski (2011) sobre o momento zero da verdade - *ZMOT*[3]. Nesse sentido, nota-se que pesquisadores como Lugo-Santiago (2020) começaram a se perguntar sobre a existência de cidades inteligentes 1.0, 2.0, 3.0.

Portanto, nota-se que o mesmo ocorre com as cidades inteligentes: antes o foco era apenas produzir conteúdo para tomada de decisão, mas atualmente, com a web 3.0 e 4.0 (vide IBRAHIM, 2021) esse cenário se transforma. Em outras palavras, com os avanços da web semântica, com perspectivas de realidades *blurry*[4] (incluindo,

[3] O *Zero Moment of Truth (ZMOT)* (no idioma português, Zero Hora da Verdade) se refere à etapa do processo decisório em que o consumidor busca e avalia informações, sobretudo em ambientes digitais, antes da decisão de compra ou do contato direto com o produto ou serviço (LECINSKI, 2011).

[4] Neste contexto, o termo *blurry*, do inglês (borrado, em tradução livre para o idioma português), refere-se a situações em que as fronteiras entre diferentes categorias ou realidades não são claras ou rígidas, mas se sobrepõem e se tornam interdependentes. No âmbito das cidades inteligentes, essa condição pode ser observada na relação entre o cidadão, o espaço urbano e as infraestruturas digitais, especialmente quando tecnologias conectadas passam a mediar a experiência cotidiana da cidade. Burns e Welker (2022), ao analisarem diferentes formas de trabalho digital mobilizadas na produção da cidade inteligente de Calgary (no Canadá) destacam, entre elas, um projeto colaborativo de tecnologia vestível, apontando como os cidadãos participam da produção de dados que integram os ecossistemas das cidades inteligentes. Nesse sentido, o cidadão circula pelo espaço físico enquanto, simultaneamente, produz, recebe e processa informações digitais por meio de dispositivos conectados, como relógios e anéis inteligentes. O *blurry*, portanto, expressa a crescente indistinção entre as

realidade física, digital, virtual, realidade aumentada etc.) é possível notar que um fluxo multidirecional de dados produzidos por cidadãos que utilizam de tecnologias, ou que estão sob o uso destas, permite às cidades inteligentes um outro estágio de desenvolvimento, tanto conceitual quanto em termos práticos.

Embora existam estudos sobre tecnologias biométricas que se focam na pesquisa de problemas relativos à regulação frente à vigilância para a gestão de riscos urbanos, utilizando-se de *wearables* (Weber e Podnar Zarko, 2019), existe um outro flanco da geração de dados por cidadãos que precisa ser mais bem explorado, ou seja, a partir de dados fisiológicos obtidos por tecnologias vestíveis, os *wearables*. Nessa perspectiva, as tecnologias vestíveis incluem, mas não se limitam a: relógios inteligentes (do termo inglês, *smartwatches*), óculos inteligentes (do termo inglês, *smart glasses*), anéis inteligentes (do termo inglês, *smart rings*), tiaras (do termo inglês, *headbands*) com eletroencefalograma (EEG) portátil, entre outros *hardwares* que permitem a coleta de dados fisiológicos em tempo real, fornecendo *insights* valiosos sobre aspectos comportamentais e cognitivos de cidadãos em cidades inteligentes ou em transição.

Embora tais dados possam facilitar a tomada de decisões e o desenho de soluções urbanas sustentáveis (AYANOGLU, 2022), é imperativo que a coleta e o tratamento dessas informações ocorram em estrita conformidade com princípios éticos e, sobretudo, legais. A título de, no Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018 (BRASIL, 2018), estabelece as bases jurídicas para o tratamento de dados pessoais, especialmente os dados sensíveis como os fisiológicos, exigindo consentimento explícito, finalidade específica e segurança da informação, transformando a 'ética' em uma exigência legal com mecanismos de fiscalização e responsabilização (BRASIL, 2018).

A cada ano, com o barateamento de tecnologia e a popularização do uso de tecnologias vestíveis para fins de esportes, saúde, lazer entre outros motivos por cidadãos, têm gerado uma quantidade de dados brutos que se forem tratados de maneira ética e em conjunto com a audição da participação do cidadão poderia elevar debates sobre o ambiente construído em cidades inteligentes a outro patamar. Em outros termos, um patamar diferente da visão tecnocrata que projetos de cidades

dimensões física e digital da experiência urbana, na qual o corpo conectado se constitui também como elemento produtor e mediador de dados urbanos.

inteligentes tem encapado ao longo das últimas décadas, dando voz aos cidadãos e aos dados que quiserem compartilhar em função da busca por comunidades e cidades sustentáveis, isto conforme Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS 11 da Agenda 2030 das Nações Unidas (UNITED NATIONS - UN, 2015).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A problemática desta pesquisa situa-se na interface entre Direito, ambiente construído inteligente e tecnologias vestíveis (*wearables*), considerando as transformações decorrentes da crescente integração entre corpo humano, espaço urbano, tecnologias digitais e produção de dados no contexto das cidades inteligentes. Essa articulação assume particular relevância diante do desafio de promover o desenvolvimento sustentável sem reduzir a inteligência urbana à incorporação de tecnologias, reconhecendo o cidadão simultaneamente como sujeito de direitos (vide RATTI, 2013), usuário do ambiente construído, produtor de dados e participante dos processos de transformação e governança das cidades.

A popularização das tecnologias vestíveis amplia as possibilidades de produção e utilização de dados relacionados às experiências humanas no ambiente construído, inclusive dados fisiológicos como por exemplo: batimento cardíaco, movimento ocular, ondas cerebrais etc., podem subsidiar novas formas de compreensão, planejamento e gestão urbana. Entretanto, essas possibilidades também suscitam desafios jurídicos relacionados, entre outros aspectos, à proteção de dados pessoais, à privacidade, à autodeterminação informativa, à transparência, ao consentimento, à responsabilidade e à participação cidadã. No contexto brasileiro, tais questões precisam ser analisadas à luz dos direitos fundamentais, do Direito à Cidade e dos instrumentos jurídicos de proteção e governança de dados, notadamente a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2018).

Dessa forma, a problemática ultrapassa uma perspectiva exclusivamente tecnológica ou jurídica e demanda uma abordagem interdisciplinar capaz de compreender as relações estabelecidas entre Direito, ambiente construído, tecnologias, dados, sujeitos e sustentabilidade. Nesse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: Como as tecnologias vestíveis (*wearables*) podem contribuir para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes, considerando o ambiente

construído, a participação cidadã e os desafios jurídicos relacionados à produção e ao uso de dados no contexto brasileiro?

A partir dessa questão central, busca-se compreender não apenas o potencial das tecnologias vestíveis como mediadoras das relações entre cidadãos e ambientes construídos inteligentes, mas também as condições jurídicas necessárias para que a produção, o compartilhamento e a utilização desses dados ocorram de maneira compatível com os direitos fundamentais, o Direito à Cidade, a proteção de dados e a autodeterminação informativa. A integração dessas dimensões subsidiou a proposição de uma agenda interdisciplinar orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no Brasil. Ressalta-se que Direito e Ambiente Construído são tratados por perspectivas interdisciplinares conforme evidenciou Chynoweth (2008).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Propor uma agenda interdisciplinar, na interface entre Direito, Ambiente Construído e Tecnologias Vestíveis, orientada ao desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no contexto brasileiro.

1.2.2. Objetivos Específicos

a. Compreender, em perspectiva interdisciplinar, as relações entre Direito e Ambiente Construído;

b. Analisar o ambiente construído inteligente, considerando sua relação com as cidades inteligentes e o desenvolvimento sustentável;

c. Analisar as tecnologias vestíveis (*wearables*) como inovações capazes de integrar corpo, dados e ambiente construído, identificando os desafios jurídicos decorrentes de sua utilização no contexto das cidades inteligentes;

d. Identificar estratégias e instrumentos de regulação jurídica relacionados ao uso de tecnologias vestíveis e de dados no contexto brasileiro, considerando os Direitos Fundamentais, o Direito à Cidade, a proteção de dados, a autodeterminação informativa e a participação cidadã;

e. Integrar as evidências científicas e jurídicas identificadas na pesquisa, de modo a subsidiar a proposição de uma agenda interdisciplinar orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no Brasil.

1.3. JUSTIFICATIVA

O protagonismo do ser humano no debate sobre *smart cities* faz parte de uma virada paradigmática do tratamento da relação das cidades com as tecnologias emergentes (RATTI, 2013). Futuros mais inteligentes e, portanto, mais sustentáveis, promovendo cidades e comunidades sustentáveis, e alinhados ao que preconiza o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS 11 da Agenda 2030 dependem essencialmente do cumprimento de um conjunto de metas. Estas estão diretamente associadas a uma série de desafios, dos quais a união entre a participação cidadã e o compartilhamento de dados fisiológicos por tecnologias vestíveis pode ser uma oportunidade de se desenhar de fato cidades inteligentes centradas na pluralidade de vozes dos cidadãos, e em alguma medida, em seus comportamentos e cognições compartilhados.

Contudo, para esse avanço inovador, é essencial um debate aprofundado sobre a regulação jurídica, com foco em legislações que efetivamente garantam os Direitos Humanos e o Direito à Cidade. Nesse ambiente tecnológico, inscreve-se um tópico-chave, o do direito à proteção de dados (como a LGPD no Brasil), conforme Brasil (2018). Em outras palavras, a autodeterminação informativa e o pleno exercício da cidadania, em prol dos direitos fundamentais e, em específico, do direito à cidade. Nesse sentido, observa-se que a ausência ou a inadequação de um arcabouço legal claro e adaptado aos desafios das cidades inteligentes não apenas compromete os direitos dos cidadãos, mas também pode gerar incerteza jurídica para o desenvolvimento e a implementação de tecnologias inovadoras, como as vestíveis, de forma ética e sustentável, podendo inclusive frear o potencial transformador dessas inovações, como é o caso das tecnologias vestíveis em ambientes construídos citadinos.

Adicionalmente, é preciso compreender a curva de desenvolvimento tecnológico frente a futuros mais inteligentes, que unem humano e máquinas, buscando congruência entre inteligência humana e IA. Nesse sentido, a partir de uma

busca sobre plataformas de compartilhamento de dados fisiológicos para suporte a governança urbana ficou evidente que existem bancos de dados relevantes tais como: (a) Open Humans, disponível em <https://www.openhumans.org/>; (b) Physionet, disponível em < https://physionet.org/about/publish/>.

Nesta busca exploratória, não foi localizada uma plataforma que possibilite a participação cidadã e dados fisiológicos oriundos de tecnologias vestíveis para tratar os desafios coletivos de tornar as cidades mais inteligentes e sustentáveis no século XXI. O que é, por si só, uma oportunidade inovadora para ampliar o debate a partir de evidências científicas oriundas do estado da arte sobre a temática e organização de dados secundários sob égide jurídica, permitindo reflexões para futuros avanços em desenhos de uma agenda para planejadores, gestores e demais interessados na perspectiva interdisciplinar da problemática em tela. No caso do presente estudo, uma agenda geolocalizada para o contexto brasileiro e dialógica com o debate ampliado sobre o sul e o norte global.

1.4. METODOLOGIA

Esta pesquisa é exploratória e descritiva. Conforme Gil (2010) a pesquisa exploratória é aquela que busca familiarização com uma problemática, já a descritiva permite caracterizar um fenômeno. Assim, a presente pesquisa busca exatamente a familiarização com um fenômeno contemporâneo, o das tecnologias vestíveis *e smart cities* que é pouco estudado pela perspectiva do Direito, de forma mais acentuada considerando o contexto geolocalizado do Brasil e os desafios transversais de desenvolvimento sustentável. Ademais, a pesquisa apresenta natureza qualitativa, sendo aplicada ao contexto do problema real identificado.

Cumpre explicar que a pesquisa aplicada se caracteriza por sua orientação à identificação, ao diagnóstico e ao tratamento de problemas concretos enfrentados pelos diversos segmentos da sociedade, buscando atender a demandas específicas. Embora apresente finalidades práticas, a pesquisa aplicada não se opõe à pesquisa científica, uma vez que ambas podem contribuir tanto para a produção de conhecimento quanto para sua aplicação na solução de problemas reais (Thiollent, 2009).

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma combinação de três principais procedimentos, a saber: (1) Revisão Sistemática da Literatura (RSL) combinada com Análise Textual (AT): utilizando-se do Protocolo PRISMA (2020) e consulta à base científica de dados *Web of Science* (2026), permitindo identificar o estado da arte sobre a temática do *wearable* e *smart city*. Nesta parte será utilizado o *checklist* PRISMA (2020) (v. Apêndices A1 e A2); (2) Análise de documentos jurídicos combinada com AT, implicando aprofundamento sobre a legislação brasileira, quanto a direitos humanos e direito à cidade.

Ressaltando que a AT foi feita com o suporte da ferramenta IRaMuTeQ (2025) versão 0.7 Alpha 2 para geração de dois *outputs*: (a) Nuvem de Palavras (NP), por termos mais frequentes; (b) Análise de Similitude (AS), baseada na Teoria dos Grafos. Para tanto utilizou-se do manual de Salviati (2017), permitindo compreender as principais áreas temáticas dos procedimentos anteriores.

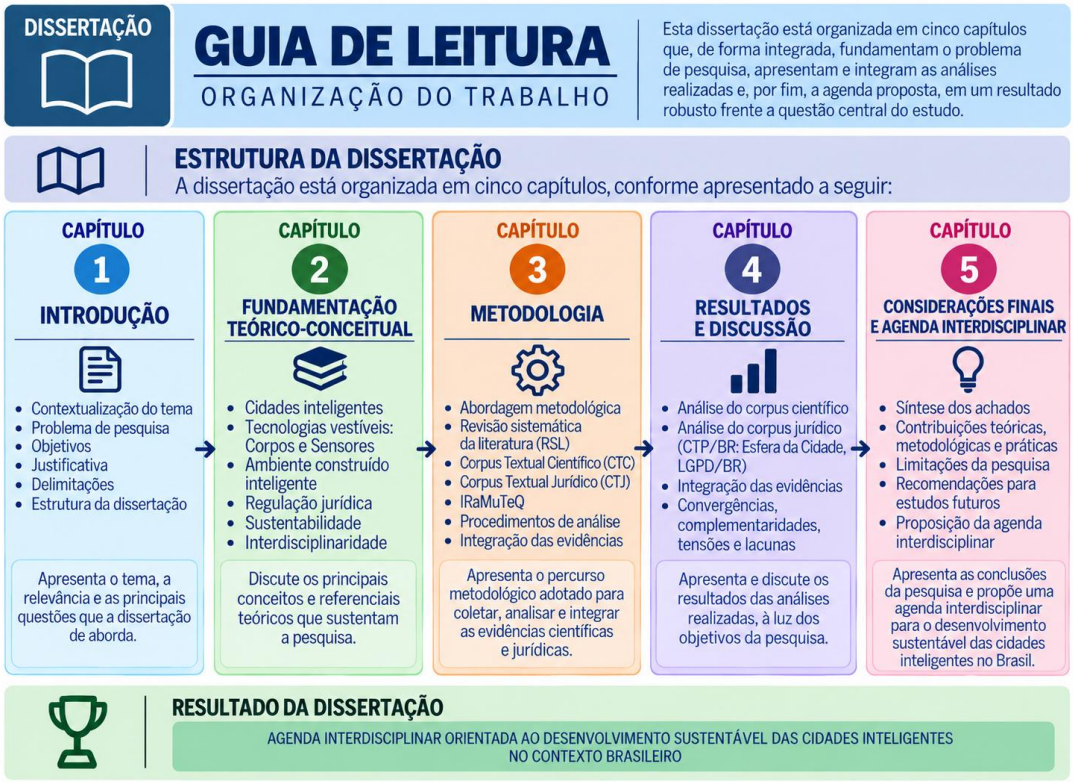
1.5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Além dos elementos pré e pós textuais, o trabalho está organizado em cinco capítulos, incluindo esta parte introdutória (Capítulo 1) e as considerações finais e recomendações (Capítulo 5). Tradicionalmente se adotou uma fundamentação teórica conceitual (Capítulo 2) indicando a relevância teórica conceitual interdisciplinar conforme Figura 1. Ademais, o trabalho conta com um capítulo sobre a metodologia adotada (Capítulo 3) a partir do qual é detalhado a coleta e tratamento dos dados para os métodos utilizados, permitindo um alinhamento com o capítulo teórico conceitual (Capítulo 2). Ao final são apresentados e discutidos os resultados por três blocos de entregas:(1) Estado da arte derivado do planilhamento e análise textual do Corpus Textual Científico - CTC (subcapítulo 4.1); (2) Panorama do contexto jurídico brasileiro a partir dos Corpus Textuais Jurídicos (CTJs 1, 2, 3) (subcapítulo 4.2); (3) o que, junto, permite por triangulação das evidências científicas, a proposição de uma inovadora agenda para *smart cities* depreendida dos avanços encontrados tanto na literatura científica, quanto na pesquisa com os documentos jurídicos secundários (subcapítulo 4.3).

A partir da Figura 1 é possível vislumbrar a espinha dorsal teórico metodológica adotada nesta dissertação. Ressalta-se que ao final são apresentadas as

considerações finais e recomendações tanto para o avanço ontológico e epistemológico sobre a temática, mas para implicações práticas e gerenciais para tomadores de decisão implicados com cidades inteligentes.

Figura 1. Guia de Leitura da Dissertação



Fonte: Elaboração própria, com auxílio do ChatGPT (OpenAI)

Em termos de narrativa científica, adotou-se uma estratégia baseada em dois recursos: (1) o Guia de Leitura da Dissertação, como na Figura 1, permitindo, na abertura dos capítulos, uma compreensão das decisões teórico-metodológicas adotadas; (2) um Quadro de Lições aprendidas estabelecendo uma relação entre os aspectos teóricos (Capítulo 2) e metodológicos (Capítulo 3).

Além disso, é preciso ponderar que esta dissertação é uma resposta em fluxo multidirecional na busca de maior diálogo entre a academia e os avanços científicos com o restante da sociedade, isto em prol da participação cidadã como pilar do desenvolvimento, de maneira inteligente e sustentável, do ambiente construído em cidades no século XXI. No próximo subcapítulo, são destacados os resultados esperados frente aos objetivos geral e específicos.

A organização do trabalho é complementada pelos Apêndices (A, B, C e D), que reúnem documentos e materiais produzidos no âmbito da pesquisa e destinados a conferir maior transparência e rastreabilidade ao percurso metodológico adotado. Integram essa seção o *Checklist* PRISMA 2020 (Apêndice A1) e seu respectivo fluxograma (Apêndice A2), a classificação dos estudos a partir dos critérios de inclusão e exclusão do Corpus Textual Científico (CTC) (Apêndices B1 e B2, respectivamente), a sistematização do estado da arte do CTC (Apêndice B3), o esquema da dissertação (Apêndice C) e a declaração de uso de Inteligência Artificial Generativa - IAG (Apêndice D).

1.6. RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados descritos no Quadro 1 permitem compreender blocos temáticos que instrumentalizam a proposição de uma agenda inovadora, que contribui para a elaboração de uma futura plataforma de medidas fisiológicas humanas como parâmetro de governança para tomada de decisões sobre tornar as cidades mais inteligentes e sustentáveis, a partir da participação cidadã geolocalizada ao panorama jurídico brasileiro, respondendo aos objetivos específicos que dão suporte ao objetivo geral que sustenta o tratamento da problemática desta pesquisa. Assim, o Quadro 1 apresenta uma matriz.

Os resultados esperados apresentados no Quadro 1 serão retomados de forma integrada nas considerações finais da pesquisa, estabelecendo-se uma articulação entre os objetivos específicos, as evidências produzidas e os desdobramentos do estudo. Espera-se que a compreensão das relações entre Direito e ambiente construído, assim como a caracterização do ambiente construído inteligente e de suas relações com as cidades inteligentes e o desenvolvimento sustentável, contribuam especialmente para a sistematização das contribuições ontológicas e epistemológicas (Subcapítulo 5.1). A análise das tecnologias vestíveis e de suas relações com corpo, dados e ambiente construído deverá subsidiar tanto essas contribuições quanto as contribuições práticas (Subcapítulo 5.2), além de fornecer elementos para a identificação das limitações e recomendações da pesquisa (Subcapítulo 5.3).

Quadro 1. Matriz Objetivos versus resultados esperados

Objetivos	Resultados esperados
Objetivo Geral	Proposição de uma agenda interdisciplinar fundamentada na integração das evidências científicas e jurídicas produzidas pela pesquisa, articulando Direito, ambiente construído, tecnologias vestíveis e desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no contexto brasileiro.
Objetivo Específico A	Compreensão e sistematização das interfaces entre Direito e ambiente construído, identificando conceitos, direitos e dimensões jurídicas relacionados à produção, organização, uso e experiência dos espaços construídos.
Objetivo Específico B	Caracterização do ambiente construído inteligente e de suas relações com cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável, indicando dimensões relevantes para uma perspectiva interdisciplinar e centrada no cidadão.
Objetivo Específico C	Identificação, a partir das evidências científicas, das formas pelas quais as tecnologias vestíveis articulam corpo, dados e ambiente construído, bem como das possibilidades, limitações e desafios jurídicos decorrentes de sua utilização em cidades inteligentes.
Objetivo Específico D	Construção de um panorama do arcabouço jurídico brasileiro pertinente ao objeto da pesquisa, identificando proteções, possibilidades, limites, tensões e lacunas relacionados ao uso de tecnologias vestíveis e de dados no contexto das cidades inteligentes.
Objetivo Específico E	Integração das evidências provenientes do Corpus Textual Científico (CTC) e dos Corpus Textuais Jurídicos (CTJs), permitindo identificar convergências, complementaridades, tensões e lacunas e, a partir delas, subsidiar a proposição da agenda interdisciplinar.

Fonte: elaboração própria

Por sua vez, a construção do panorama do arcabouço jurídico brasileiro deverá contribuir para a identificação de implicações práticas, limites, recomendações e possibilidades de aprofundamento em futuros trabalhos (Subcapítulo 5.4). Finalmente, a integração das evidências provenientes do Corpus Textual Científico (CTC) e dos Corpus Textuais Jurídicos (CTJs), mediante a identificação de convergências, complementaridades, tensões e lacunas, deverá articular transversalmente essas diferentes contribuições e subsidiar o alcance do objetivo geral, materializado na

proposição de uma agenda interdisciplinar, na interface entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis, orientada ao desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes no contexto brasileiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA CONCEITUAL

O objetivo deste Capítulo é apresentar um debate sobre a zona de intersecção entre o Direito e o Ambiente Construído, visando estabelecer a interdisciplinaridade entre áreas dos conhecimentos que podem se retroalimentar, conforme o Guia de Leitura do Capítulo 2, disposto na Figura 2.

Figura 2. Guia de Leitura do Capítulo 2



Fonte: Elaboração própria, com auxílio do ChatGPT (OpenAI), a partir do Capítulo 2 da dissertação.

Portanto, com base no Guia de Leitura do Capítulo 2 (vide Figura 2), que segue, considerando a categoria “ambiente construído inteligente” é aprofundado para a relação entre cidades inteligentes e desenvolvimento de maneira sustentável (subcapítulo 2.2.). Para então, se afunilar as tecnologias vestíveis e os desafios jurídicos, que é o cerne desta dissertação (subcapítulo 2.3). Ressalta-se que nesta fundamentação teórica conceitual não se trata de um detalhamento do contexto brasileiro, uma vez que a partir da metodologia utilizada (Capítulo 3) será possível traçar o panorama nacional como parte dos resultados a serem discutidos no Capítulo 4.

Logo, experiências nacionais e internacionais destacadas nesta fundamentação teórica conceitual derivada da revisão narrativa empreendida permite

ilustrar o cenário amplo dos desafios a serem enfrentados antes do recorte para as questões brasileiras.

2.1. TECNOLOGIAS VESTÍVEIS: CORPOS E SENSORES, DIREITO E AMBIENTE CONSTRUÍDO

A compreensão das tecnologias vestíveis (*wearables*) no contexto desta pesquisa exige ultrapassar uma perspectiva estritamente tecnológica, situando-as nas relações que estabelecem entre corpo humano, produção de dados, ambiente construído e Direito. Os dispositivos são diversos e possibilitam captar, registrar e processar diferentes informações decorrentes da interação dos indivíduos com os ambientes em que vivem, circulam e desenvolvem suas atividades. Nesse sentido, o corpo humano circulante nos ambientes construídos das cidades assume posição central: é simultaneamente aquele que experiencia o ambiente construído e aquele a partir do qual determinados aspectos dessa experiência podem tornar-se dados por meio de biossensores e compartilhamentos.

Partindo dessa perspectiva, este subcapítulo 2.1 estabelece as bases conceituais necessárias para compreender a tessitura dessas relações. Inicialmente, a partir das Tecnologias Vestíveis: Corpos e Sensores (subitem 2.1.1), são discutidas as tecnologias vestíveis e as possibilidades de sensoriamento do corpo, considerando a transformação de determinadas respostas e experiências corporais em dados. Na sequência, no subitem 2.1.2, sobre Direito e Ambiente Construído, a discussão é ampliada para situar o corpo como sujeito que habita e vivencia os espaços e, simultaneamente, como sujeito de direitos, estabelecendo as aproximações entre as condições materiais e tecnológicas do ambiente construído e as dimensões jurídicas que atravessam sua utilização. Compreende-se que essa articulação constitui uma das bases para, posteriormente, compreender as potencialidades e os desafios decorrentes da inserção das tecnologias vestíveis no contexto das cidades inteligentes e do desenvolvimento sustentável.

2.1.1. Tecnologia Vestível: Corpos e Sensores

A disseminação de sensores e dispositivos vestíveis possibilita acompanhar indivíduos em situações cotidianas e registrar informações ambientais, espaciais, comportamentais e fisiológicas durante sua interação com diferentes ambientes. A revisão sistemática realizada por Salamone, Masullo e Sibilio (2021) indicam a utilização crescente de dispositivos vestíveis para monitorar fatores ambientais do ambiente construído, incluindo condições térmicas, visuais, acústicas e de qualidade do ar.

De modo semelhante, Helbig et al. (2021) mostram que sensores vestíveis permitem registrar exposições ambientais individuais associadas às dimensões espacial e temporal, fazendo com que os próprios indivíduos possam atuar como exploradores do ambiente urbano. Portanto, os corpos humanos e os biossensores passam a ter um papel chave nas discussões sobre inteligência no ambiente construído.

Nessa direção, o corpo humano que experiencia o ambiente construído passa também a constituir uma fonte potencial de dados sobre essa experiência. Evidências empíricas apontam que sensores vestíveis podem ser utilizados para relacionar características específicas dos espaços urbanos a respostas fisiológicas dos indivíduos. Zhang et al. (2022), por exemplo, combinaram câmera vestível, pulseira com biossensores e Sistema de Posicionamento Global (GPS) para investigar associações entre características de diferentes contextos urbanos e respostas fisiológicas de estresse, identificando relações entre elementos como fluxos de pessoas e veículos, presença de água, vegetação, de lugares para sentar e alterações nas respostas fisiológicas dos participantes.

Kim et al. (2023), por sua vez, utilizaram biossinais georreferenciados, incluindo atividade eletrodérmica, frequência cardíaca e padrões de marcha para investigar situações de desconforto vivenciadas por pedestres em ambientes reais. Os resultados indicam a possibilidade de associar respostas fisiológicas a determinados estímulos encontrados no ambiente construído, indicando o potencial dos dispositivos vestíveis para produzir novas formas de leitura da experiência urbana. Nesse movimento, aspectos da relação entre sujeito e espaço que tradicionalmente eram investigados predominantemente por observação, questionários ou auto relatos passam a poder ser examinados também por meio de dados produzidos durante a própria experiência corporal no espaço.

Estudos mais recentes ampliam essa perspectiva ao combinar informações ambientais, respostas fisiológicas e percepções subjetivas. O trabalho de Chwalek et al. (2024), por exemplo, apresenta um conjunto de dados produzido em três cidades mediante sensores vestíveis, parâmetros ambientais e avaliações subjetivas, indicando as possibilidades de investigar conjuntamente condições ambientais, respostas fisiológicas e percepção de conforto. Essa integração é particularmente relevante pois a experiência humana não deve ser reduzida aos sinais fisiológicos produzidos pelo corpo: os dados capturados constituem indicadores de determinados processos corporais, cuja interpretação depende do contexto ambiental e da experiência do próprio sujeito, logo é preciso ter triangulação de dados.

Essa ressalva ganha ainda maior importância diante das evidências de que diferentes corpos não necessariamente experimentam o mesmo ambiente da mesma maneira. Grapas et al. (2026), ao integrarem sensores fisiológicos vestíveis e monitoramento de múltiplas condições ambientais em diferentes espaços urbanos, observaram respostas distintas entre indivíduos submetidos a ambientes semelhantes, questionando a capacidade de modelos baseados exclusivamente em médias populacionais de representar experiências individuais. A heterogeneidade corporal e experiencial torna-se, portanto, uma questão relevante quando dados produzidos por *wearables* são utilizados para interpretar condições urbanas ou subsidiar intervenções sobre o ambiente construído.

É justamente nesse deslocamento teórico-metodológico do corpo vivido para o corpo sensoriado por tecnologia vestível que a dimensão jurídica se torna particularmente relevante. Observa-se que o corpo conectado por tecnologias vestíveis não é apenas uma fonte de dados capaz de fornecer informações sobre sua interação com o ambiente construído; trata-se do corpo de um sujeito de direitos. Nesse sentido, a produção, o tratamento, o compartilhamento e a eventual utilização de informações provenientes dessa interação suscitam questões relacionadas à privacidade, à proteção de dados pessoais, à autodeterminação informativa, à igualdade, à não discriminação e à participação cidadã. Quanto maior a capacidade tecnológica de tornar aspectos da experiência corporal legíveis e processáveis como dados, maior se torna a necessidade de questionar as condições jurídicas e éticas sob as quais essa legibilidade é produzida e utilizada.

2.1.2. Direito e Ambiente Construído

O Direito pode ser compreendido como um campo de conhecimento voltado à regulação das relações sociais e à organização normativa da vida em sociedade, cuja complexidade contemporânea demanda o diálogo com diferentes campos científicos (VILLAS BÔAS FILHO, 2018). Nessa direção, o Direito comporta distintas áreas e especialidades, entre as quais se encontram o Direito Civil, o Direito Constitucional, o Direito Administrativo, o Direito Ambiental, o Direito Urbanístico e, mais recentemente, campos associados à regulação das tecnologias digitais. Cada uma dessas áreas estabelece relações disciplinares (com temas específicos e transversais) diversas com temas específicos e transversais. Santos et al. (2019) trataram a disrupção promovida pela interface entre tecnologia e Direito, justamente para se compreender os avanços do próprio direito num cenário de novas tecnologias no século XXI.

Tais desafios decorrentes da disrupção tecnológica manifestam-se também, conforme apontado na parte introdutória deste trabalho, no âmbito do ambiente construído, cuja compreensão demanda, necessariamente, conhecimentos oriundos das Engenharias, notadamente da Engenharia Civil e da Arquitetura, além de mobilizar questões transversais relacionadas às tecnologias, à sustentabilidade, à governança e à proteção de direitos. Essa característica reforça a necessidade de uma abordagem interdisciplinar, sobretudo diante de problemas contemporâneos nos quais diferentes sistemas normativos, tecnológicos, espaciais e sociais passam a operar de maneira integrada.

Especificamente sobre ambiente construído é relevante apontar para o que Batty (2015) salientou que independente da escala espacial, o ambiente construído é constituído por: “(...) conjuntos de objetos semelhantes, cidades, bairros, edifícios, mas também componentes como ruas, parques e outros elementos, distribuídos espacialmente de acordo com determinadas regras que apenas recentemente começamos a identificar e mensurar” (BATTY, 2015, p.831). Esse autor também salientou a importância da Teoria da Escalabilidade[5], logo é essencial compreender formas, funções e estruturas.

Uma década após o estudo de Batty (2015), às questões imbricadas às leis e normas do ambiente construído já não se restringem apenas ao que tradicionalmente

[5] Ressalta-se que a Teoria da Escalabilidade inclui leis de potência e exponenciais (BATTY, 2015).

se entende por ambiente construído em espaços físicos. Isso se deve, sobretudo, a um mundo cada vez mais orientado por dados, no qual se observa um hibridismo entre estruturas físicas e digitais (BURNS; WELKER, 2022). Nesse sentido, constata-se que os desafios para a interface interdisciplinar entre Direito e Ambiente Construído são crescentes e cada vez mais marcados por complexidades inscritas no espaço físico e digital, o que implica diversas temporalidades e remete ao conceito de *blurry*, já tratado na introdução. Portanto, faz-se necessário um mapeamento, ainda que inicial, para a compreensão da literatura científica internacional, com vistas a apreender o estado da arte e identificar novas lacunas.

Ao se empreender este mapeamento inicial da literatura científica internacional na base científica *Web of Science* (2026)[6] foi possível compreender que a produção científica relativa a interface entre Direito e Ambiente Construído ainda é escassa. Utilizou-se a sentença de busca: "*built environment*" *AND (law OR legal OR legislation OR regulation*) sendo restringido por *Title* (ou seja, Título). O resultado retornou vinte e nove (n=29) documentos, desses apenas vinte e dois (n=22) eram artigos, e todos foram publicados no idioma Inglês. Organizando esses artigos científicos dos mais para os menos citados, observou-se que o trabalho mais citado foi o de Perdue, Stone e Gostin (2003) e que o foco era saúde pública, fato relevante para se compreender o papel que dados fisiológicos podem ter para a relação entre Direito e Ambiente Construído, incorporando uma outra dimensão a daquelas fundidas a área da Saúde. Contudo, o artigo mais antigo (e, portanto, seminal) é o de Baer (1997) que tratou das regulamentações do ambiente construído sublinhando que historicamente estas são tão antigas como a própria civilização.

É relevante detalhar que Baer (1997) sublinhou a importância de se ter conhecimentos advindos da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), sobretudo dos Sistemas de Especialistas para se compreender normas profissionais, apontando o quanto regulamentação envolvendo Direito e Ambiente Construído é essencialmente multi e interdisciplinar e precisa de teorização. Embora a TGS seja utilizada em várias áreas do conhecimento, permitindo uma organização, de certo modo hermenêutica, do conhecimento, observa-se que a atualidade é desafiada por outras formas de organização do conhecimento, implicando teorização e método. A problemática imbricada na interface entre o Direito e os ambientes construídos, evocando a

[6] A busca originalmente foi realizada em 2025, contudo foi atualizada em 15 de junho de 2026.

inteligência a partir das tecnologias vestíveis, deve essencialmente articular conhecimentos teóricos e metodológicos oriundos dessas áreas, para então chegar à proposição de uma agenda interdisciplinar comprometida com o desenvolvimento sustentável em *smart cities* no Brasil. Para tanto, a abordagem metodológica precisa estar ancorada em uma epistemologia capaz de compreender a produção do conhecimento científico para além de uma perspectiva linear, fragmentada e disciplinar.

Nesse sentido, nos anos 1960, Kuhn (2013), ao discutir a dinâmica da ciência a partir dos conceitos de paradigma, ciência normal, crise e revolução científica, indica que o desenvolvimento científico não ocorre exclusivamente de maneira cumulativa, mas também por meio de transformações nos referenciais que orientam a produção do conhecimento. Essa perspectiva permite compreender que determinados fenômenos emergentes podem tensionar categorias e modelos explicativos consolidados, demandando novas formas de problematização e investigação. Um exemplo dessa transformação consiste em reconhecer que teorias e métodos fundamentados em uma compreensão estática e fragmentada da realidade mostram-se insuficientes diante de um mundo complexo, híbrido (físico e digital) e marcado pela incerteza.

Nessa direção, Morin (2008) propõe o pensamento complexo como alternativa às formas de conhecimento baseadas na redução e na fragmentação dos fenômenos, defendendo a necessidade de religar diferentes dimensões da realidade e considerar suas interações, interdependências e contradições. A complexidade, portanto, não constitui apenas uma característica do objeto investigado, mas também um desafio epistemológico para a própria produção do conhecimento.

Essa perspectiva torna-se particularmente relevante para a compreensão das *smart cities*, nas quais infraestrutura física, tecnologias digitais, dados, sujeitos, instituições e sistemas de governança estabelecem relações contínuas e interdependentes. A incorporação de tecnologias vestíveis (*wearables*) intensifica essa condição ao aproximar o corpo humano das infraestruturas digitais urbanas, transformando o cidadão simultaneamente em usuário do espaço, produtor de dados e participante de sistemas tecnológicos conectados. As fronteiras entre corpo,

ambiente construído e infraestrutura digital tornam-se, assim, progressivamente difusas, configurando aquilo que, neste estudo, é compreendido como *blurry realities*[7].

Dessa forma, a interdisciplinaridade constitui não apenas uma escolha metodológica, mas uma consequência epistemológica da própria natureza do objeto investigado. Se, por um lado, o Direito oferece instrumentos para compreender direitos, deveres, responsabilidades, proteção de dados e mecanismos de governança; por outro, as Engenharias, a Arquitetura e o Urbanismo contribuem para a compreensão dos ambientes construídos e das infraestruturas urbanas, enquanto as áreas relacionadas à tecnologia permitem aprender os sistemas digitais, os dispositivos conectados e a produção e circulação de dados. A articulação desses saberes torna-se fundamental para interpretar fenômenos que se constituem justamente na interseção dessas dimensões. Nessa perspectiva a proposição de uma agenda interdisciplinar para *smart cities* no Brasil parte da premissa de que os desafios decorrentes da integração entre tecnologias vestíveis, ambientes construídos e sistemas jurídicos não podem ser adequadamente compreendidos a partir de uma única perspectiva disciplinar. A investigação desloca-se, portanto, de uma lógica de especialização isolada para uma perspectiva de integração de saberes, buscando compreender como corpo, tecnologia, espaço, dados, Direito e sustentabilidade se articulam na constituição das novas experiências urbanas.

Fisher (2005) em um texto que pode ser entendido como seminal, já apresentava a sustentabilidade como uma dimensão transversal e relevante na relação entre o ambiente construído e o sistema jurídico. Publicado na obra: *Smart & Sustainable Built Environments* (Ambientes Construídos Inteligentes e Sustentáveis, em tradução livre), o autor salienta que tanto o desenvolvimento sustentável quanto a incorporação de atributos de inteligência ao ambiente construído constituem questões que demandam a articulação com um sistema jurídico. Enquanto Perdue, Stone e Gostin (2003) sinalizam a relevância de recorrer ao conhecimento acumulado para

[7] *Blurry realities* ou no idioma Português realidades híbridas constitui, neste estudo, uma categoria analítica utilizada para compreender a crescente indistinção entre as dimensões física e digital da experiência urbana, especialmente quando tecnologias vestíveis conectam o corpo humano aos ambientes construídos e às infraestruturas digitais das cidades inteligentes. A categoria indica a sobreposição entre corpo, espaço, tecnologia e dados, desafiando fronteiras disciplinares e demandando uma abordagem interdisciplinar. Embora no contexto da teoria da comunicação, o trabalho de De Souza et al. (2025) trata de conceitos e teorias sobre espaços híbridos que permite compreender em parte o estado da arte relativo a questões como *blurry realities*. É preciso explicar também que o tema do *blurry realities* não é novo pois Mante-Meijer et al. (1998) já tratava o tema no contexto da flexibilidade do trabalho.

compreender e teorizar a interface entre o ambiente construído e o Direito, Fisher (2005) ampliou essa discussão ao incorporar a sustentabilidade como dimensão estruturante do debate sobre o ambiente construído. Dessa forma, Fisher (2005) contribui para compreender esse ambiente como uma categoria analítica que ultrapassa suas dimensões exclusivamente físicas e espaciais, articulando-se a questões jurídicas, ambientais, sociais e tecnológicas.

Essa perspectiva torna-se particularmente relevante diante da transformação dos ambientes construídos pela incorporação de tecnologias digitais e sistemas inteligentes. Nas cidades inteligentes, a inteligência não se restringe à infraestrutura tecnológica, mas passa a envolver a capacidade de integrar dados, pessoas, espaços e sistemas de gestão para responder a desafios urbanos e ambientais, como já preconizado por Ratti (2013) ao tratar o papel dos seres humanos enquanto cidadãos inteligentes. Nesse processo, sustentabilidade e inteligência podem ser compreendidas como dimensões inter-relacionadas do ambiente construído, ainda que não sejam conceitos equivalentes.

A incorporação de tecnologias vestíveis (*wearables*) aprofunda essa relação ao inserir o corpo humano como elemento conectado às infraestruturas físicas (ambientes construídos) e digitais. Como anteriormente observado, o cidadão passa a produzir e receber dados enquanto experimenta fisicamente a cidade, estabelecendo uma conexão contínua entre corpo, espaço, tecnologia e informação. Ressalta-se que é nesse contexto a categoria analítica *blurry realities* (realidades difusas), destinada a compreender a crescente indistinção entre as dimensões física e digital da experiência urbana é chave. A categoria permite interpretar o ambiente construído contemporâneo não apenas como espaço material, mas como um ambiente híbrido e conectado, no qual tecnologias, dados, sujeitos e infraestruturas se articulam de maneira contínua, e estão subjacentes ao direito humano e ao direito à cidade, bem como as noções de justiça social.

Desse modo, a preocupação com a retroalimentação interdisciplinar entre teoria e prática, bem como com o ensino da relação entre Direito e ambiente construído, encontra-se presente em pesquisas como a de Coffey (2009). O autor enfrentou o desafio de ministrar, para mais de 350 estudantes iniciantes da área de Ambiente Construído, o componente curricular “Gestão Responsável do Território”. É nesse contexto de articulação entre diferentes campos do conhecimento que as

categorias analíticas anteriormente apresentadas passam a ser instrumentalizadas. Coffey (2009) aponta como os campos ambiental e urbanístico do Direito são fundamentais para expor os estudantes às diferentes legislações que incidem sobre o ambiente construído. Adicionalmente, foram utilizados “casos jurídicos” como recurso didático, embora o autor também destaque os desafios pedagógicos dessa abordagem, uma vez que o estudo do Direito pode ser percebido como monótono ou pouco atrativo por estudantes oriundos das áreas relacionadas ao ambiente construído.

A experiência apresentada por Coffey (2009) indica, portanto, que a aproximação entre Direito e ambiente construído não deve ocorrer apenas no âmbito da aplicação normativa, mas também na formação e na produção do conhecimento acadêmico, científico e prático. Essa aproximação torna-se ainda mais relevante diante da transformação dos ambientes construídos pela incorporação de tecnologias digitais, sistemas conectados e dispositivos vestíveis. Se os profissionais responsáveis pela concepção, construção, planejamento e gestão desses espaços citadinos precisam compreender as normas que os regulam, também se torna necessário compreender as novas relações jurídicas decorrentes da produção, circulação e utilização de dados nesses ambientes.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade deixa de ser apenas uma estratégia para aproximar conteúdos curriculares e passa a constituir uma condição para compreender fenômenos urbanos contemporâneos por diversas perspectivas teóricas e metodológicas. Como explicado, a emergência de ambientes construídos inteligentes desloca a discussão tradicional sobre espaço, infraestrutura e regulação para uma realidade na qual corpo, tecnologia, dados e território encontram-se continuamente interconectados. Portanto, a abordagem interdisciplinar, especialmente quando articulada a casos reais, pode constituir um diferencial na formação e na produção do conhecimento. Por exemplo, a pesquisa de Nau et al. (2023), em um primeiro momento, pode não despertar o interesse imediato nem de estudantes de Direito nem daqueles vinculados às áreas do ambiente construído. Contudo, compreender a relação entre esses campos para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à promoção da atividade física nas cidades, por meio da configuração e qualificação do ambiente construído, constitui uma questão de relevância global.

A metodologia de mapeamento das leis relevantes para a promoção da atividade física, especialmente no que se refere à caminhada e ao ciclismo, pode, sob uma perspectiva interdisciplinar conferida em Nau et al. (2023), contribuir para despertar o interesse pela interface entre Direito e ambiente construído para além das relações mais evidentes entre esses campos. Embora o mapeamento jurídico de normas que influenciam a configuração e o uso do ambiente construído não seja uma abordagem isolada na literatura científica, ainda são necessários esforços teóricos e metodológicos capazes de mapear e compreender diferentes realidades em múltiplas escalas, sejam elas locais, nacionais ou globais.

Esse desafio torna-se ainda mais complexo quando o ambiente construído passa a incorporar uma nova camada, a da “inteligência”, caracterizando o contexto das cidades inteligentes no século XXI. Nesse cenário, a transversalidade da inteligência e da sustentabilidade assume especial relevância na atualidade, uma vez que ambas se articulam a questões igualmente transversais, como os avanços tecnológicos, a produção e circulação de dados, a governança urbana e a participação cidadã. A compreensão dessas relações demanda, portanto, uma abordagem interdisciplinar capaz de integrar Direito, ambiente construído, tecnologia e sustentabilidade, reconhecendo que os problemas urbanos contemporâneos não se apresentam de forma isolada, mas como fenômenos interdependentes dentro de uma mesma categoria teórica, a do ambiente construído inteligente.

2.2. AMBIENTE CONSTRUÍDO INTELIGENTE: CIDADES INTELIGENTES E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Antes de abordar o conceito de ambiente construído inteligente e, posteriormente, o histórico sobre a definição do termo cidades inteligentes, torna-se relevante discutir o desenvolvimento sustentável, sua origem conceitual e sua atualidade no âmbito das políticas públicas em escala global. A consolidação do conceito está fortemente associada ao Relatório *Nosso Futuro Comum*, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991) e publicado originalmente em 1987. O documento estabelece uma formulação que se tornou referência internacional para a compreensão do desenvolvimento sustentável, ao relacioná-lo à capacidade de atender às necessidades do presente sem

comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades (CMMAD, 1991).

O desenvolvimento sustentável pode, portanto, ser compreendido como uma perspectiva que busca articular as necessidades da sociedade contemporânea às condições de conservação, proteção e preservação dos recursos e das possibilidades de vida das e para as gerações futuras. Essa concepção desloca o debate sobre desenvolvimento de uma perspectiva exclusivamente econômica para uma abordagem que considera, de forma integrada, dimensões sociais, culturais, ambientais e econômicas. No contexto urbano, essa perspectiva assume particular relevância, uma vez que as cidades concentram população, infraestrutura, atividades econômicas, consumo de recursos e processos de transformação do território.

A partir dessa compreensão, o ambiente construído passa a constituir uma esfera fundamental para a concretização dos princípios do desenvolvimento sustentável. Edificações, espaços públicos, sistemas de mobilidade, infraestrutura urbana e demais elementos que compõem o ambiente construído interferem diretamente nas condições de vida, nos padrões de consumo de recursos, na mobilidade, na saúde, na inclusão social e na qualidade ambiental das cidades. Assim, pensar a sustentabilidade urbana implica também repensar a forma como os ambientes construídos são planejados, projetados, produzidos, regulados e utilizados.

Ainda, é preciso reforçar que a consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável foi relevante por possibilitar uma compreensão distinta da relação entre crescimento econômico e desenvolvimento, deslocando o debate para uma perspectiva que considera as condições sociais, ambientais e econômicas necessárias à manutenção da vida e do bem-estar das gerações presentes e futuras. Ao mesmo tempo, o conceito de desenvolvimento sustentável não estabelece, em sua formulação original, uma oposição absoluta ao crescimento econômico, mas propõe que este seja articulado às necessidades sociais e às condições de preservação ambiental.

Nessa perspectiva, torna-se necessário compreender a sustentabilidade como uma condição multidimensional, cuja realização ultrapassa a dimensão exclusivamente ambiental. Sachs (2002) propõe uma abordagem que contempla diferentes dimensões da sustentabilidade, incluindo as dimensões social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica e política, indicando que o

desenvolvimento sustentável depende da articulação entre diferentes aspectos da realidade. Assim, a sustentabilidade não deve ser compreendida como uma característica isolada, mas como uma condição construída a partir da interação entre diferentes dimensões sociais, econômicas, ambientais, culturais e políticas.

Observa-se que a amplitude do conceito, contudo, também produziu disputas teóricas e conceituais acerca de seu significado e de suas possibilidades de aplicação. A incorporação indiscriminada da expressão “desenvolvimento sustentável” em discursos acadêmicos, empresariais, políticos e institucionais contribuiu para sua disseminação, mas também para o risco de esvaziamento ou apropriação do conceito por diferentes interesses. Dessa forma, a utilização do termo exige atenção às perspectivas teóricas e aos contextos nos quais a sustentabilidade é mobilizada, evitando que sua ampla aceitação resulte em uma categoria excessivamente genérica.

No âmbito das políticas públicas globais, a consolidação da sustentabilidade como princípio orientador produziu avanços institucionais importantes. Um marco contemporâneo desse processo é a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 (UN, 2015). A Agenda estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), desdobrados em metas que abrangem dimensões sociais, econômicas, ambientais, institucionais e de governança. Os ODS constituem, portanto, uma referência internacional para a formulação e avaliação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável, conforme apresentado no Quadro 2. Além disso, o Quadro 2 sintetiza a relação entre cada ODS e a problemática do estudo.

Quadro 2. ODS e problemática do estudo

ODS (a)	Descrição (a)	Relação com a problemática do estudo
1	Erradicação da pobreza	Indireta: relaciona-se às desigualdades socioespaciais e às condições de acesso equitativo aos benefícios decorrentes das cidades inteligentes.
2	Fome zero e agricultura sustentável	Indireta: não constitui dimensão central da problemática, embora integre o desenvolvimento sustentável em sentido amplo.

3	Saúde e bem-estar	Direta: relaciona-se ao bem-estar dos cidadãos, à experiência humana no ambiente construído e à possibilidade de produção de dados fisiológicos por tecnologias vestíveis.
4	Educação de qualidade	Indireta: associa-se à formação, inclusão e capacidade de participação dos cidadãos nos processos de transformação das cidades inteligentes.
5	Igualdade de gênero	Complementar: relaciona-se à necessidade de cidades inclusivas, à não discriminação e à consideração da diversidade dos cidadãos na produção e utilização de dados.
6	Água potável e saneamento	Complementar: integra a infraestrutura e as condições ambientais necessárias à qualidade de vida e ao desenvolvimento urbano sustentável.
7	Energia limpa e acessível	Complementar: relaciona-se à infraestrutura urbana inteligente e à transição para modelos urbanos ambientalmente sustentáveis.
8	Trabalho decente e crescimento econômico	Complementar: associa-se às transformações socioeconômicas decorrentes da inovação tecnológica e ao desenvolvimento urbano sustentável.
9	Indústria, inovação e infraestrutura	Direta: relaciona-se às tecnologias vestíveis, à inovação, à infraestrutura inteligente e à integração entre tecnologias digitais e ambiente construído.
10	Redução das desigualdades	Direta: relaciona-se à inclusão, à equidade no acesso à cidade e às tecnologias e à prevenção de processos discriminatórios ou excludentes associados à transformação digital urbana.
11	Cidades e comunidades sustentáveis	Direta: constitui o ODS de maior aderência à problemática, articulando ambiente construído, cidades inteligentes, sustentabilidade, participação cidadã, inclusão e qualidade de vida.
12	Consumo e produção responsáveis	Indireta: relaciona-se à sustentabilidade dos processos produtivos e tecnológicos, inclusive ao ciclo de vida das tecnologias digitais e vestíveis.
13	Ação contra a mudança global do clima	Complementar: associa-se à necessidade de planejamento e transformação dos ambientes urbanos em direção à sustentabilidade e à resiliência.
14	Vida na água	Indireta: não apresenta relação substantiva imediata com o recorte específico da pesquisa.

15	Vida terrestre	Indireta: relaciona-se de maneira ampla à sustentabilidade ambiental, mas não constitui a dimensão central do objeto investigado.
16	Paz, justiça e instituições eficazes	Direta: relaciona-se aos direitos fundamentais, Direito à Cidade, proteção de dados, transparência, participação cidadã, responsabilização e governança das cidades inteligentes.
17	Parcerias e meios de implementação	Direta: relaciona-se ao caráter interdisciplinar da agenda proposta e à necessidade de articulação entre academia, poder público, cidadãos e demais atores para o desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes.

Fonte: (a) Elaboração própria a partir de UN (2015)

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável apresentam diferentes níveis de relação com o objeto desta pesquisa (direta, complementar ou indireta) sendo que o ODS 11 assume maior centralidade diante da problemática investigada, sendo estruturantes conforme o Quadro 2. Destaca-se, de maneira estruturante, o ODS 11 que versa sobre Cidades e Comunidades Sustentáveis, por sua articulação direta com o ambiente construído, as cidades inteligentes, a sustentabilidade, a inclusão, a participação cidadã e a qualidade de vida. Em relação direta com esse eixo, o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) aproxima-se da experiência humana no ambiente construído e da produção de dados fisiológicos por tecnologias vestíveis; já o ODS 9. Indústria, Inovação e Infraestrutura relacionam-se à inovação tecnológica e à integração entre tecnologias digitais e infraestruturas urbanas; e o ODS 10. Redução das Desigualdades incorpora questões de inclusão, equidade e prevenção de processos discriminatórios ou excludentes associados à transformação digital das cidades.

Por sua vez, o ODS 16. Paz, Justiça e Instituições Eficazes sustenta particularmente a dimensão jurídica da pesquisa, ao dialogar com direitos fundamentais, Direito à Cidade, proteção de dados, transparência, participação cidadã e governança. Finalmente, o ODS 17. Parcerias e Meios de Implementação assumem caráter transversal, reforçando a necessidade de cooperação e articulação entre diferentes atores, instituições e campos do conhecimento para a construção da agenda interdisciplinar proposta.

Em conjunto, esses ODS permitem estabelecer uma conexão entre sustentabilidade, infraestrutura, inovação tecnológica, ambiente construído,

governança e Direito, constituindo uma referência para a análise das transformações decorrentes da incorporação de tecnologias digitais (notadamente dos vestíveis) nas cidades inteligentes contemporâneas, ou que visem tornar-se inteligentes. Essa articulação é particularmente relevante quando se considera que a cidade inteligente não se limita à adoção de tecnologias, mas envolve a reorganização das relações entre sujeitos, infraestruturas, dados, instituições e território, como preconizado por Ratti (2013).

Portanto, torna-se evidente que os desafios contemporâneos do desenvolvimento sustentável exigem, cada vez mais, a articulação entre a inteligência de dados, produzida e processada por sistemas tecnológicos, e a inteligência humana, relacionada à capacidade de interpretação, decisão, participação e governança. Nesse contexto, é necessário compreender que, embora nem todo ambiente construído inteligente seja denominado cidade inteligente, as cidades inteligentes pressupõem a existência de ambientes construídos dotados de diferentes níveis de inteligência, nos quais infraestruturas, tecnologias, dados e sujeitos se articulam para responder às demandas urbanas. Assim, o ambiente construído inteligente, enquanto categoria analítica, pode ser compreendido como uma das dimensões materiais e tecnológicas que dão suporte à constituição das cidades inteligentes, sem que ambos os conceitos sejam considerados sinônimos.

Em suma, o conceito de cidade inteligente relaciona-se historicamente aos avanços nos usos digitais, e notadamente das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), sobretudo, a partir de uma perspectiva orientada à inovação e à utilização de recursos tecnológicos para enfrentar questões urbanas, incluindo aquelas relacionadas à melhoria da qualidade de vida e à promoção do desenvolvimento sustentável (HAMARURAD, 2022). Nesse condão, a cidade inteligente constitui um fenômeno característico da contemporaneidade, em permanente diálogo com a sustentabilidade e em constante transformação, à medida que evoluem as relações humanas, as interações entre humanos e máquinas e as conexões estabelecidas entre diferentes sistemas tecnológicos. A cidade inteligente, portanto, não deve ser compreendida como uma condição estática ou exclusivamente tecnológica, mas como um processo dinâmico de transformação das relações entre sociedade, território, infraestrutura, tecnologia e dados, pois a adjetivação "inteligente" está em constante evolução.

Nessa direção, para autores como Deguchi (2020) o que vem sendo chamado de sociedade 5.0 leva a debater o conceito de sociedades super inteligentes, ou seja, que poderiam ser, de maneira comparada com a inteligência humana, as cidades superdotadas:

> A Sociedade 5.0 pretende levar-nos além da cidade inteligente para a sociedade superinteligente (...). Várias iniciativas de cidades inteligentes foram implementadas em todo o mundo (Tradução própria de DEGUCHI, 2020, p.43).

Observa-se que o ambiente construído é uma perspectiva chave das cidades inteligentes em todo o mundo, pois pressupõem a materialidade de onde as relações tecnológicas e humanas ocorrem. Nesse sentido, recorrer a epistemologia sobre a imagem das cidades é um passo relevante para compreender o ambiente construído no fulcro deste conceito de super inteligência que está em curso, e, que está em constante mudança em função das inovações tecnológicas e humanas alcançadas ao longo da história presente e futura da humanidade. Logo, resgata-se Lynch (2011), que estabeleceu, ainda na década de 1960, um conjunto de cinco elementos que preconizam a "imagem da cidade", a saber: (1) Vias (*paths*): ruas, calçadas e corredores que guiam o deslocamento; (2) Limites (*edges*): barreiras visuais ou físicas (rios, muros, bordas de bairros); (3) Bairros (*districts*): áreas com identidade e características próprias; (4) Marcos (*landmarks*): pontos de referência visual que orientam a navegação; (5) Nós (*nodes*): pontos de convergência e cruzamento importantes para a vida urbana (LYNCH, 2011).

Deste ponto de vista, refletir sobre ambiente construído em *smart cities* requer refletir inegavelmente sobre o papel que métodos de construção sustentáveis assumem para a sociedade (ZHUANG, ZHANG e MUTHU, 2020). Ainda, é possível parametrizar o debate pelo conjunto de cinco elementos de Lynch (2011), e concluir que é indissociável, no bojo da *smart city,* a relação que se estabelece entre inteligência e sustentabilidade (KHAN et al., 2020). Logo, o desenvolvimento sustentável enquanto conceito também tem avançado ao longo da história. Em outras palavras, se antes de 1987 havia uma oposição ao uso do termo, pois este implica uma limitação ao crescimento, nota-se que a partir do relatório de Brundtland conforme CMMAD (1991) houve um avanço a partir da definição.

A partir do conceito seminal sobre desenvolvimento sustentável é possível considerar que para uma cidade ser inteligente é necessário ser sustentável. Assim, tem-se que as relações tecnológicas e humanas precisam considerar a sobrevivência da espécie humana, satisfazendo de maneira inteligente não apenas as gerações do presente, mas as do futuro no que tange o ambiente construído. Portanto, preocupações com a qualidade de vida a partir de tecnologias inerentes ao ambiente construído precisam ser transformadoras do presente e duráveis para o futuro.

A complexidade do debate entre inteligente e sustentável pela perspectiva do ambiente construído em cidades inteligentes, deve ter em conta o desafio da operacionalização do próprio conceito de desenvolvimento sustentável, por uma visão crítica sobre como a decomposição do conceito a partir de dimensões da sustentabilidade (ambiental, social, cultural e econômica, vide SACHS, 2002) é essencial para se aferir de fato o desenvolvimento sustentável e o limite da insustentabilidade. Neste ponto, a literatura científica está repleta de índices e indicadores a partir dos quais se pode estimar limites entre o sustentável e o insustentável, relativos a várias situações relativas ao ambiente construído. Ainda, notadamente a partir do uso de modelos preditivos, têm-se exemplos de soluções considerando universos temporais diversos (em curto, médio e longo prazos) quanto a uma dada solução para cidades inteligentes. Portanto, em cidades inteligentes os métodos de construções têm que ser comprometidos com os pressupostos do desenvolvimento sustentável (ZHUANG, ZHANG e MUTHU, 2020), metrificados e monitorados, o que indica a articulação entre objetivos do desenvolvimento sustentável conforme o Quadro 2.

Essa operacionalização do desenvolvimento sustentável, articulada em suas dimensões ambiental, social, cultural e econômica, é intrinsecamente amparada e moldada por instrumentos jurídicos e marcos regulatórios. A dimensão ambiental, por exemplo, é regida por legislações específicas como, a Lei nº 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente e normas de licenciamento ambiental, que buscam mitigar impactos e promover práticas construtivas verdes (BRASIL, 1981)[8]. A dimensão

[8] Embora a dimensão ambiental seja disciplinada por legislação específica, a exemplo da Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, bem como por normas relacionadas ao licenciamento ambiental e à mitigação dos impactos decorrentes das intervenções no ambiente construído (BRASIL, 1981), esse conjunto normativo não foi incluído no Corpus Textual Jurídico (CTJ). Essa opção constitui uma delimitação metodológica da pesquisa, uma vez que o estudo não pretende realizar uma análise abrangente do Direito Ambiental ou dos instrumentos jurídicos de regulação dos

social, por sua vez, encontra seu lastro em diretrizes do Direito Urbanístico, como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que estabelece a função social da propriedade e da cidade, bem como mecanismos de gestão democrática da cidade. Já a dimensão econômica pode ser impulsionada por incentivos fiscais e regulatórios que favoreçam a inovação sustentável e a economia verde em projetos urbanos (BRASIL, 2001). Portanto, o Direito Urbanístico e Ambiental não é mero pano de fundo, mas agentes ativos na concepção e execução do ambiente construído em cidades inteligentes, exigindo constante adaptação e harmonização com as inovações tecnológicas para garantir um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Para uma reflexão crítica sobre o ambiente construído nas cidades inteligentes, sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, é necessário também realçar os diálogos e as interações estabelecidos entre humanos e máquinas. As relações sociotécnicas constituídas em determinado contexto histórico precisam ser compreendidas a partir de seus efeitos e desdobramentos futuros, especialmente no que se refere à sua capacidade de contribuir positivamente para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, pensar o ambiente construído inteligente implica não apenas compreender as tecnologias disponíveis no presente, mas também refletir sobre como as escolhas tecnológicas contemporâneas poderão reverberar no futuro, considerando seus impactos sociais, ambientais, econômicos e jurídicos.

Assim, do lado humano, a Revolução Cognitiva, ocorrida aproximadamente há 70 mil anos, constitui um dos marcos relevantes da história do *Homo sapiens*, conforme apresentado por Harari (2015). A partir desse processo, os seres humanos desenvolveram e ampliaram capacidades cognitivas que possibilitaram, entre outras características, o uso de linguagens complexas, o pensamento abstrato, a criação de narrativas compartilhadas e a cooperação em larga escala. Essas capacidades contribuíram para distinguir o *Homo sapiens* de outras espécies e foram fundamentais

impactos ambientais das cidades inteligentes. O recorte jurídico concentra-se nos dispositivos diretamente relacionados à problemática investigada, especialmente aqueles referentes ao Direito à Cidade, aos direitos fundamentais, à participação cidadã, à proteção de dados pessoais e à autodeterminação informativa, considerando as implicações decorrentes da integração entre tecnologias vestíveis, produção de dados e ambiente construído. A dimensão ambiental permanece, portanto, incorporada à pesquisa como componente do desenvolvimento sustentável e da qualidade de vida urbana se relacionado tanto com a Constituição Federal e o Estatuto da Cidade, sem, contudo, constituir um eixo autônomo de análise jurídica, evitando-se a ampliação excessiva do corpus e a dispersão do foco analítico adotado.

para a construção das sociedades e das formas de organização humana contemporâneas.

Nesse ponto nevrálgico, torna-se necessário compreender o papel que os seres humanos assumem na construção e no desenvolvimento sustentável das *smart cities*. Essa participação manifesta-se tanto nas formas de interação e participação social quanto nas dimensões comportamentais e cognitivas que podem ser identificadas e, em determinadas circunstâncias, inferidas a partir da produção e do processamento de dados decorrentes das interações entre pessoas, máquinas e ambientes construídos. O cidadão, nesse contexto, deixa de ser apenas usuário da infraestrutura urbana e passa também a constituir um agente produtor de informações que alimentam sistemas tecnológicos e processos de tomada de decisão.

Paralelamente, a tecnologia tem se tornado progressivamente mais ubíqua e, em determinadas situações, menos perceptível na experiência cotidiana. Essa característica é particularmente relevante para a chamada Sociedade 5.0, concebida a partir da integração entre tecnologias avançadas e necessidades humanas, buscando utilizar sistemas inteligentes para enfrentar desafios sociais e melhorar a qualidade de vida. Nesse contexto, ganha força a perspectiva de sociedade "superinteligente", na qual a inteligência humana e a inteligência tecnológica passam a operar de maneira cada vez mais integrada.

Entre as tecnologias que materializam essa aproximação entre humanos e máquinas, encontram-se os *wearables.* Relógios inteligentes, anéis, sensores corporais e outros dispositivos conectados podem acompanhar continuamente determinadas atividades e interações, produzindo dados que ultrapassam os limites tradicionais do ambiente físico, indo ao encontro da hibridização entre físico e digital, o *blurry*. Embora sua utilização não se restrinja à área da saúde, esse campo constitui um importante exemplo de aplicação. Nesse contexto, Panahi (2025) indica que:

> As tecnologias de sensores vestíveis [*wearables*] estão avançando rapidamente, oferecendo oportunidades sem precedentes para a sustentabilidade personalizada, permitindo o monitoramento em tempo real da saúde individual e das exposições ambientais. Essa convergência permite uma compreensão holística de como os fatores ambientais impactam o bem-estar humano e capacita os indivíduos a fazer escolhas de estilo de vida informadas e sustentáveis (Tradução própria de PANAHI, 2025, p.11).

Ainda, Tobin e Cardin (2024, p.91) detalham as tecnologias vestíveis como:

> (...) dispositivos tecnológicos que tem por objetivo facilitar o dia a dia dos seus usuários, sobretudo nas áreas da saúde, dos esportes, da geonavegação, do lazer e no auxílio em atividades domésticas. São artigos que costumam agregar estilo, moda, design e designar status social, tendo em vista a aquisição de aparelhos em um contexto de inovações quase diárias e obsolescência programada. Entretanto, desencadeiam indagações quanto à proteção de dados e à vigilância excessiva por parte de empresas do ramo da tecnologia e pelos Estados (Tradução própria de TOBBIN e CARDIN, 2024, p.91).

Nesse sentido, discutir a inteligência e a sustentabilidade como dimensões dos desafios relacionados aos ambientes construídos, compreendidos a partir de elementos urbanos como vias, limites, bairros, marcos e nós, conforme Lynch (2011), no contexto das cidades inteligentes e sob a perspectiva inovadora das tecnologias vestíveis*,* constitui uma lacuna que ainda demanda maior investigação pela literatura científica em perspectiva interdisciplinar. Embora a integração entre tecnologias digitais, ambiente construído e sustentabilidade venha ganhando relevância, permanecem desafios teóricos e metodológicos para compreender como as tecnologias vestíveis podem mediar as relações entre humanos, máquinas, dados e espaço urbano, especialmente sob uma perspectiva jurídica.

Parte-se, portanto, da premissa de que uma cidade inteligente orientada simultaneamente pela inteligência e pela sustentabilidade requer uma articulação entre capacidades humanas e tecnologias, sem reduzir a inteligência urbana à dimensão tecnológica. Nessa perspectiva, as tecnologias vestíveis assumem particular relevância por constituírem tecnologias capazes de aproximar o corpo humano das infraestruturas digitais e do ambiente construído, produzindo novas formas de interação, participação e geração de dados.

Diante desse contexto, aprofundam-se, a seguir, os conhecimentos sobre os *wearables* enquanto tecnologias inovadoras, considerando dois recortes analíticos centrais para o objeto desta pesquisa: (a) a tecnologia, sob a perspectiva de seu papel na regulação; e (b) o humano, a partir dos direitos humanos e do direito à cidade, o que implica compreender, igualmente, os mecanismos jurídicos de proteção de dados pessoais nos ambientes urbanos tecnologicamente mediados e subordinados à busca pela adjetivação ou manutenção do sentido de inteligente.

2.3. TECNOLOGIAS VESTÍVEIS, INOVAÇÃO E DESAFIOS JURÍDICOS

Abordar as tecnologias vestíveis como inovadoras é reconhecer o seu papel para diversas áreas da sociedade. Nesse sentido, as aplicações para a área da saúde é uma das mais precursoras, conforme já relatado na pesquisa de Panahi (2025). Ressalta-se também que as inovações tidas como inteligentes a partir dos *wearables* dialogam com diversos desafios do ambiente construído e das cidades inteligentes. Por outro lado, Carvalho et al. (2022) detalham como questões relativas ao design dos *wearables* são relevantes dentro da discussão de sistemas complexos, o que permite visualizar o quanto pesquisar sobre a temática, no contexto do ambiente construído e das cidades inteligentes, é uma perspectiva essencialmente interdisciplinar.

Balsamo et al. (2017), refletindo sobre o futuro das cidades inteligentes trouxeram elementos que devem ser ponderados quando o debate é o desenvolvimento sustentável e a busca por uma sociedade super inteligentes, qual seja: a do papel que internet das coisas (termo do inglês *Internet of Things - IoT*) realçando os tipos de pesquisas e desafios inerentes:

> A promessa de cidades inteligentes oferece o potencial de mudar a maneira como vivemos e se refere à integração de sistemas de IoT para aplicações centradas nas pessoas, juntamente com a coleta e o processamento de dados e a tomada de decisões associada. [sendo tópicos proeminentes] (...) as pesquisas em dispositivos, infraestrutura e *software*. Especificamente, os desafios considerados estão relacionados a sistemas e redes de IoT, computação autônoma, sensores e eletrônicos vestíveis e a coordenação de coletivos compostos por agentes humanos e de *software* (Tradução própria de BALSAMO et al., 2017,p.1).

Com os avanços da IA, observa-se que mais essa camada adicional de tecnologia se liga aos desafios das tecnologias vestíveis (Rosca e Stancu, 2025). A articulação entre IA e nanotecnologia vai ao encontro da busca pela superinteligência (SAYYAD e ATTARDE, 2025). Portanto, atuar com os wearables em ambientes construídos no contexto das cidades inteligentes - tendo o compromisso com maior qualidade de vida e desenvolvimento de maneira sustentável - exige um aprofundamento para além dos modismos que marcas podem gerar a partir da produção e consumo de roupas inteligentes.

Isto, do ponto de vista da inovação científica coliga áreas diversas, por exemplo Shi et al. (2020) sublinharam como aplicações microeletrônicas são relevantes, e nisto se inclui um debate sobre nanotecnologia. Nesse sentido, é indispensável compreender que a coleta de dados por tecnologias vestíveis está diretamente ligada ao conceito de *big data* (Lee & Son, 2025), ou seja, de coleta, processamento e análise de grande quantidade de dados. Rahim, Afroz e Akinola (2025) explicaram isto ao tratar problema de análise preditiva (isto é, de cenários futuros) no contexto da saúde. Contudo uma série de outros contextos já foram analisados, como no estudo de Toth (2024) sobre soluções de saúde e esportes.

Ainda, temas sociais complexos tais como a sustentabilidade personalizada já são uma preocupação de pesquisadores sobre tecnologias vestíveis e cidades inteligentes, como o recém artigo de Panahi (2025) explicitou sobre o potencial dos:

> (...) sensores vestíveis para capturar dados sobre parâmetros fisiológicos (por exemplo, frequência cardíaca, níveis de atividade, padrões de sono) e exposições ambientais (por exemplo, qualidade do ar, níveis de ruído, radiação UV). Ao integrar esses fluxos de dados, *insights* personalizados podem ser gerados, revelando correlações entre as condições ambientais e os resultados de saúde individuais. Essa abordagem facilita intervenções proativas, como o ajuste das rotinas diárias para minimizar a exposição a poluentes ou a otimização dos níveis de atividade com base na qualidade do ar em tempo real. Além disso, dados agregados de sensores vestíveis podem fornecer *insights* valiosos para o planejamento urbano e a política ambiental, contribuindo para o desenvolvimento de ambientes de vida mais sustentáveis e saudáveis (Tradução própria de PANAHI, 2024, p.11).

A complexidade associada ao desenvolvimento sustentável e à incorporação da inteligência aos ambientes construídos, especialmente diante do papel que as tecnologias vestíveis podem desempenhar na transformação das cidades imersas em lógicas cada vez mais *blurry* (de hibridismo físico e digital), conduz à necessidade de explorar essas inovações a partir de dois ângulos complementares, quais sejam: os desafios relacionados à regulação das tecnologias vestíveis em cidades inteligentes e os desafios relacionados à dimensão humana, implicando direitos e cidadania. Portanto, este último ultrapassa o debate sobre privacidade e proteção de dados, abrangendo também a participação cidadã e a efetividade dos Direitos Humanos no processo de transformação tecnológica das cidades.

Os desafios jurídicos que emergem na interface entre ambiente construído, cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável, pela perspectiva das tecnologias

vestíveis, apresentam um elemento-chave que pode ser depreendido da relação entre o corpo humano e os biossensores, qual seja: a noção de ubiquidade. No campo da computação e do sensoriamento ubíquos, essa característica está associada à incorporação progressiva de capacidades computacionais e de sensoriamento aos objetos, às atividades e aos ambientes cotidianos, possibilitando que informações sejam captadas e processadas de forma distribuída e contextualizada. Essa perspectiva não é nova, pois já estava presente na obra do autor Essa (2000), ao discutir ambientes capazes de sensoriar atividades humanas e interpretar informações provenientes de diferentes dispositivos, aproximando à ubiquidade computacional da constituição de ambientes inteligentes e responsivos.

Outro aspecto é que no contexto das cidades inteligentes, a ubiquidade adquire uma dimensão espacial e urbana essencial a ser debatida. Gabrys (2014) observa que projetos de cidades inteligentes incorporam formas de computação ubíqua baseadas em sensores distribuídos pelas infraestruturas urbanas e em dispositivos móveis, produzindo novas relações entre sensoriamento, dados, sustentabilidade, governança e cidadania. A cidade passa, assim, a constituir não apenas o espaço físico no qual as tecnologias são utilizadas, mas também um ambiente progressivamente sensoriado e produtor de dados, no qual infraestruturas, dispositivos e sujeitos podem integrar diferentes fluxos informacionais.

Essa problemática insere-se, portanto, no desafio mais amplo de promover ambientes construídos simultaneamente mais inteligentes e sustentáveis, considerando o Direito à Cidade como dimensão fundamental para que os benefícios decorrentes da inovação tecnológica sejam socialmente acessíveis, inclusivos e orientados ao bem-estar coletivo, ampliando a visão de que este estaria apenas subordinado ao ODS 11 (vide Quadro 2). A seguir, são analisados, sob uma perspectiva transversal que articula Direitos Humanos, Direito à Cidade, pela transversalidade da sustentabilidade e das tecnologias, os principais desafios jurídicos relacionados à incorporação das tecnologias vestíveis aos ambientes construídos, no contexto da inteligência destes e das próprias cidades.

2.3.1. Direitos à Cidade encontram os Direitos Humanos

A regulação de tecnologias vestíveis no contexto da cidade inteligente, implicando o debate sobre a tríade ética, leis e normas, constitui um grande desafio

imbricado ao Direito à Cidade. Considerando que os ambientes construídos em cidades inteligentes se relacionam com os cinco elementos de Lynch (2011) - (1) Vias, (2) Limites, (3) Bairros, (4) Marcos e (5) Nós - tem-se que os desafios de regulação de tecnologias vestíveis em cidades inteligentes pressupõem o debate emergente sobre privacidade e governança de dados no planejamento e na gestão dos espaços urbanos, notadamente os públicos.

Antes de debater a regulação, é necessário um olhar atento sobre as questões éticas implicadas nas tecnologias vestíveis. Na área da saúde, como exemplo, Segura Anaya et al. (2018) analisaram a percepção sobre implicações éticas em uma pesquisa on-line com pacientes e usuários de tecnologias vestíveis cujos resultados apontam para questionamentos relevantes quanto ao conhecimento da opinião pública, o que é essencial para o aprofundamento do debate sobre ética no contexto das tecnologias vestíveis:

> (...) os usuários de Dispositivos Vestíveis estão altamente preocupados com questões de privacidade e consideram o consentimento informado como "muito importante" ao compartilhar informações com terceiros. No entanto, os usuários não parecem relacionar questões de privacidade com o consentimento informado. Além disso, os usuários expressaram a necessidade de políticas de privacidade mais concisas e fáceis de ler, um termo de consentimento informado mais compreensível que envolva as autoridades regulatórias e que haja consequências legais para a violação ou uso indevido de informações de saúde fornecidas aos Dispositivos Vestíveis (Tradução própria de SEGURA ANAYA, et al., 2018).

Considerando que os ambientes construídos em cidades inteligentes se relacionam com os cinco elementos de Lynch (2011), os desafios da regulação jurídica de tecnologias vestíveis nesses contextos pressupõem um debate emergente e complexo sobre privacidade e governança de dados no planejamento e na gestão de espaços urbanos, especialmente os públicos. Antes de adentrar a regulação, é crucial uma compreensão clara das distinções e interconexões entre as questões éticas e jurídicas.

Enquanto a ética dita os valores e princípios morais que deveriam guiar o uso das tecnologias vestíveis, o Direito, por meio de leis e normas, estabelece as obrigações coercitivas e os limites legalmente impostos, bem como as consequências de sua inobservância. O estudo de Segura Anaya et al. (2018) ressalta que as preocupações com o armazenamento e o acesso a informações pessoais por terceiros

sem consentimento, embora éticas em sua origem, transcendem a esfera moral para se tornarem questões jurídicas quando envolvem direitos e obrigações legalmente protegidos.

Portanto, além da questão ética, a questão regulatória para o uso de tecnologias vestíveis apresenta nuances a depender dos países ou mesmo das áreas temáticas para às quais são destinados (saúde, esportes etc.). No recente estudo de Pawnikar e Patel (2025), os autores fizeram uma análise com enfoque em *devices* (equipamentos) médicos, comparando três realidades diferentes, a saber: Estados Unidos, União Europeia e Índia. Contudo, no que se refere a realidade brasileira para a privacidade com relação aos dados materializou-se recentemente na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (BRASIL, 2018); portanto um estudo no e sobre o Brasil precisa estar inscrito nesta legislação. A partir da qual fica evidente, no primeiro artigo, que:

> Art. 1º Esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (BRASIL, 2018, p.1).

Esse artigo delimita a relação entre os meios físicos e digitais como ambientes que devem ser regidos por essa legislação, ou seja, isso inclui a questão da realidade híbrida (*blurry*). A preocupação manifestada pelos respondentes da pesquisa de Segura Anaya et al. (2018), no caso do Brasil, estaria ligada tanto à ética quanto à governança dos dados regidos por esta legislação.

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), ou seja, Lei nº 13.709/2018 (BRASIL, 2018), é um importante pilar jurídico para o tratamento de dados pessoais no Brasil, incluindo aqueles coletados por *wearables* no contexto de cidades que são inteligentes, cidades que já são inteligentes, que buscam se manter como tal, ou, ainda, daquelas que não o são e pretendem se tornar. Os princípios fundamentais da lei, como finalidade, adequação, necessidade, livre acesso, qualidade dos dados, transparência, segurança, prevenção, não discriminação e, especialmente, responsabilização e prestação de contas, são cruciais para orientar a coleta de dados fisiológicos e comportamentais evitando-se o foco na adjetivação de inteligente pelo uso de tecnologias como essas.

A LGPD no Brasil (BRASIL, 2018) confere aos titulares de dados direitos específicos, como o acesso, a correção, a eliminação e a portabilidade de seus dados, e estabelece a Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) como órgão responsável pela proteção de dados pessoais e pela fiscalização da legislação. Essa estrutura legal busca assegurar que a inovação tecnológica seja compatível com a proteção dos direitos e garantias fundamentais dos indivíduos.

Ainda no campo da saúde, mas sem se divorciar de aspectos relativos à transversalidade do ambiente construído (vias, bairros etc.) e do contexto das cidades inteligentes, tem-se uma reflexão a partir de Sivakumar et al. (2024) que, ao avaliarem ameaças em termos de privacidade para tecnologias vestíveis, apontam para soluções potenciais, tais como:

> (...) aprimoramento das proteções, o fortalecimento do controle do usuário, o aumento da transparência e o fortalecimento das regulamentações, são examinadas. No entanto, argumenta-se que uma mudança efetiva requer o equilíbrio entre os riscos à privacidade e os benefícios à saúde, considerando também os comportamentos de tomada de decisão humana (tradução própria de SIVAKUMAR, et al., 2024, e1535).

Fica evidente que a regulação não se diferencia apenas por questões de privacidade e pelas legislações entre países diferentes, mas também por áreas-fim diferentes. Por exemplo, para a área da saúde, Sivakumar et al. (2024, e1535) estabelecem uma linha tênue a ser avaliada entre “risco à privacidade e benefício à saúde”. Logo, ao se compreender as cidades inteligentes como o espaço em que os variados temas da vida humana (tais como saúde, esportes, lazer, qualidade de vida etc.) são vivenciados, ao se tratar dos ambientes construídos (vias, bairros etc.), é necessário que o debate sobre ética, legislação e normas seja conduzido de modo a imbricar privacidade de dados e os limites relativos à própria gestão das cidades inteligentes, que cada vez mais propicia o hibridismo entre físico e digital (blurry).

Fatores humanos e tecnológicos, físicos e digitais (incluindo *blurry*), passam a ser elementos chave de uma mesma equação que precisa ter como objetivo final o desenvolvimento de maneira inteligente e sustentado pela perspectiva do ambiente construído que usa das prerrogativas, vantagens e desvantagens do uso de *wearables* por seres humanos que estão cada vez mais conectados no ato de exercerem seus deveres e direitos. Por exemplo, embora na interface com o mundo físico (a partir de

sensoriamento e monitoramento de problemas relativos a tempo, clima, água etc.), note-se que a internet das coisas, de maneira sustentável, vem chancelando uma preocupação com riscos de segurança cibernética no campo dos objetos e sensores (SALAM, 2024), ainda existe um percurso quando o fator humano é requisitado no tornar-se e manter-se como *smart city*.

Outro exemplo específico desses desafios, que diz respeito à qualidade de vida de gestantes, materializou-se no trabalho de Costa (2025), quando se tratou do desenvolvimento de uma plataforma para atividades físicas de gestantes atendidas em Unidades Básicas de Saúde (UBS) da cidade de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo, a partir de dados oriundos de relógios inteligentes. No estudo específico, levando em conta o ambiente construído UBS (e a distância espacial destes para as atividades físicas realizadas pelas gestantes no espaço da cidade), ficou nítido que o objeto do uso de tecnologias vestíveis (acompanhamento da saúde gestacional) e o compartilhamento de dados (pelas pacientes) são uma ponta de uma complexidade maior que se liga, em última instância, a cuidados de saúde como parte de investimentos e políticas públicas:

> (...) Um *chatbot* também foi incorporado ao sistema, com a finalidade de facilitar a comunicação entre gestantes e profissionais de saúde. As entrevistas realizadas evidenciaram dificuldades enfrentadas pelos profissionais, como o uso simultâneo de sistemas distintos (e-SUS, CROSS e Hygea) não integrados, fato que orientou a definição da estrutura de páginas e funcionalidades do sistema proposto. Conclui-se que o uso de tecnologias de monitoramento remoto, como acelerômetros em dispositivos vestíveis, integrado ao acompanhamento profissional, representa uma estratégia viável para o cuidado à saúde de gestantes. A sua implementação em escalada, entretanto, depende de investimentos e de políticas públicas que garantam o acesso equitativo a essas soluções (COSTA, 2025, p. 1).

Por outro lado, o estudo de Tobin e Cardin (2024) sobre o uso de *wearables* no ambiente de trabalho e a imposição de produtividade ressaltou a complexidade da regulação setorial, conectando diretamente o Direito Digital ao Direito do Trabalho. A “autodeterminação informativa do trabalhador”, como ali mencionada, configura-se como um direito de personalidade essencial, exigindo um arcabouço legal que coíba práticas invasivas e discriminatórias. Essa análise indica que a regulação não é homogênea, variando conforme o contexto de aplicação das tecnologias vestíveis e os direitos específicos envolvidos, como a saúde, o lazer ou o trabalho.

Além disso, no Brasil, a governança de dados em cidades inteligentes exige a diferenciação entre a atuação de entes públicos, regida pelo princípio da legalidade, e a de entes privados, que depende do consentimento ou de outras bases legais previstas na LGPD brasileira (BRASIL, 2018). A crescente integração da IA aos sistemas que utilizam tecnologias vestíveis também adiciona uma camada de complexidade jurídica, demandando regulamentação sobre vieses algorítmicos, transparência e responsabilidade legal pelas decisões automatizadas que afetam a vida urbana. Assim, neste e em tantos outros trabalhos que abordam tecnologias vestíveis, não é a regulação apenas da parte tecnológica que está em questão, mas também a construção de uma visão crítica entre as várias partes interessadas, incluindo, como protagonistas, os titulares dos dados em seus respectivos processos de tomada de decisão consciente sobre se o fato de ceder seus dados estar, de fato, contribuindo ou não para um futuro mais inteligente e sustentável.

Logo, o cerne do debate passa a ser em torno do binômio: (1) limites em termos de privacidade e (2) exercício da cidadania a partir da participação humana. Isto porque a participação cidadã pode ser uma aliada no processo de tornar ambientes construídos mais inteligentes de fato, de forma ética e visando atender a todos no presente e no futuro, ou seja, a partir das prerrogativas do desenvolvimento sustentável. Isto porque, em linhas gerais, este tipo de participação requer envolvimento ativo das pessoas nos processos de decisão, formulação, execução e avaliação de políticas, programas e ações que afetam sua vida e a coletividade (ALMEIDA, et al., 2024). A governança dos dados oriundos das tecnologias vestíveis pode ter, na participação e nas decisões cidadãs, uma outra camada de regulamentação (normas e leis) a ser ponderada em prol da inteligência e da sustentabilidade de cidades a ser agregada, de maneira evolutiva, a leis como a própria LGPD no Brasil.

2.3.2. Direitos Humanos encontram os Direitos à Cidade

Diante dos desafios imbricados aos Direitos à Cidade, tem-se nos Direitos Humanos um componente-chave quanto à ética, às leis e às normas, que debate sobre a privacidade, o que leva ao debate sobre os limites e as possibilidades da participação cidadã, e isto precisa ser contextualizado no âmbito da inteligência de cidades como preconizou Ratti (2013). Em perspectiva interdisciplinar, observa-se

que: “Muitos usuários desconhecem vulnerabilidades que podem levar a acesso não autorizado ou discriminação caso informações de saúde sejam reveladas sem consentimento” (Tradução própria de SIVAKUMAR et al., 2024, e1535).

Em estudos como os de Sivakumar et al. (2024) e de Segura Anaya et al. (2018), fica nítido que os desafios sobre privacidade, pela perspectiva da regulamentação e da ética, devem ser contextuais a uma discussão sobre participação cidadã no caso das tecnologias vestíveis em cidades inteligentes. Isso ocorre porque a participação cidadã não é apenas um ideal democrático, mas um direito legalmente garantido, fundamental para a legitimidade e o sucesso das iniciativas de cidades inteligentes. No contexto brasileiro, a CRFB/88 e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) (Brasil, 2001) preveem diversos instrumentos de gestão democrática, como planos diretores participativos e audiências públicas, que precisam ser estendidos e adaptados à realidade digital para envolver o cidadão na definição de políticas sobre o uso de *wearables* e dados na cidade.

A partir da citação de Sivakumar et al. (2024, e1535), ficou evidente que muitos usuários não estão bem informados quando tomam decisões sobre o uso de tecnologias vestíveis (seja para saúde, esportes, geolocalização, entre outros), levando, assim, a um próprio questionamento crítico sobre: até que ponto essas tecnologias vestíveis estão, de fato, alinhadas com princípios de inteligência e sustentabilidade, como preconizado por cidades inteligentes? Ou, ainda, até que ponto podem fazer parte de uma contramão que pode propiciar manipulação humana, colocando a sociedade atual e futura em risco quanto a aspectos sociais, ambientais, culturais e econômicos da sustentabilidade?

Portanto, medidas relativas à regulação também implicam uma visão transversal sobre o papel da educação para a cidadania. Por exemplo, é exigido um letramento sobre as tecnologias vigentes e futuras. Radanliev (2025) começou a tratar a privacidade ética no contexto da IA para tecnologias vestíveis, inclusive destacando a ética ligada à parte técnica dos algoritmos, e ainda tocou em uma questão-chave: o primeiro desafio de um wearable é visto como:

> O primeiro desafio com sensores vestíveis é coletar os dados corretamente. Os dados coletados podem conter ruídos por vários motivos, como posicionamento incorreto do sensor, leituras incorretas, etc. A limpeza dos dados torna-se crucial para garantir a precisão de

> qualquer análise subsequente (Tradução própria de RADANLIEV, 2025, p. 14311246).

Sendo assim, o conhecimento e o consentimento de que se está compartilhando dados pessoais com o uso de um *wearable*, visando tornar uma cidade mais inteligente para as pessoas, é preciso acrescer esta camada à de educação e consciência, em função de um debate crítico sobre ética e regulação quanto à privacidade. Em outras palavras, ser informado sobre o desenho e as finalidades dos algoritmos e a forma de coleta e processamento dos dados, bem como sobre o nível de previsão, em linguagem acessível para leigos, é parte da resolução de problemas éticos que devem ser aliados ao contexto da evocação do letramento tecnológico para a participação cidadã. Portanto, em última medida, não se trata apenas de autorizar, de maneira consciente e esclarecida, o uso dos dados gerados por tecnologias vestíveis por terceiros, mas também de se instrumentalizar para fazer parte de um debate ético em que a visão de cada parte interessada importa.

Assim, mecanismos de transparência são parte-chave para uma participação cidadã no contexto das tecnologias vestíveis em cidades que almejam manter a adjetivação de inteligentes. Juridicamente, o “consentimento informado” para a coleta de dados por tecnologias vestíveis, quando utilizado como base legal, precisa ser juridicamente válido e observar os requisitos estabelecidos pela LGPD de cada país, especialmente quando se trata de dados pessoais sensíveis. Além disso, nas LGPDs, o conceito de “autodeterminação informativa” é crucial, garantindo que o cidadão mantenha maior controle sobre seus dados pessoais, mesmo após o consentimento inicial. A transparência nos mecanismos de coleta e uso de dados não é apenas uma boa prática, mas uma obrigação jurídica relevante, especialmente no contexto da proteção de dados e da governança pública em cidades que buscam adjetivações como inteligente e sustentável. Falhas nesses processos podem levar a consequências jurídicas e à deslegitimação de projetos de cidades inteligentes.

Portanto, esse é um fator primordial sobre como a participação cidadã precisa ser instrumentalizada por um letramento tecnológico e por uma construção tanto individual quanto coletiva, implicando todas as partes interessadas. Por exemplo, na atualidade os problemas com relação às tecnologias vestíveis estão em todas as partes da vida cotidiana contemporânea. Isso fica evidente quando Tobin e Cardin (2024) detalharam os desafios quando o uso do *wearable* está no contexto da

despersonalização no ambiente de trabalho e como isto se liga a um debate aprofundado sobre privacidade e vigilância. Os resultados apontaram para:

> (...) *wearables*, que coletam dados sobre saúde, são dispositivos que permitem o acesso a um superávit comportamental do trabalhador, representando técnica que poderia ser em certos contextos considerada invasiva de privacidade com base no capitalismo de vigilância, especialmente quando utilizados para aferir produtividade, desempenho e incentivar o engajamento em tarefas por meio de gamificação, sendo essencial a tutela do direito à proteção de dados e da autodeterminação informativa do trabalhador, sob pena de imposição de comportamento e enrijecimento/tolhimento da personalidade (Tradução própria de TOBBIN e CARDIN, 2024, p. 1).

Assim, com base em tipos de problemas, alertado por Tobbin e Cardin (2024), ou seja: que o uso de tecnologias vestíveis pode acarretar para a sociedade presente e futura, invalidando avanços na direção de cidades inteligentes e sustentáveis, torna-se relevante empreender uma revisão sistemática da literatura (RSL) em base científica, seguida de uma análise textual (AT), com a finalidade de, ao se combinar ambas técnicas, identificar quais aspectos da participação cidadã em relação a *smart city* (notadamente ao uso de tecnologias vestíveis) são relevantes para compor uma agenda inovadora de recomendações para futuros desenhos alinhados à inteligência e à sustentabilidade das cidades, em termos de planejamento, gestão e políticas públicas. O Quadro 3 apresenta as lições aprendidas neste Capítulo 2 a partir do Guia de Leitura do Capítulo 2 (Figura 2).

Quadro 3. Lições aprendidas com a fundamentação teórica e implicações

Lições aprendidas a partir da fundamentação teórica	**Implicações para a metodologia da pesquisa**
1. A relação entre Direito e Ambiente Construído é essencialmente interdisciplinar. A literatura a partir da revisão narrativa indica a necessidade de articular conhecimentos jurídicos, urbanos, tecnológicos, ambientais e sociais.	A metodologia deve possibilitar a identificação e articulação de diferentes campos do conhecimento, evitando uma análise exclusivamente jurídica ou exclusivamente tecnológica. O corpo e os biossensores tornam-se relevantes para a análise.

2.O ambiente construído contemporâneo ultrapassa sua dimensão exclusivamente física. A incorporação de tecnologias digitais produz um ambiente híbrido, no qual dimensões físicas e digitais se inter-relacionam (*blurry realities*), e isso incluí discutir ubiquidade.	A metodologia deve considerar conjuntamente espaço, tecnologia, dados, sujeitos e instituições, reconhecendo a interação entre dimensões físicas e digitais, e a ubiquidade.
3. Ambiente construído inteligente e cidade inteligente são conceitos relacionados, mas não sinônimos. O primeiro constitui uma dimensão material e tecnológica que contribui para a constituição das cidades inteligentes.	A metodologia deve preservar essa distinção conceitual, permitindo identificar como o ambiente construído participa da constituição de cidades inteligentes sem reduzir ambos os conceitos a uma única categoria.
4. Inteligência e sustentabilidade são dimensões interdependentes, mas não equivalentes. A inteligência urbana não pode ser reduzida à adoção de tecnologias, enquanto a sustentabilidade demanda dimensões ambientais, sociais, econômicas, culturais e políticas.	A análise deve investigar simultaneamente os aspectos tecnológicos e os diferentes componentes da sustentabilidade, especialmente aqueles relacionados aos ODS 9, 11, 16 e 17 (vide Quadro 2).
5. As tecnologias vestíveis aproximam corpo, ambiente construído, infraestrutura digital e produção de dados. O cidadão passa a ser simultaneamente usuário do espaço, produtor de dados e participante de sistemas tecnológicos.	A metodologia deve considerar o indivíduo e sua participação como elementos centrais da análise, especialmente nas relações entre uso de tecnologias vestíveis, produção de dados e transformação urbana.
6. Os desafios jurídicos das tecnologias vestíveis são contextuais e multidimensionais. Privacidade, proteção de dados, saúde, trabalho, segurança, transparência e responsabilidade podem assumir diferentes configurações conforme o contexto de utilização, incluindo de países a partir de revisões constantes de Leis Gerais de Proteção de Dados (LGPD).	A análise deve permitir identificar diferentes categorias de desafios jurídicos, evitando restringir a investigação à privacidade ou à proteção de dados de maneira metonímica, ainda deve considerar os contextos das LGPD.
7. A proteção de dados constitui uma dimensão central, mas não esgota os desafios jurídicos. O consentimento, a transparência, a autodeterminação informativa, a segurança, a não discriminação e a responsabilização também são relevantes.	A metodologia deve contemplar diferentes dimensões da governança e proteção de dados, relacionando-as aos direitos fundamentais e às formas de participação cidadã.

8. A participação cidadã é uma dimensão fundamental da cidade inteligente e sustentável. O cidadão não deve ser compreendido apenas como usuário ou fornecedor de dados, mas como sujeito de direitos e participante dos processos de decisão, que ocupa distintas funções enquanto *stakeholder*.	A metodologia deve identificar como a literatura aborda participação, cidadania, transparência, educação e letramento tecnológico relacionados às tecnologias vestíveis e às cidades inteligentes.
9. A ética e o Direito possuem funções distintas, porém complementares. Questões inicialmente éticas podem adquirir dimensão jurídica quando envolvem direitos, deveres, responsabilidades e consequências regulatórias, e isto está sob diferenças quanto às LGPD de cada país, por exemplo.	A análise deve diferenciar e, simultaneamente, relacionar categorias éticas e jurídicas, permitindo compreender seus pontos de convergência e tensão, bem como compreender que pode haver variação no âmbito da LGPD de cada país.
10. A incorporação *de IA, IoT, Big Data* e outras tecnologias amplia a complexidade regulatória. A evolução tecnológica produz novos desafios relacionados à coleta, processamento, análise, previsão e tomada de decisão baseada em dados quando a tecnologia vestível é parte da coleta dos dados, sendo o contato físico entre humanos e máquinas.	A metodologia deve ser suficientemente aberta para captar tecnologias emergentes e desafios ainda em consolidação, evitando categorias excessivamente restritivas e focadas apenas em relógios inteligentes, anéis inteligentes já popularizados.
11. Existem lacunas na literatura sobre a articulação entre tecnologias vestíveis, ambiente construído, cidades inteligentes, sustentabilidade e Direito. A produção científica identificada ainda se apresenta fragmentada entre diferentes áreas.	Justifica-se a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), associada à Análise Textual (AT), para identificar padrões, categorias, relações e lacunas na produção científica que atualmente é fragmentada.
12. A literatura internacional permite construir um panorama amplo antes do recorte brasileiro. A compreensão dos debates internacionais contribui para identificar conceitos, problemas e experiências que posteriormente podem ser confrontados com a realidade nacional, depreendendo convergências e divergências.	A metodologia deve inicialmente mapear a produção científica de forma ampla e, posteriormente, utilizar os resultados para subsidiar a análise do contexto brasileiro sob a legislação vigente, a ser desenvolvida no Capítulo 4.
13. Os desafios identificados possuem natureza multiescalar e envolvem diferentes partes interessadas - Usuários, empresas, Estado, pesquisadores e demais atores participam da produção, gestão e utilização das tecnologias e dos dados.	A metodologia deve considerar diferentes atores e escalas, buscando identificar convergências, conflitos e responsabilidades na construção de ambientes urbanos inteligentes e sustentáveis.

14. A interdisciplinaridade não constitui apenas uma escolha metodológica, mas uma consequência da natureza do objeto de estudo que implica: corpo, tecnologia, espaço, dados, Direito e sustentabilidade, e que se encontram interconectados.	A combinação de técnicas de pesquisa RSL e AT pode contribuir para superar uma leitura fragmentada do fenômeno que emerge do objeto de estudo, e, assim subsidiar uma agenda interdisciplinar de recomendações baseada em evidências científicas.

Fonte: Elaboração própria a partir da fundamentação teórica conceitual.

Com base na síntese apresentada no Quadro 3, o Capítulo 3 detalha a abordagem metodológica adotada, construída a partir das lições aprendidas com a revisão narrativa dos temas que convergem para a compreensão da problemática inerente ao objeto deste estudo.

3. METODOLOGIA

Para responder à problemática e alcançar o objetivo geral proposto, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, adotando uma abordagem predominantemente qualitativa. Em sua dimensão exploratória, busca-se maior familiarização com o fenômeno investigado (GIL, 2010), particularmente com a interface entre cidades inteligentes, tecnologias vestíveis, regulação jurídica e participação cidadã. Em sua dimensão descritiva, busca-se identificar, caracterizar e sistematizar aspectos e relações relevantes desse fenômeno, de modo a subsidiar, com base em evidências científicas e documentais, a proposição da agenda interdisciplinar estabelecida como objetivo geral da pesquisa. A Figura 3 apresenta um Guia de Leitura do Capítulo 3:

Figura 3. Guia de Leitura do Capítulo 3



Fonte: Elaboração própria, com auxílio do ChatGPT (OpenAI),

A Figura 3 sintetiza a arquitetura metodológica da pesquisa, o percurso parte da ancoragem epistemológica e interdisciplinar do estudo, avança para a coleta e o tratamento de dois conjuntos distintos de evidências (científicas e jurídicas) e culmina na análise e integração interpretativa dos resultados. Em síntese, os Corpus Textual Científico (CTC) deriva da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e é composto pelos

22 artigos selecionados, enquanto o Corpus Textual Jurídico (CTJ) é organizado em três corpus independentes (1, 2 e 3) correspondentes respectivamente à CRFB/88, ao Estatuto da Cidade e à LGPD. Após as análises específicas, as evidências são integradas com o objetivo de identificar convergências, complementaridades, tensões e lacunas capazes de subsidiar a proposição da agenda interdisciplinar da pesquisa.

Nessa arquitetura metodológica, a perspectiva epistemológica fundamenta a compreensão do problema científico, enquanto a interdisciplinaridade orienta a articulação entre os diferentes campos do conhecimento mobilizados, em consonância com as lições aprendidas ao longo da fundamentação teórico-conceitual (vide Capítulo 2). O caráter exploratório e descritivo define a natureza da investigação, e a abordagem predominantemente qualitativa orienta a interpretação das evidências científicas e jurídicas produzidas.

Os procedimentos metodológicos, por sua vez, operacionalizam o percurso delineado para responder ao problema de pesquisa e alcançar o objetivo geral, articulando a constituição e a análise dos corpus textuais científico e jurídico e, posteriormente, a integração das evidências deles provenientes. Esse percurso culmina na proposição de uma agenda interdisciplinar orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no contexto brasileiro. Para tanto, o Capítulo 3 apresenta, inicialmente, a ancoragem epistemológica da pesquisa (Subcapítulo 3.1), seguida dos procedimentos de coleta e tratamento dos dados (Subcapítulo 3.2) e, por fim, das estratégias de análise e integração das evidências (Subcapítulo 3.3).

3.1. ANCORAGEM E EPISTEMOLOGIA DA PESQUISA

A abordagem metodológica também precisa estar ancorada em uma perspectiva epistemológica capaz de compreender a produção do conhecimento científico a partir de rupturas e transformações paradigmáticas, como proposto por Kuhn (2013). Sob essa perspectiva, o conhecimento científico não se desenvolve exclusivamente por acumulação linear, mas também por processos de tensionamento, crise e transformação dos referenciais que orientam determinada comunidade científica.

Essa perspectiva epistemológica mostra-se particularmente pertinente diante da emergência das tecnologias vestíveis aplicadas aos ambientes urbanos

inteligentes. A incorporação de dispositivos capazes de captar, processar, transmitir e produzir dados a partir da interação do corpo com o ambiente desloca as fronteiras tradicionalmente estabelecidas entre sujeito, tecnologia e espaço urbano. Consequentemente, esse fenômeno não se restringe ao domínio tecnológico, uma vez que envolve, simultaneamente, questões relacionadas à proteção de dados, à privacidade, aos direitos fundamentais, à governança, ao desenho dos ambientes construídos, à sustentabilidade e à participação cidadã. Trata-se, portanto, de um objeto cuja complexidade ultrapassa os limites epistemológicos e metodológicos de uma única disciplina.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade é compreendida não apenas como uma aproximação entre diferentes campos do conhecimento, mas como uma estratégia epistemológica diante de um objeto que se constitui na interseção entre diferentes dimensões da realidade. O Direito, os ambientes construídos e as tecnologias digitais passam a integrar uma mesma problemática, na qual o corpo, conectado por meio de *wearables*, participa de redes de produção e circulação de dados capazes de influenciar tanto a experiência quanto a gestão do espaço urbano. Essa condição torna progressivamente difusas as fronteiras entre o físico e o digital, aqui compreendidas como *blurry realities*, e demanda categorias analíticas capazes de apreender essas novas formas de interação sociotécnica, considerando *software* construção de ambientes inteligentes, sustentáveis e justos sob a perspectiva jurídica.

A partir dessa perspectiva, a investigação propõe um deslocamento em relação às abordagens estritamente disciplinares, buscando construir uma matriz interdisciplinar capaz de compreender as implicações jurídicas, espaciais, tecnológicas e socioambientais decorrentes da incorporação de tecnologias vestíveis às cidades inteligentes. A questão epistemológica central deixa, assim, de se restringir à forma como determinada tecnologia pode ser incorporada ao ambiente urbano e passa a abranger quais novos problemas, relações e responsabilidades emergem quando corpo humano, dados, infraestrutura urbana e sistemas digitais passam a operar de maneira cada vez mais integrada, em consonância com a compreensão de Ratti (2013) acerca da inteligência urbana. É nesse espaço de interseção que se situa a proposição de uma agenda interdisciplinar orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no contexto brasileiro.

Como mencionado na parte introdutória desta dissertação, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. A partir da problemática delineada, busca-se, em sua dimensão exploratória, maior familiarização com o fenômeno investigado (GIL, 2010), particularmente com a interface entre *smart cities*, regulação do uso de tecnologias vestíveis e participação cidadã. Em sua dimensão descritiva, busca-se identificar e sistematizar características, relações e aspectos relevantes desse fenômeno, de modo a subsidiar a construção da agenda interdisciplinar proposta.

Para atingir os objetivos estabelecidos, adotou-se uma abordagem de métodos e técnicas, mediante a incorporação sequencial de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados. Nessa arquitetura metodológica, a perspectiva epistemológica fundamenta a compreensão do problema científico; a interdisciplinaridade orienta a articulação entre os diferentes campos do conhecimento mobilizados; o caráter exploratório e descritivo define a natureza da investigação; e os métodos e técnicas estruturam a estratégia metodológica empregada para responder aos objetivos da pesquisa. Os procedimentos adotados são apresentados, respectivamente, nas subseções 3.2 de Coleta e Tratamento de Dados e 3.3 Análise de Dados.

3.2. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Para a compreensão geral do processo de coleta e tratamento de dados, é preciso detalhar a equivalência terminológica nas estratégias de busca, o que é descrito no Quadro 4.

Quadro 4. Equivalência terminológicas

Corpus Textual Científico (a)	**Corpus Textual Jurídico**
("smart cit*" OR "smart urban*" OR "intelligent cit*") AND (wearabl* OR "wearable technolog*" OR "wearable sensor*" OR "body sensor*")	“cidade inteligente”; “inteligência urbana”; “tecnologia vestível”; “sensor corporal”

Fonte: Elaboração própria para consulta das fontes (a) *Web of Science* (2026); (b) (BRASIL, 2026a e 2026b).

Ademais é preciso justificar o uso de uma única base científica e a seleção da Web of Science, Embora a inclusão de outras bases científicas, como a Scopus,

pudesse ampliar a cobertura da literatura e identificar estudos adicionais, a delimitação à Web of Science constituiu uma decisão metodológica relacionada ao assegurar a uniformidade na aplicação dos critérios de busca, elegibilidade e análise bibliográfica contribuindo para a consistência metodológica do levantamento.

Adianta-se que para os dados científicos, a partir desse Quadro 4, que as evidências provenientes do corpus textual científico, após RSL adotando o Protocolo PRISMA (2020), chega-se ao resultado (n=22) artigos científicos, extraídos da WoS, o que permitirá identificar como a produção científica tem abordado as relações entre tecnologias vestíveis, cidades inteligentes, ambiente construído, sustentabilidade, participação cidadã, produção e utilização de dados e desafios jurídicos.

Paralelamente, sobre os dados jurídicos, foi empreendida a primeira busca na página de Legislação do Planalto.gov brasileiro (Brasil, 2026a), a qual retornou zero resultados com os termos do Quadro 4 no idioma Português. Portanto, se manteve os três resultados encontrados na revisão narrativa (Capítulo 2), quais sejam: (1) Constituição Federal 1988 (Brasil, 1988); (2) Estatuto da Cidade (Brasil, 2001); Lei Geral de Proteção de Dados (Brasil,2018). A seguir é detalhado o processo de coleta e tratamento dos dados científicos (subcapítulo 3.2.1) e jurídico (subcapítulo 3.2.2.).

3.2.1 Coleta e tratamento de dados científicos

A adoção da RSL mostrou-se pertinente por possibilitar um processo estruturado, transparente e reprodutível de identificação, seleção e análise da produção científica. Paul e Criado (2020) observam que existem diferentes modalidades de revisão da literatura, incluindo distintas formas de revisões sistemáticas. Diferentemente de revisões de caráter narrativo, a RSL pressupõe a explicitação dos procedimentos de busca, seleção e elegibilidade dos estudos, permitindo que o percurso metodológico seja compreendido e reproduzido, consideradas as condições e o horizonte temporal definidos para a investigação.

Para orientar o relato do processo de identificação e seleção dos estudos, adotou-se o PRISMA 2020 (PAGE et al. 2021). O protocolo oferece instrumentos destinados a favorecer a transparência do relato das revisões sistemáticas, entre os quais se encontram listas de verificação e diagramas de fluxo utilizados para representar as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.

Nesta dissertação, o *checklist* do PRISMA 2020 e fluxograma preenchido é apresentado respectivamente nos Apêndices A1 e A2.

A busca bibliográfica foi realizada na Coleção Principal da *Web of Science* (*WoS*), disponível por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Portal CAPES). A escolha da WoS decorreu de seu caráter multidisciplinar e de sua cobertura de periódicos científicos e índices de citações de diferentes campos do conhecimento, aspecto particularmente relevante diante da natureza interdisciplinar do objeto desta pesquisa. A estratégia de busca foi construída a partir dos dois núcleos temáticos centrais da investigação: tecnologias vestíveis e cidades inteligentes.

Para tanto, utilizou-se a seguinte sentença de busca, filtrando-se por resumos (*abstract*) na *Web of Science - WoS* (2026): *("smart cit*" OR "smart urban*" OR "intelligent cit*") AND (wearabl* OR "wearable technolog*" OR "wearable sensor*" OR "body sensor*")* Os operadores booleanos AND e OR foram utilizados para recuperar documentos que apresentassem simultaneamente os núcleos temáticos, enquanto o asterisco (*) foi empregado como operador de truncamento, permitindo recuperar variações dos termos pesquisados. Com base no Checklist (v. Apêndice A1) e no Fluxograma PRISMA (v. Apêndice A2), detalha-se:

(1) Etapa de Identificação: os registros identificados com string de busca foram (n=365) materiais. Após a aplicação dos filtros referentes ao: (a) tipo documental: artigos científicos (n=182); (b) idioma: inglês (n=361): Tipo de acesso: Aberto (n=91) foram excluídos (n=274) materiais que não preenchiam os três critérios: artigos científicos no idioma inglês com tipo de acesso aberto. Daí, foram recuperados 91 artigos científicos publicados no idioma inglês com acesso aberto para a Etapa de Triagem. Ressalta-se que os registros foram organizados dos mais citados para menos citados, e, exportados em formato RIS. e EXL. e posteriormente o RIS. foi importado para o Rayyan[9], utilizado como ferramenta de apoio à organização e à seleção dos estudos. Nesta, foram identificadas zero (n=0) duplicatas.

[9] Rayyan é uma plataforma digital de apoio à condução de revisões sistemáticas da literatura, que permite importar referências bibliográficas, identificar registros duplicados, realizar a triagem de estudos e organizar decisões de inclusão e exclusão, contando também com recursos de inteligência artificial para auxiliar o processo de seleção (RAYYAN, 2025).

(2) Etapa de Triagem: Os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos a partir da articulação entre o problema de pesquisa, os objetivos específicos e as dimensões identificadas na fundamentação teórico-conceitual apresentada no Capítulo 2. Essa opção busca assegurar que a seleção dos estudos não seja orientada apenas pela ocorrência dos termos utilizados na estratégia de busca, mas principalmente pela pertinência de seu conteúdo para a compreensão interdisciplinar das relações entre tecnologias vestíveis, ambiente construído, cidades inteligentes, sustentabilidade, participação cidadã e desafios jurídicos. Considerando que dificilmente um único estudo contempla simultaneamente todas as dimensões que constituem o problema desta dissertação, foram definidos critérios nucleares de inclusão associados a dimensões analíticas complementares. Para integrar o corpus final, a publicação deve atender ao critério nuclear (que é o CI.1) e apresentar relação substantiva com pelo menos uma das dimensões analíticas estabelecidas (CI 2- CI 6) no Quadro 5.

Para a composição do corpus final, o atendimento ao CI1 foi considerado obrigatório, devendo o estudo atender adicionalmente a pelo menos um dos critérios CI2 a CI6. Essa estratégia permitiu preservar o núcleo temático da RSL, qual seja: a relação entre tecnologias vestíveis e cidades inteligentes, sem exigir que cada artigo contemplasse isoladamente todas as dimensões interdisciplinares investigadas.

Os critérios CI2 a CI6 correspondem às principais dimensões analíticas derivadas do percurso teórico desenvolvido no Capítulo 2 e articulam-se aos objetivos específicos da dissertação. O CI2 aproxima a RSL da discussão sobre Direito e ambiente construído e da categoria ambiente construído inteligente; o CI3 contempla a relação entre cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável; o CI4 incorpora a participação cidadã como dimensão fundamental da inteligência urbana; o CI5 concentra os desafios jurídicos e regulatórios associados às tecnologias vestíveis; e o CI6 permite identificar possibilidades de utilização dos dados produzidos por esses dispositivos na compreensão, no planejamento e na governança dos ambientes urbanos.

Essa estrutura também responde ao caráter interdisciplinar da investigação. Não se pressupõe que os estudos recuperados apresentem, individualmente, uma abordagem interdisciplinar completa. Ao contrário, as diferentes perspectivas identificadas no corpus são posteriormente analisadas e integradas, permitindo reconhecer convergências, lacunas e possibilidades de articulação entre Direito,

ambiente construído, tecnologias vestíveis, participação cidadã e sustentabilidade. Essa integração constitui etapa fundamental para subsidiar a proposição da agenda interdisciplinar prevista no objetivo geral da pesquisa.

Quadro 5. Critérios para Corpus Textual Científico

Critérios de inclusão (CI)	**Critérios de exclusão (CE)**
CI1. Critério nuclear: artigo científico, publicado em inglês, que aborda tecnologias vestíveis em relação a *smart cities*, cidades inteligentes ou ambientes urbanos inteligentes.	CE1. estudos nos quais *wearables* ou *smart cities* sejam apenas mencionados, sem constituírem elementos substantivos da investigação.
CI2. Ambiente construído: estudos que relacionem *wearables* ao ambiente construído ou às dimensões físicas, digitais ou híbridas do espaço urbano.	CE2. estudos sobre *wearables* restritos a contextos clínicos, laboratoriais, esportivos ou individuais, sem relação com o ambiente urbano, o ambiente construído ou as cidades inteligentes.
CI3. Sustentabilidade: estudos que discutam contribuições, aplicações, impactos ou limitações dos *wearables* relacionados ao desenvolvimento sustentável das cidades.	CE3. estudos exclusivamente técnicos sobre componentes, desempenho de dispositivos, protocolos de comunicação ou desenvolvimento de *hardware* e *software*, sem relação substantiva com as dimensões investigadas nesta pesquisa.
CI4. Participação cidadã: estudos que abordem o cidadão como usuário, participante, produtor ou compartilhador de dados no contexto urbano.	CE4. estudos cujo objeto e resultados não apresentem pertinência para nenhuma das dimensões analíticas definidas nesta pesquisa.
CI5. Dimensão jurídica e regulatória: estudos que abordem regulação, governança de dados, privacidade, proteção de dados, consentimento, autodeterminação informativa, direitos fundamentais, Direito à Cidade, ética ou responsabilidade associados à utilização de *wearables* em contextos urbanos.	CE5. documentos que não atendam aos critérios formais previamente definidos para a RSL, incluindo tipo documental e idioma.
CI6. Dados e governança urbana: estudos que discutam a produção, o compartilhamento ou a utilização de dados provenientes de tecnologias vestíveis para compreensão, planejamento, gestão ou governança do ambiente urbano.	

Fonte: elaboração própria

Como mencionado, os 91 registros recuperados após a aplicação dos filtros iniciais foram exportados da Web of Science (WoS) em formato *RIS e *XLS[10] e importados no formato *RIS para a plataforma *Rayyan*. Essa plataforma de IA foi utilizada como ferramenta de apoio à organização e à triagem dos documentos, permitindo registrar as decisões de inclusão e exclusão de acordo com os critérios previamente estabelecidos.

A seleção foi realizada pela autora, enquanto revisora, mediante análise dos títulos e resumos para os critérios de inclusão (CI) e, para os critérios de exclusão (CE) foi necessária a leitura do texto completo (n=43) para a determinação da elegibilidade. As decisões de inclusão e exclusão foram registradas de modo a possibilitar a apresentação transparente do percurso de seleção no fluxograma PRISMA 2020 (v. Apêndice A2).

Importa destacar que a plataforma Rayyan foi empregada como ferramenta de suporte ao processo de revisão, não substituindo o julgamento analítico da pesquisadora. A decisão acerca da elegibilidade de cada estudo decorreu da aplicação dos critérios apresentados no Quadro 5 e de sua pertinência em relação ao problema e aos objetivos da pesquisa. Ao final desse processo, constituiu-se o corpus textual científico da RSL (n=22) codificando-o conforme orientado pelo Manual de Salviati (2017) sobre o uso do *software* IRaMuTeQ (2025), como: **** *art_n (1 a 22) *orig_n (1 a 91) *year_ (2017 a 2026) *journal_x onde “x” é o nome da publicação (Journal). Adicionalmente o termo “year” significa ano de publicação.

A codificação adotada pode ser conferida caso a caso a partir do detalhamento dos Apêndices B1, B2 e B3. Por fim, os resultados apurados nesta etapa auxiliam na construção de evidências derivadas do corpus textual científico destinado à caracterização do estado da arte sobre a temática das relações entre tecnologias vestíveis e cidades inteligentes, objeto deste estudo.

3.2.2. Coleta e tratamento de documentos jurídicos

[10] Os registros bibliográficos recuperados nas bases de dados foram exportados nos formatos RIS que é a padronização do sistema de informação de pesquisa, em inglês deriva do termo *Research Information Systems,* destinado ao intercâmbio de referências bibliográficas entre sistemas, e XLS que se relaciona com o *Excel Spreadsheet* utilizado para a organização, sistematização e análise dos dados em planilhas eletrônicas.

A segunda frente de coleta e tratamento de dados correspondeu à identificação e seleção de documentos jurídicos relevantes para a compreensão do contexto brasileiro. Essa etapa mostrou-se necessária porque a RSL permitiu identificar o estado da arte internacional e as principais dimensões científicas do problema, mas não substitui a análise específica dos instrumentos normativos aplicáveis à realidade brasileira. A seleção documental foi orientada pelas categorias jurídicas emergentes da fundamentação teórico-conceitual apresentada no Capítulo 2, e do próprio resultado da RSL combinada com Análise Textual (AT), especialmente aquelas relacionadas aos direitos fundamentais, ao Direito à Cidade, à proteção de dados pessoais, à autodeterminação informativa, à participação cidadã, à governança urbana e à utilização de tecnologias vestíveis em ambientes construídos inteligentes.

Portanto, foram considerados documentos jurídicos de natureza constitucional, legal e normativa relacionados diretamente ao objeto da pesquisa em nível federal, incluindo: (1) Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988); (2) Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001); e (3) Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD (BRASIL, 2018).

O conjunto de documentos selecionados constitui o corpus jurídico da pesquisa, posteriormente analisado em articulação com as evidências provenientes da RSL. Essa combinação permite confrontar a produção científica com o contexto normativo brasileiro, contribuindo para identificar convergências, lacunas regulatórias e possibilidades de avanço. Logo, os corpus textuais científico e jurídico constituídos nesta etapa fornecem a base empírica para os procedimentos de tratamento e análise de dados apresentados no subcapítulo 3.3.

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi estruturada considerando os dois corpus textuais constituídos na etapa de coleta: (a) o corpus científico, proveniente dos artigos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL); e (b) o corpus jurídico, formado pelos documentos jurídicos selecionados para a análise do contexto brasileiro. Embora distintos quanto à natureza e à origem dos dados, ambos, corpus científico (subcapítulo 3.3.1) e corpus jurídico (subcapítulo 3.3.2) foram tratados e analisados de maneira complementar e, posteriormente, integrados (subcapítulo

3.3.3.), em consonância com o caráter interdisciplinar da pesquisa e com o objetivo de subsidiar a proposição de uma agenda orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no Brasil.

Observa-se que todas as figuras relativas a Nuvens de Palavras (NP) e de Análise de Similitude (AS) derivadas do processamento via suporte do *software* IRaMuTeQ (2025) tiveram os termos do corpus textuais na categoria advérbios transformados em suplementares, o restante foi mantido o padrão. Além disso, foi padronizada utilização de frequência mínima igual ou maior que 10 termos. Ademais, é preciso salientar que o corpus textual científico CTC na etapa de integração com o corpus textuais jurídicos (CTJs 1, 2 e 3) foi traduzido com suporte do ChatGPT conforme descrito na declaração disponível no Apêndice D.

3.3.1. Corpus Textual Científico (CTC)

Após a conclusão das etapas de identificação, triagem e elegibilidade da RSL, sistematizadas por meio do PRISMA 2020 e de seu respectivo *checklist* e fluxograma (Apêndices A1 e A2), foi constituído o corpus textual científico (CTC) da pesquisa. Esse corpus foi formado pelos resumos (*abstracts*) dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no Quadro 5, formado por (n=22).

A utilização dos resumos como unidade textual buscou assegurar maior padronização do corpus, uma vez que esse elemento está presente nos registros bibliográficos recuperados e sintetiza aspectos relacionados aos objetivos, métodos e principais resultados dos estudos. Os resumos (*abstracts*) foram organizados e preparados para processamento computacional, preservando-se a vinculação de cada segmento textual ao respectivo documento de origem.

Para apoiar a AT, foi utilizado o *software* IRaMuTeQ (2025), versão 0.7 Alpha 2, gratuito e de código aberto. Esse programa possibilitou diferentes formas de tratamento estatístico de dados textuais, permitindo explorar a estrutura lexical do corpus e identificar relações entre termos e padrões presentes no conjunto documental. O *software* já foi utilizado pela pesquisadora em investigação anterior relacionada à gamificação e ao desenvolvimento sustentável urbano no âmbito da pesquisa publicada por Fraga et al. (2025). Na presente dissertação, foram empregados procedimentos de estatística textual e, especificamente: (a) Nuvem de Palavras - NP; (b) Análise de Similitude - AS

A interpretação dos resultados foi orientada, entre outras referências metodológicas, por Salviati (2017). Explicasse que: (a) Nuvem de Palavras: é uma aglutinação dos termos mais frequentes do corpus textual, onde os termos mais frequentes são maiores que os menos frequentes; (b) Análise de Similitude: é fundamentada na Teoria dos Grafos, foi utilizada para identificar relações de coocorrência entre formas lexicais, permitindo visualizar conexões, centralidades e estruturas de associação presentes nos *corpus* textuais, por meio de halos (comunidades de palavras) e grafos que interligam a coocorrência de termos, sendo as linhas mais ou menos grossas a depender da intensidade dessa coocorrência. Adicionalmente, para a exploração lexical, foram considerados os parâmetros estabelecidos para o processamento no *software* IRaMuTeQ (2025), incluindo os critérios de frequência definidos para a análise, como frequência igual ou maior que 10 tanto para a Nuvem de Palavras, quanto para a Análise de Similitude.

No caso do corpus textual científico esta análise possibilitou reconhecer como determinados conceitos se articulam na produção científica selecionada e identificar aproximações entre temas relacionados às tecnologias vestíveis, ao ambiente construído, às cidades inteligentes, à sustentabilidade, à participação cidadã e aos desafios jurídicos.

Os resultados produzidos com o apoio do *software* IRaMuTeQ (2025) foram interpretados à luz da fundamentação teórico-conceitual apresentada no Capítulo 2 e das dimensões relacionadas ao problema e aos objetivos da pesquisa. Desse modo, os procedimentos computacionais e estatísticos não foram considerados um fim em si mesmos, mas recursos de apoio à interpretação qualitativa do estado da arte, contribuindo para identificar convergências, associações, lacunas e dimensões emergentes na literatura científica.

3.3.2. Corpus Textual Jurídico (CTJ)

O segundo corpus foi constituído pelos documentos jurídicos selecionados conforme os procedimentos descritos no subcapítulo 3.2. Diferentemente do Corpus Textual Científico (CTC), sua análise não teve como finalidade caracterizar o estado da arte, mas compreender de que maneira as dimensões identificadas na fundamentação teórico-conceitual e na literatura científica encontram correspondência, proteção, limites ou lacunas no ordenamento jurídico brasileiro.

Cumpre reforçar que são três instrumentos normativos com funções, extensões e universos semânticos muito diferentes, a saber: (1) CF/1988 (Brasil, 1998) estabelece direitos, princípios e competências, o que permite abranger os direitos fundamentais, direitos sociais, política urbana, ciência/tecnologia e meio ambiente; (2) Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) disciplina a política urbana, o que possibilita a operacionalização do direito à cidade, ambiente construído, qualidade de vida, acessibilidade, conforto e planejamento urbano; e, (3) LGPD (Brasil, 2018) que disciplina a proteção e o tratamento de dados pessoais, o que permite compreender limites e garantias relativos à produção, tratamento e uso de dados pessoais, especialmente dados de saúde e biométricos.

Portanto, foram incluídos no Corpus Textual Jurídico (CTJ), construído de maneira individual para cada documento, os dispositivos normativos que apresentassem relação direta com pelo menos uma das dimensões constitutivas do problema de pesquisa. Essa etapa de inclusão e exclusão do tratamento dos dados permitiu construir um panorama jurídico do contexto brasileiro relacionado ao objeto investigado, identificando eventuais lacunas, tensões e necessidades de articulação diante das transformações decorrentes da crescente integração entre corpo, dados, tecnologias e ambiente construído, conforme descrito no Quadro 6:

Quadro 6. Critérios para os Corpus Textuais Jurídicos

Corpus Textual		**Critérios para definição do arcabouço jurídico**	
Codificação	**Fonte**	**Dimensionalidades (D)**	**CTJ**
CTJ - 1: **** *doc_CF	Constituição Federal 1988 (BRASIL,1988)	D1. Fundamentos, cidadania e dignidade humana; D2. Direitos fundamentais, privacidade, informação e proteção de dados; D3. Direitos sociais e condições de vida urbana; D4. Competências públicas relacionadas ao bem-estar e ao ambiente urbano; D5. Política urbana e função social da cidade; D6. Ciência, tecnologia e inovação; D7. Meio ambiente e qualidade de vida	Art. 1º, II e III; Art. 3º, III e IV; Art. 5º, caput, X; XII, XIV, XXXIII, LXXII, LXXIX; Art. 6º; Art. 23, II, V, VI, IX e X; Art. 182, caput, §§ 1º e 2º; Art. 218, caput, §§ 1º e 2º; Art. 225, caput, § 1º, IV e V.

CTJ - 2: **** *doc_EstatutoCidade	Estatuto das Cidades (BRASIL,2001)	D1. Direito à cidade, bem coletivo e bem-estar; D2. Planejamento, ordenamento e desenvolvimento urbano; D3. Infraestrutura, serviços, transporte e mobilidade urbana; D4. Sustentabilidade e ambiente construído; D5. Conforto, acessibilidade, ergonomia, segurança e saúde; D6. Impactos urbanos e qualidade de vida; D7.Função social, participação e acesso à informação urbana	Art. 1º, PU; Art. 2º, I, II, IV, V, VI, VIII, IX, X, XII, XIII, XVII, XIX, XX, XXI; Art. 3º, IV. Arts. 36, 37, 38, 39 e 40, § 4º; Art. 41, § 3º.
CTJ - 3: **** *doc_LGPD	LGPD (BRASIL, 2018)	D1. Direitos fundamentais, privacidade e autodeterminação informativa; D2. Dados pessoais, dados sensíveis e anonimização; D3. Princípios e limites do tratamento de dados; D4. Bases legais, consentimento e pesquisa científica; D5. Tratamento de dados sensíveis e dados relacionados à saúde; D6. Direitos do titular e controle sobre os dados; D7. Tratamento de dados pelo Poder Público; D8. Governança, segurança e avaliação de riscos	Art. 1º; Art. 2º; Art. 5º, I, II III, X, XI, XII, XVII, XVIII; Art. 6º. Art. 7º, I, III, IV; Art. 11; Art. 12; Art. 13; Art. 18; Art. 23; Art. 37; Art. 38; Art. 46.

Fonte: Elaboração própria com base em: Brasil (1988, 2001, 2018).

A partir do Quadro 6 que as dimensionalidades (D) apresentadas neste foram estabelecidas exclusivamente para orientar e conferir rastreabilidade ao recorte dos dispositivos que compõem cada Corpus Textual Jurídico (CTJ), tendo como referência o problema e os objetivos da pesquisa. Dessa forma, não correspondem a categorias analíticas previamente impostas à análise lexical que é suportada pelo *software* IRaMuTeQ (2025). Após a delimitação dos dispositivos juridicamente pertinentes, cada documento foi tratado separadamente neste *software*, permitindo que as estruturas lexicais emergiram do próprio conteúdo normativo. Posteriormente, os resultados obtidos nos três CTJs foram confrontados entre si (e contextualizados à

realidade governamental brasileira) e, em seguida, com aqueles provenientes do Corpus Textual Científico (CTC) permitindo a integração das evidências científicas e jurídicas. Por fim, ressalta-se que a contextualização governamental, ocorreu com consultas adicionais sistematizadas às fontes Brasil (2026a) e Brasil (2026b), conforme descrito no subcapítulo 4.2.

3.3.3. Integração das evidências científicas e jurídicas

Ambas as revisões sistemáticas não foram pré-registradas e não derivaram em meta análises, pois esses não eram objetivos do estudo. Após o tratamento e a análise específicos dos dois corpus textuais (científico e sendo, como já mencionado, o jurídico subdividido em corpus CTJ 1, CTJ 2, CTJ 3 correspondentes respectivamente ao arcabouço jurídico das fontes Brasil 1998; Brasil, 2001 e Brasil, 2018, ou seja, CRFB/88, Estatuto da Cidade, Lei Geral de Proteção de dados), realizou-se uma etapa de integração interpretativa das evidências encontradas tanto no CTC, quanto no CTJ (1,2 e 3).

Ressalta-se que esta etapa corresponde diretamente ao caráter interdisciplinar da investigação, uma vez que a compreensão do problema de pesquisa não decorre isoladamente da literatura científica, nem exclusivamente do ordenamento jurídico brasileiro, mas da articulação entre diferentes dimensões do fenômeno investigado. Assim, a integração dessas duas perspectivas (científica e jurídica) foi realizada com base nas dimensões analíticas estabelecidas ao longo da pesquisa, buscando identificar convergências, complementaridades, tensões e lacunas entre as evidências provenientes da literatura científica e o arcabouço jurídico brasileiro.

Dessa forma, a análise avançou para além da descrição isolada dos achados de cada corpus, possibilitando uma interpretação interdisciplinar do objeto investigado. Esse percurso analítico configura-se como uma contribuição para a construção de uma agenda interdisciplinar capaz de articular as dimensões científica e jurídica da temática e de orientar seus desdobramentos futuros, oferecendo, assim, uma resposta integrada, contextualizada, e fundamentada à problemática apresentada na parte introdutória desta pesquisa. Ressalta-se que os resultados obtidos, por meio das análises lexicais, incluindo nuvens de palavras (NP) e análises de similitude (AS), não constituem, isoladamente, fundamento para conclusões

jurídicas, mas oferecem subsídios exploratórios à interpretação dos dispositivos normativos examinados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para apresentar e discutir os resultados alcançados na etapa empírica da pesquisa, este capítulo foi estruturado de acordo com o percurso analítico estabelecido no Capítulo 3, organizado em três movimentos complementares: (1) tratamento, análise e discussão das evidências científicas, que permitem caracterizar o estado da arte sobre as relações entre tecnologias vestíveis e cidades inteligentes (subcapítulo 4.1); (2) tratamento, análise e discussão das evidências jurídicas, voltados à compreensão do contexto jurídico brasileiro relacionado ao objeto investigado (subcapítulo 4.2); e (3) integração interpretativa das evidências científicas e jurídicas, buscando analisar convergências, complementaridades, tensões e lacunas entre as duas fontes de evidência (subcapítulo 4.3). A Figura 4 apresenta o Guia de Leitura deste Capítulo:

Figura 4. Guia de Leitura do Capítulo 4



Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que este terceiro movimento constitui a etapa de síntese da investigação e fornece as bases para a proposição de uma agenda interdisciplinar situada na interface entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis,

orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no contexto brasileiro.

4.1. EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS A PARTIR DO ESTADO DA ARTE

Com relação a construção dos resultados a partir da metodologia adotada, tem-se que dos 91 registros, nenhum apresentava duplicata, conforme verificado com o apoio da ferramenta *Rayyan*. Contudo, foram identificados muitos trabalhos nos quais *smart cities* e *wearables* aparecem apenas como exemplos de campos de aplicação de IoT, segurança, sensores ou sistemas de saúde. Aplicando-se a regra de atendimento obrigatório ao CI1, acrescida de pelo menos um critério entre CI2 e CI6 (vide Quadro 5), foram preliminarmente incluídos 43 artigos científicos (n=43), publicados em inglês (ver Apêndice B2).

Ressalta-se que a utilização do PRISMA 2020 na RSL permitiu evitar o viés de adaptar os critérios para conservar artigos conceitualmente atraentes, mas que não atendessem aos critérios de inclusão (CI), conforme as regras previamente estabelecidas. Cabe destacar que, nos casos limítrofes, a decisão definitiva quanto à elegibilidade fez parte da etapa subsequente de exclusão sendo confirmada mediante a leitura do texto completo, procedimento que se mostrou especialmente relevante para os estudos nos quais a relação com o contexto urbano se apresentava de forma menos explícita nos resumos.

Portanto, a segunda etapa da elegibilidade do processo do PRISMA 2020 corresponde à etapa de exclusão. Em outras palavras, a partir dos artigos preliminarmente incluídos (n=43), procedeu-se à aplicação dos critérios de exclusão destacados no Quadro 5 do Capítulo 3 Metodologia. Portanto, para fins desta pesquisa, um artigo não incluído não corresponde necessariamente a um artigo excluído, uma vez que esses resultados decorrem de momentos distintos do processo de seleção orientado pelo PRISMA 2020.

Sublinha-se, ainda, que, antes da leitura integral dos artigos, identificou-se que o artigo nº 90 havia sido retratado. Embora a retratação não tivesse sido previamente estabelecida como critério específico de não inclusão, verificou-se que o estudo também não atendia aos critérios de inclusão definidos para esta RSL. Desse modo, sua não inclusão não alterou o quantitativo resultante da aplicação dos critérios de elegibilidade, uma vez que o artigo já havia sido classificado como não elegível. Assim,

após a etapa preliminar de inclusão realizada com o apoio da ferramenta Rayyan (n=43), procedeu-se à confirmação da elegibilidade mediante a leitura integral dos textos e a aplicação dos critérios de exclusão apresentados no Quadro 5.

Portanto, após a conclusão das etapas de seleção e elegibilidade, o corpus científico da RSL foi constituído pelos resumos dos artigos que atenderam aos critérios estabelecidos e permaneceram elegíveis após a leitura integral (n=22), conforme apresentado no Apêndice B3. Ressalta-se que existe uma razão metodológica importante para a redução do número de estudos ao longo desse processo, qual seja a opção por manter o CI1 constitui o critério nuclear de inclusão. Logo, conforme anteriormente explicado, não é suficiente que o artigo trate de IoT, segurança, saúde digital ou *smart cities* e apenas mencione *wearables*. A leitura integral permitiu verificar em quais estudos a tecnologia vestível participa substantivamente do objeto, do método, da aplicação ou da discussão desenvolvida.

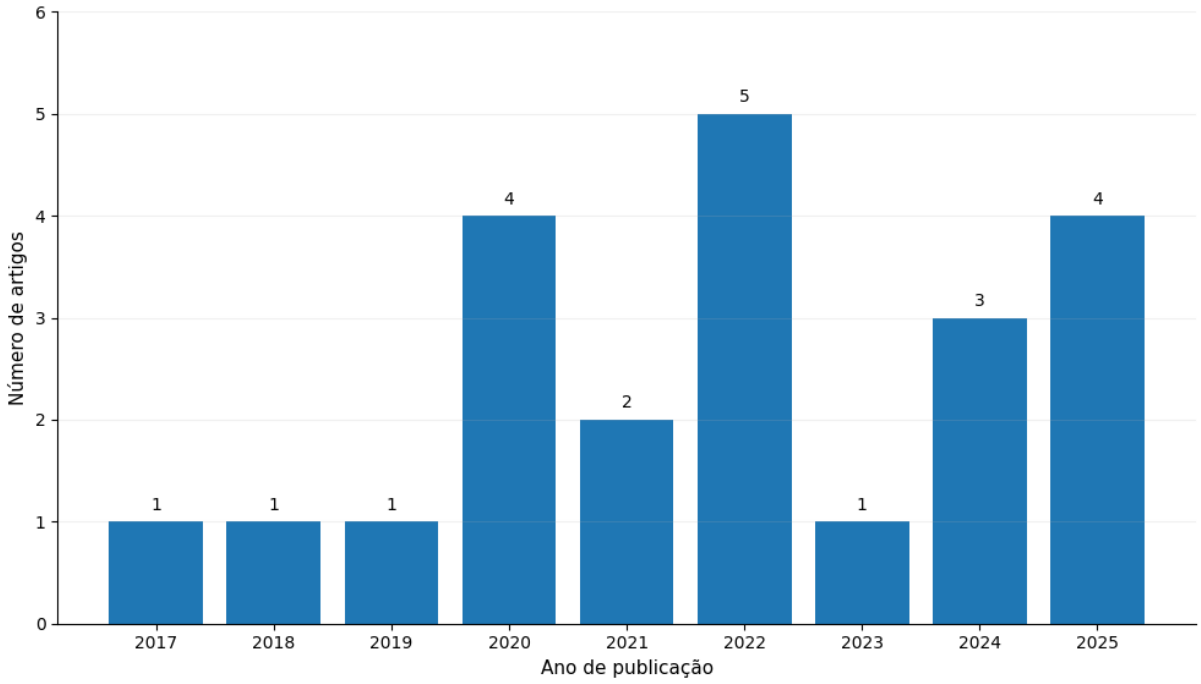
Assim, a partir da sistematização apresentada no Apêndice B3, torna-se possível caracterizar o estado da arte derivado desse corpus científico, considerando inicialmente: (a) Período - a distribuição dos artigos por ano de publicação; (b) Periódicos - a distribuição dos artigos por periódico; e (c) Rede de autoria - colaboração científica, conforme apresentado nas Figuras 5 e 6 a seguir. Essa caracterização antecede e subsidia a análise do corpus textual científico.

Constata-se que a temática é recente, uma vez que a primeira publicação identificada no corpus data de 2017. Esse resultado sugere que a emergência dos estudos sobre tecnologias vestíveis (*wearables*) no contexto do ambiente construído inteligente e, notadamente, das cidades inteligentes é congruente com os avanços tecnológicos observados no século XXI, especialmente a partir de sua segunda década (n=19), marcada pela crescente integração entre dispositivos conectados, sensores, infraestruturas digitais e ambientes urbanos, o que torna o tema emergente e justifica a carência de uma agenda interdisciplinar no tratamento dos desafios e oportunidades.

A Figura 6, a seguir, indica o caráter interdisciplinar ao se verificar os periódicos que deram vazão à temática. A distribuição dos artigos por periódicos aponta para a acentuada dispersão da produção científica, uma vez que dos 22 estudos que compõem o corpus textual científico foram publicados em 19 periódicos distintos, apenas o periódico *Sensors* concentra quatro publicações. Trata-se de um periódico

científico que declara que seus objetivos se relacionam aos avanços na ciência e tecnologia de sensores e às suas múltiplas aplicações que incluí, mas não se limita ao desenvolvimento de dispositivos e princípios de sensoriamento, processamento e a integração dos dados produzidos, entre outros aspectos.

Figura 5. Distribuição dos artigos por ano de publicação

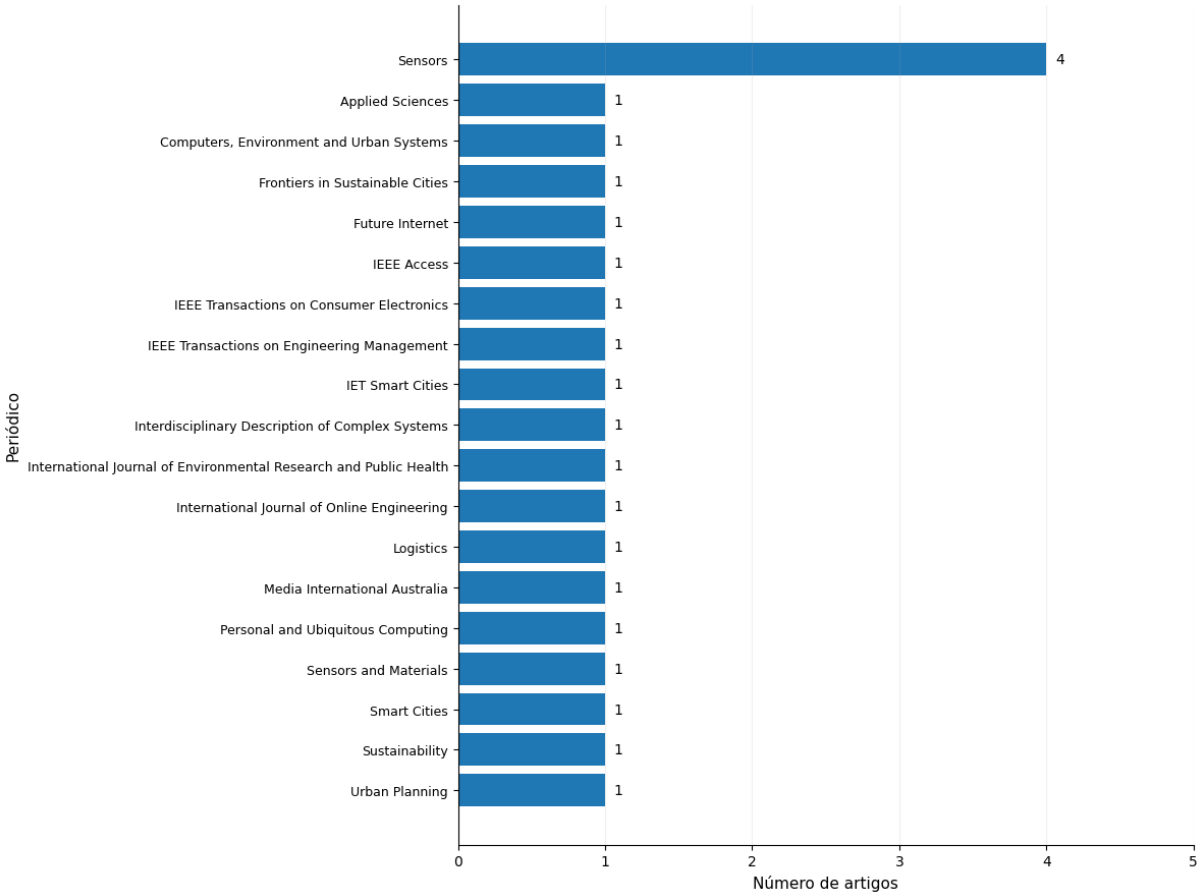


Fonte: elaboração própria baseado no Apêndice B3

O escopo deste periódico que declara 4.0 de fator de impacto é amplo e interdisciplinar, contemplando distintos tipos de sensores físicos, químicos, biomédicos e inteligentes, redes de sensores, Internet das Coisas (IoT), interação humano-computador, IA, posicionamento e navegação multi sensor, além de sensores, dispositivos e sistemas eletrônicos vestíveis. Nesse sentido, nota-se que essa abrangência indica a pertinência do periódico para estudos que investigam tecnologias vestíveis em sua articulação com ambientes construídos inteligentes e, portanto, com cidades inteligentes, uma vez que tais contextos dependem da integração entre sensoriamento, conectividade, processamento de dados e interação entre usuários, dispositivos e ambiente (SENSORS, 2026).

A distribuição dos artigos por periódico na Figura 6 indica que a temática ainda não se encontra concentrada em um núcleo específico de publicação, apresentando caráter transversal e circulação por diferentes campos científicos, o que se mostra coerente com a natureza interdisciplinar do objeto investigado e, ao mesmo tempo, a reforça.

Figura 6. Distribuição dos artigos por periódicos



Fonte: elaboração própria baseado no Apêndice B3

Por outro lado, a análise da coautoria, segundo a abordagem bibliométrica convencional, na qual cada autor corresponde a um nó e as conexões são estabelecidas entre autores que assinam conjuntamente uma publicação, revela outro aspecto relevante da configuração desse campo de estudos. Os 22 artigos que compõem o corpus reúnem 89 autores distintos, sem que nenhum deles apareça em mais de um dos trabalhos analisados.

Consequentemente, a rede de coautoria é constituída por 22 componentes independentes, correspondentes às diferentes equipes de autoria, sem conexão entre elas. Isso significa que, no âmbito do corpus textual científico analisado, não há recorrência de autoria nem formação de vínculos de colaboração entre pesquisadores de diferentes trabalhos. Esse resultado, associado ao fato de as publicações serem recentes e à dispersão dos artigos entre diferentes periódicos, sugere um estado da arte ainda pulverizado e em processo de consolidação, no qual não se identificam, até o momento e dentro do recorte investigado, núcleos recorrentes de pesquisadores ou redes de colaboração científica capazes de estruturar uma comunidade de pesquisa fortemente interconectada em torno da temática.

Figura 7. Nuvem de Palavras do CTC



Fonte: elaboração própria

Com relação a análise textual, o corpus textual científico formado pelos resumos dos artigos científicos (n=22) permitiram dois tipos de análises com o suporte do *software* IRaMuTeQ (2025), quais sejam: (a) Nuvem de Palavras (NP); e, (b) Análise e Similitude (AS) conforme explicado no Capítulo 3. As Figuras 7 e 8 a seguir revelam as evidências científicas baseadas na análise textual. Assim, a Figura 7 revelou que o CTC que reúne abstracts/resumos (n = 22) se organiza lexicalmente em torno de quatro dimensões principais: (i) cidade e ambiente urbano inteligente; (ii) sistemas, sensores e dispositivos vestíveis; (iii) produção, coleta e integração de dados; e (iv) monitoramento do usuário, da saúde e de condições ambientais.

Em conjunto, essas dimensões indicam a natureza interdisciplinar do objeto investigado e oferecem sustentação empírica para compreender as tecnologias vestíveis como interfaces entre as categorias teóricas fundantes do Capítulo 2, quais sejam: corpo, ambiente construído e cidade inteligente. Ao mesmo tempo, a menor visibilidade do vocabulário jurídico na representação lexical aponta para uma lacuna ou assimetria a ser examinada nas etapas subsequentes da pesquisa, especialmente mediante a integração entre as evidências científicas e o arcabouço jurídico brasileiro, ao se integrar o CTC com o Corpus Textual Jurídico - CTJ. Nesse sentido, a Figura 8 permite aprofundar sobre as dimensões a partir dos halos que orientam a organização dos dados do CTC.

A Figura 8 permitiu reconhecer núcleos lexicais (halos por comunidades de palavras) e suas conexões por meio de grafos que ligam os halos. Observam-se seis halos principais, organizados em torno das formas: (1) *Smart* (Inteligente) (2) *City/Urban* (Cidade/Urbano), (3) *Wearable/Device* (Vestível/Dispositivo); (4)*Sensor/Data* (Sensor/Dados), (5) *System* (Sistema) e (6) *Health* (Saúde).

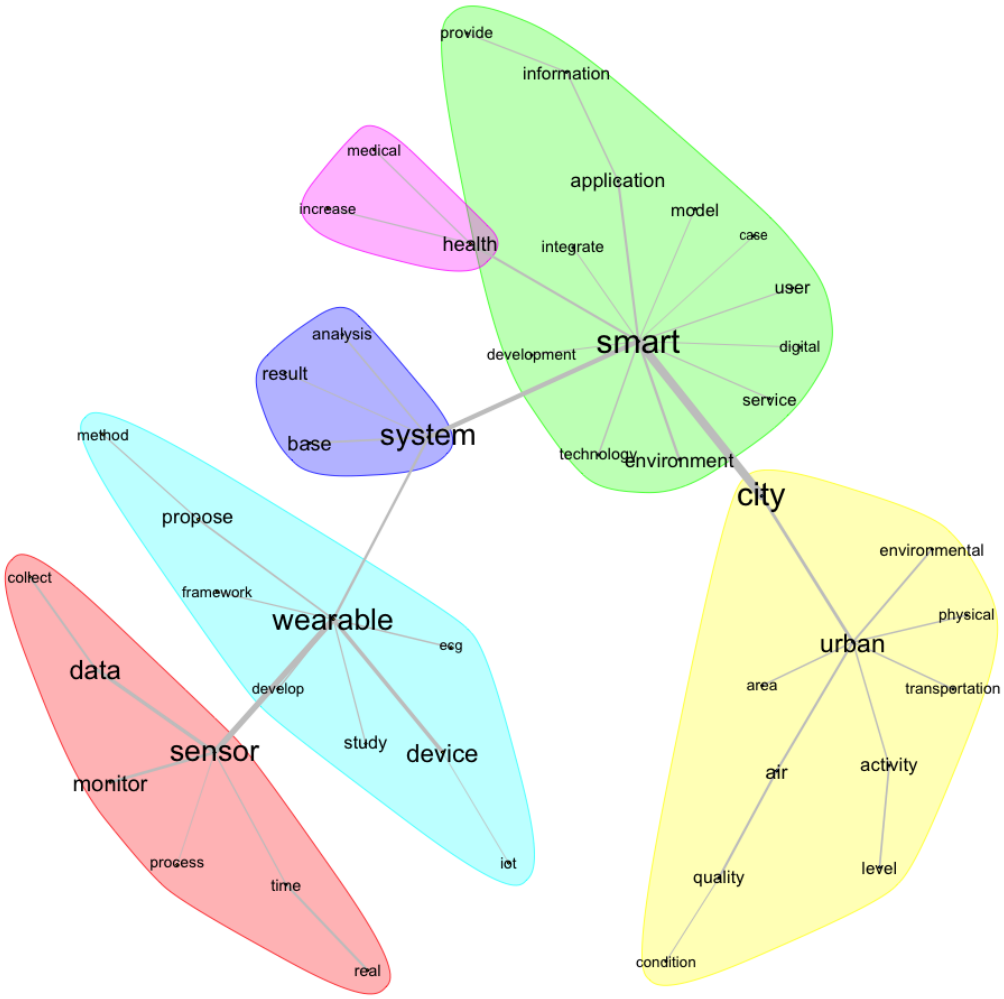
A configuração resultante é particularmente significativa para os objetivos desta pesquisa, pois indica uma cadeia de sentidos e significados que articula tecnologias inteligentes, ambiente urbano, dispositivos vestíveis, sensoriamento, sendo que as especificidades relativas aos dados e aplicações relacionadas à saúde parecem ser os mais emergentes na produção do conhecimento científico identificado e analisado.

O halo 1 é o mais abrangente organiza-se em torno do termo *smart*/inteligente, conectado diretamente a outros: (2) *city*, (5) *system* e (6) *health*, além de apontar relações fortes com termos tais como: *environment/*ambiente, *technology*/tecnologia, *digital*/digital, *service/*serviço, entre outros. A posição ocupada pelo halo 1 sugere que

a inteligência não aparece no corpus apenas como atributo isolado de um dispositivo, mas como elemento articulador de diferentes componentes tecnológicos, informacionais e articulado com os humanos, o *user*/usuário.

Essa interpretação encontra respaldo, por exemplo, em Sartori e Melen (2023), que propõem uma arquitetura capaz de tratar sensores de *smartphones* e dispositivos vestíveis como fontes de informação integráveis a aplicações distribuídas nos campos de e-health, ambientes inteligentes e cidades inteligentes.

Figura 8. Análise de Similitude do CTC



Fonte: elaboração própria

Observou-se que a ligação entre os termos *smart* e *city* (inteligência e cidade) conduz a uma comunidade própria estruturada principalmente pelas formas *city-urban (cidade urbana)*, associadas a outros termos que permitem verificar como a temática

se articula com áreas específicas tais como transportes etc. Esse agrupamento é especialmente relevante para o objetivo de compreender o ambiente construído inteligente visto no Capítulo 2, porque apontam que a dimensão urbana do corpus não se restringe à infraestrutura tecnológica, ou seja, não é um fetiche em biossensores. O CTC estudado incorpora condições físicas e ambientais, mobilidade, atividade humana e qualidade ambiental. Há, portanto, uma representação da cidade como espaço simultaneamente físico, ambiental, tecnológico e comportamental, por outro lado, embora o termo *blurry* não esteja presente de maneira evidente, é possível verificar que as complexidades físicas e digitais estão compreendidas no CTC.

Essa dimensão pode ser notada claramente em Cureau, Pigliautile e Pisello (2022), que desenvolveram um sistema vestível para monitorar condições ambientais externas em escala hiperlocal e a partir da perspectiva do pedestre, incluindo parâmetros relacionados à qualidade do ar e aos ambientes térmico e visual. Também aparece em Chicco et al. (2025), cujo estudo utiliza sensores vestíveis para estimar a qualidade do ar urbano na cidade de Turim (na Itália), produzindo dados georreferenciados que podem subsidiar intervenções voltadas à melhoria da habitabilidade urbana. Laurino et al. (2021), por sua vez, articulam atividade física (esportes), respostas fisiológicas, características meteorológicas e poluição ao estudar indivíduos em deslocamento por diferentes ambientes urbanos.

Essa relação entre tecnologia e experiência concreta do espaço construído torna-se ainda mais evidente em Yoon, Chun e Kim (2020). Os autores empregam sensores vestíveis para avaliar a caminhabilidade em áreas urbanas e relacionar as medidas obtidas às transformações das políticas voltadas aos pedestres. Nesse caso, o dispositivo vestível funciona como instrumento de mediação entre corpo, comportamento, características do ambiente construído e política urbana, constituindo um exemplo particularmente importante para a interface interdisciplinar proposta nesta pesquisa.

Outro halo fundamental da estrutura é organizado por *wearable*, associado diretamente a *device, study* (estudo), *framework* (enquadramento), *develop* (desenvolvimento), *ECG* (ecocardiograma), *IoT.* O agrupamento indica que as tecnologias vestíveis são tratadas predominantemente como dispositivos inseridos em arquiteturas e sistemas de sensoriamento, e não apenas como objetos tecnológicos autônomos. Essa constatação reforça o objetivo específico (c), no qual as tecnologias

vestíveis são compreendidas como inovações capazes de integrar corpo, dados e ambiente construído (vide Capítulo 2).

Um exemplo dessas argumentações se encontra no trabalho de Prajitha, Sridhar e Baskar (2022), que utilizaram uma rede de sensores vestíveis para monitoramento de eletrocardiograma ECG em ambiente de cidade inteligente, articulando coleta contínua de dados fisiológicos e serviços em nuvem. Por outro lado, Sanfilippo e Pacchierotti (2018) apresentam um sistema vestível multissensorial voltado ao monitoramento da saúde de idosos em cidades inteligentes, capaz de coletar dados biométricos e médicos em tempo real, o que também é inovador já que não foca apenas num tipo de dado, e possibilita assim triangulação dos dados.

Choi e Kim (2022) constituem um exemplo de deslocamento da aplicação das tecnologias vestíveis da saúde para o próprio ambiente construído, os autores propuseram um sistema vestível de sensores destinado à aquisição de dados para modelagem urbana tridimensional. Isso indica que o ambiente construído, ao se tornar mais inteligente, pode ter nas tecnologias vestíveis um aliado. Além disso, a diversidade de aplicações mostra que a interface corporal proporcionada pelos dispositivos (notadamente, com biossensores) pode produzir tanto informações sobre o indivíduo quanto informações sobre o espaço no qual ele se encontra. Contudo, retoma-se aqui a problemática central deste trabalho: os direitos dos seres humanos enquanto sujeitos sociais, e não somente como corpos circulantes, e ainda como cidadãos, conforme preconiza Ratti (2013) ao afirmar que as cidades inteligentes demandam a inteligência dos próprios cidadãos,

Particularmente na Figura 8, é expressiva a relação de coocorrência entre wearable e sensor, pois esse último estrutura outra comunidade, estreitamente vinculada a dados (data), além de *monitor, collect, process, time* e *real,* o que indica que dados coletados *ontime*, processados e consumidos no contexto das cidades inteligentes pode ser um diferencial a ser tratado pelos direitos humanos e pelos direitos da cidade.

A relação com os sensores não foi notada somente no estado da arte, onde a revista que mais deu audiência para publicações sobre a temática (n=4) dos 22 artigos de estudos, mas também com um elemento chave de conexão entre o corpo e o ambiente sensorizado destacado no Capítulo 2. Esse resultado da Figura 8 permite aprofundar um resultado apenas sugerido pela nuvem de palavras: os dados

constituem um elemento mediador central entre dispositivo, indivíduo e cidade, e estes são extraídos geralmente por biossensores acoplados aos dispositivos de tecnologias vestíveis. Em outras palavras, o *wearable* contém ou se conecta ao sensor; o sensor coleta e monitora; e desse processo resultam dados que podem ser transmitidos, integrados e utilizados para tornar os sistemas mais inteligentes.

Essa dinâmica aparece no estudo de D'Ortona, Tarchi e Raffaelli (2022), que descreveram um sistema IoT para cenários de cidades inteligentes no qual usuários vulneráveis das vias urbanas (vide a classificação de Lynch, 2011) sobre os cinco elementos que forma a imagem da cidade) como pedestres e ciclistas, podem utilizar sensores vestíveis que produzem dados posteriormente transmitidos por uma cadeia de dispositivos até a nuvem. Por outro lado, Thakuriah et al. (2020), cuja plataforma Integrated Multimedia City Data combina informações autorrelatadas com Sistema Global de Posicionamento (GPS), acelerômetros, sensores ambientais vestíveis e outras fontes de dados para compreender vida urbana, mobilidade, comportamento sustentável e contexto socioeconômico e físico.

Fica evidente que a partir da Figura 8 os resultados lexicais estão conectados ao cumprimento de parte do objetivo geral. Entretanto, a relação não é causal, mas uma síntese interpretativa das comunidades de palavras (halos) e conexões (grafos) observadas na rede de coocorrências, imbricada a abordagem predominante qualitativa do presente estudo. A Figura 8 também apresenta um resultado especialmente relevante para o cumprimento parcial dos objetivos (a), (c), (d) e (e), pois apesar da articulação entre usuário, sensores, dispositivos, monitoramento, dados, sistemas e cidade, nenhuma destas emerge de uma comunidade lexical autônoma estruturada por termos jurídicos.

Embora isto não signifique que a dimensão jurídica esteja ausente dos 22 estudos. Pelo contrário, alguns artigos a abordam explicitamente, tal qual Chen et al. (2025) que além do modelo baseado em tecnologias vestíveis, propõe mecanismos de responsabilização apoiados em contratos inteligentes, articulados a diretrizes voltadas à transparência algorítmica e à redução das desigualdades regionais de acesso. Assim, a governança digital fica mais inclusiva e adaptável, ampliando a capacidade dos serviços de governo eletrônico de responder às necessidades humanas e sociais. Nesse sentido, a proposta também pode contribuir para a construção de cidades inteligentes e sociedades digitais mais inclusivas e justas

(CHEN *et al.*, 2025). A estrutura lexical da Figura 8 indica que a literatura cientificamente madura na articulação tecnológica entre corpo, sensor, dado, sistema e cidade, mas a dimensão jurídico-regulatória não apresenta centralidade estrutural equivalente, o que evoca a necessidade de integração interdisciplinar que é o pretendido pela presente pesquisa.

4.2. EVIDÊNCIAS JURÍDICAS BRASILEIRAS E CONTEXTUALIZAÇÃO GOVERNAMENTAL

Ficou evidente na seção anterior, por conta da nuvem de palavras e da análise de similitude referentes ao CTC, que há uma espécie de assimetria entre a integração tecnológica e integração jurídico-social relativa à temática central deste estudo. Portanto, o estudo específico das evidências jurídicas brasileiras e a contextualização governamental, com a formação de um Corpus Textual Jurídico, permite entender como a centralidade do CTC (*wearable, sensor, data, system, smart, city,* vide Figuras 7 e 8) se relaciona com questões ligadas à privacidade, à proteção de dados, à autodeterminação informativa, à participação cidadã, aos direitos fundamentais e ao Direito Humano e ao Direito à Cidade, que não constituem núcleos lexicais centrais da rede. Assim, a investigação sistemática do CTJ brasileiro e a posterior confrontação com as evidências científicas do CTC constituem uma contribuição robusta para o avanço do conhecimento interdisciplinar, possibilitando avançar na formulação de uma nova agenda.

Assim, recupera-se que a relação entre direitos humanos e direito à cidade visto na fundamentação teórica (Capítulo 2) retornou três documentos essenciais para o avanço da pesquisa interdisciplinar entre direito, ambiente construído, cidade inteligente e tecnologias vestíveis, quais sejam: Constituição Federal 1988 (Brasil, 1988); Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) e LGPD (Brasil, 2018) as quais foram codificadas e tratadas isoladamente pelo *software* IRaMuTeQ (2025) já que neste caso os textos jurídicos não são equivalentes conforme explicado no Capítulo 3 sobre metodologia adotada.

Adicionalmente, como o resultado na fonte Brasil (2026a) foi zero com o emprego dos termos (vide o Quadro 4), o resultado da busca adicional na fonte Brasil (2026b) originou o descrito no Quadro 7. Embora os resultados recuperados no quadro anterior não se relacionem necessariamente a leis e regulamentações, isto é,

à dimensão jurídica propriamente dita, e, por essa razão, não integrem o corpus textual jurídico da pesquisa, estes contribuíram para contextualizar os três documentos previamente selecionados por meio da revisão narrativa da literatura (Capítulo 2). Portanto, esses resultados permitem compreender como os termos investigados circulam no âmbito do Governo Federal brasileiro, abrangendo notícias, serviços e outros conteúdos institucionais. Desse modo, a busca complementa a análise ao situar o corpus textual jurídico em um contexto institucional mais amplo, aproximando-o da realidade territorial brasileira e apontando as formas pelas quais as temáticas investigadas são abordadas no âmbito governamental. No Quadro 7 são apresentadas as evidências depreendidas do Corpus Textual Jurídico (CTJs) 1, 2 e 3, igualmente pela NP e AS conforme feito para o primeiro corpus textual científico (CTC), de acordo com o organizado na metodologia.

Quadro 7. Contexto governamental brasileiro para Corpus Textual Jurídico

Termos	**Retorno por categoria**
cidade inteligente (n=2326)	Notícia (n=377); Não classificados (n=1949)
tecnologia vestível (n=138)	Serviços: (n=119); Notícias (n=1); Não classificados (n=18)
sensor corporal (n=2)	sem classificação

Fonte: BRASIL (2026b)

A seguir a Figura 9, resultante do corpus textual do recorte da CRFB/88 - conforme o Quadro 6 e apresenta como formas de maior destaque “direito”, “art.”, “lei”; “público”, “social”, “pessoa”, “vida”, “desenvolvimento”, “proteção”, “segurança”, “sigilo”, “informação” e “dado”, acompanhadas por termos como “ambiente”, “urbano”, “cidadão”, “tecnológico”, “inovação”, “pesquisa” e “científico”.

Esses resultados revelam que a dimensão constitucional oferece fundamentos para analisar as cidades inteligentes e as tecnologias vestíveis não apenas como fenômenos tecnológicos, mas como processos que se desenvolvem em um espaço juridicamente regulado, no qual se articulam direitos fundamentais, interesses públicos, desenvolvimento urbano, inovação e proteção da pessoa. Em relação ao objetivo específico (a) observa-se que o espaço urbano aparece juridicamente relacionado à vida social, ao interesse público e aos direitos das pessoas.

Essa perspectiva complementa o corpus científico, no qual *city*, *urban* e *environment* aparecem associados predominantemente a sistemas, sensores, monitoramento e aplicações tecnológicas. A aproximação dos dois *corpus textuais* permite, portanto, compreender a cidade inteligente simultaneamente como ambiente tecnológico e espaço de exercício de direitos e deve ser mais bem esmiuçada.

Figura 9. Nuvem de Palavras do CTJ 1



Fonte: elaboração própria

Especificamente quanto ao objetivo específico (b) a Figura 9 permitiu verificar significativas ocorrências entre ambiente, urbano, desenvolvimento, social, tecnológico e inovação. Os termos indicam que a incorporação de tecnologias ao espaço urbano pode ser examinada constitucionalmente em articulação com finalidades mais amplas de desenvolvimento e interesse social. No contexto governamental brasileiro, a inteligência urbana não deve ser reduzida à capacidade

de coleta de dados, conectividade ou automação, mas analisada também segundo sua contribuição para a qualidade de vida, o desenvolvimento urbano, a proteção ambiental e o bem-estar coletivo inscritos na CRFB/1988 e, portanto, na busca pelo desenvolvimento de maneira sustentável, atualmente ancorado nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, conforme relatado na fundamentação teórica (vide Capítulo 2).

Embora termos tecnológicos específicos, como *wearable* e *sensor*, naturalmente não ocupem posição relevante no CTC 1, aparecem categorias fundamentais para estabelecer juridicamente os limites dessa integração, quais sejam: pessoa, vida, dado, informação, sigilo, proteção e segurança. Há, assim, uma complementaridade particularmente importante ao se relacionar com o CTC. Enquanto o CTC apontou a estrutura (*wearable; sensor; data; system; smart; city*), a Constituição possibilita deslocar a análise para as implicações dessa infraestrutura sobre a pessoa e seus direitos.

Com relação ao objetivo específico (d) observa-se que a presença simultânea de direito, pessoa, dado, informação, proteção, segurança e sigilo oferece a base constitucional sobre a qual poderá ser analisada posteriormente a regulamentação mais específica, particularmente a LGPD. Isso é relevante porque os dados produzidos por tecnologias vestíveis podem revelar características fisiológicas, comportamentais, espaciais e contextuais dos indivíduos. Dessa forma, aquilo que aparece no CTC como possibilidade tecnológica de coleta, monitoramento, processamento e integração de dados encontra no CTJ 1 um conjunto de categorias relacionadas à proteção da pessoa e da informação em nível constitucional.

Uma questão jurídica que passa a ocupar centralidade para uma futura agenda é a construção de formas de compatibilização entre inovação e proteção de direitos, e não simplesmente uma visão simplista de oposição entre tecnologia e Direito. Assim, aprofundar a visão sobre este corpus permite avançar na proposta de integração dessas perspectivas revelando o espaço interdisciplinar no qual poderá ser construída a agenda proposta pela pesquisa.

A Figura 10 referente ao corpus textual do Estatuto da Cidade (CTJ 2) apresenta forte destaque para os termos: “público”, “social”, “desenvolvimento”, “ambiente”, “cidade”, “urbano”, “pessoa”, “proteção”, “informação”, “dado”, “segurança”, “serviço”. Considerando os objetivos desta pesquisa, o resultado é

particularmente significativo por situar a discussão sobre cidades inteligentes e tecnologias no âmbito de uma cidade compreendida como espaço social, jurídico, ambiental e de interesse público, e não somente como infraestrutura física ou tecnológica no contexto brasileiro.

Ao se retomar o objetivo específico (a) observa-se que o que é tratado a partir do Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) constitui justamente uma ponte normativa entre o Direito e a organização material e social do território urbano. Nessa perspectiva, o ambiente construído deixa de ser compreendido exclusivamente pelas edificações e infraestruturas que o constituem e passa a ser relacionado às formas de organização, utilização e transformação do espaço urbano, bem como às repercussões dessas transformações sobre a coletividade. Portanto, discutir a inteligência do ambiente construído e da cidade passa a ser um caminho que precisa avançar de maneira retroalimentar.

Figura 10. Nuvem de Palavras do CTJ 2



Fonte: elaboração própria

Já com relação ao objetivo específico (b) notou-se que a presença destacada de termos tais como: desenvolvimento, acompanhado por outros: social, ambiente,

urbano e cidade, permite aproximar o ambiente construído do princípio mais amplo de desenvolvimento urbano sustentável, e neste ponto que a inteligência precisa ser tratada, vide o debate feito no Capítulo 2. Consequentemente, uma cidade no contexto brasileiro não se torna “inteligente” apenas pela incorporação de sensores, conectividade, sistemas digitais ou processamento de dados conforme visto no CTC, ou seja, fica evidente pela CTJ 2 que a tecnologia precisa ser examinada em relação às finalidades sociais, ambientais e urbanas às quais serve.

Nesse contexto, observa-se que é no CTJ 2 - Estatuto da Cidade que o espaço urbano passa a ser enquadrado por categorias como direito, público, social, desenvolvimento e ambiente. Assim, enquanto o CTC ofereceu predominantemente, a dimensão tecno funcional para se tratar a temática da tecnologia vestível no âmbito do ambiente construído e da cidade inteligente, no Brasil é o Estatuto da Cidade (CTJ 2) que contribui para estabelecer sua dimensão sócio jurídica e territorial (do urbano).

Por outro lado, a relação com o objetivo específico (c) é menos direta e isso pode estar relacionado ao fato deste instrumento CTJ 2 - Estatuto da Cidade não ser a principal norma para regular tecnologias vestíveis ou tratamento de dados pessoais, uma vez que o mesmo é focado na questão da cidade em si. Portanto, seria inadequado atribuir-lhe uma função que será desempenhada sobretudo por outros arcabouços jurídicos, como aqueles preconizados pela LGPD, que o CTJ 3.

Quanto ao objetivo específico (d) da presente pesquisa, observa-se que o CTJ 2 oferece uma base essencial para ampliar a discussão regulatória para além da privacidade individual, pois a cidade é um espaço de produção e consumo social, e, numa cidade inteligente não basta perguntar como os dados devem ser protegidos somente, é necessário questionar quais finalidades urbanas destes dados, quais interesses coletivos orientam sua utilização, quem participa das decisões exercendo a inteligência cidadã, e de que maneira as tecnologias contribuem para a realização do Direito à Cidade de fato.

Nesse sentido, a presença de público, social, pessoa e cidade ganha especial importância, como já anunciado por Ratti (2013). Isso permite, no contexto brasileiro, introduzir uma dimensão que apareceu com menor intensidade no CTC, qual seja: o sujeito social da cidade inteligente. Esse sujeito não pode ser tratado apenas como um *user*/usuário produtor de dados; juridicamente, o ser humano é também pessoa e

cidadão inserido em uma coletividade urbana. Essa mudança de categoria é conceitualmente importante para a agenda interdisciplinar a ser proposta.

Ressalta-se que, tecnicamente, essas argumentações e sínteses constituem leituras interpretativas das frequências lexicais, e não relações de coocorrência indicadas pelas nuvens. Ainda assim, a comparação começa a revelar algo central para a pesquisa: cada corpus tratado vem iluminando uma camada diferente do mesmo fenômeno, e será um desafio integrá-las para propor uma agenda baseada em evidências científicas e jurídicas, em perspectiva interdisciplinar. A seguir, o CTJ 3 relativo à LGPD, permitirá avançar sobre a compreensão do arcabouço jurídico brasileiro e seu contexto, vide Figura 11.

Figura 11. Nuvem de Palavras do CTJ 3



Fonte: elaboração própria

O CTJ 3 está mais diretamente relacionado ao cumprimento de parte dos objetivos (c) e (d) da pesquisa, ao mesmo tempo que fornece elementos essenciais para a integração prevista no objetivo (e). Isto porque, a nuvem de palavras disposta na Figura 11 apresenta uma configuração lexical fortemente estruturada em torno do termo “dado”, seguida por “pessoal” e “tratamento”.

Além disso, em torno desse núcleo aparecem outros termos, tais como: “titular”, “direito”, “controlador”, “segurança”, “informação”, “sensível”, “autoridade”, “público”, “pesquisa”, “consentimento”, “anonimização” e “finalidade”. Comparativamente ao CTJ 1 e ao CTJ 2, observa-se neste uma especialização progressiva: enquanto o CTJ 1 forneceu fundamentos relacionados aos direitos e à proteção da pessoa, e o CTJ 2 acrescentou a dimensão territorial e socioambiental, o CTJ 3 concentrou-se nas condições jurídicas do tratamento de dados pessoais.

Se no CTC a centralidade eram os termos *wearable, sensor, data, monitor, collect, system, smart* e *city*, na LGPD, o termo dado deixa de aparecer predominantemente como produto técnico do sensoriamento e passa a ocupar uma posição juridicamente qualificada, ou seja, trata-se de dado pessoal, relacionado a um titular, submetido a operações de tratamento e inserido em uma estrutura de direitos, responsabilidades, segurança e governança. Em outras palavras, agora não é apenas um usuário/*user*, mas um usuário inserido em uma estrutura.

A interdisciplinaridade é indicada por uma visão crítica sobre o plano tecnológico: um sensor vestível pode produzir uma sucessão de registros sobre localização, deslocamento, atividade física, condições ambientais ou parâmetros fisiológicos. Por outro lado, no plano jurídico, a questão não se encerra na existência ou utilidade desses dados; é necessário determinar se estes constituem dados pessoais ou sensíveis, para quais finalidades são tratados, qual fundamento jurídico legitima o tratamento, quem exerce as funções e responsabilidades correspondentes, quais direitos possui o titular e quais medidas de segurança e governança devem acompanhar seu ciclo de utilização.

Ressalta-se que o termo “sensível” adquire relevância especial nesse contexto. Conforme observado no CTC, parte das aplicações de *wearables* envolve saúde, ECG, atividade física e monitoramento de condições humanas, conforme apontado pelo halo (comunidade de palavras) expressivo na Análise de Similitude (Figura 8). Portanto, determinadas aplicações podem envolver categorias de dados submetidas a proteção jurídica reforçada. Isso mostra que no Brasil, a interface entre corpo; *wearable*; sensor e dado vista no Capítulo 2 identificada no CTC não é juridicamente homogênea: a natureza do dado produzido modifica as exigências aplicáveis ao seu tratamento no âmbito do Direito, destacando o protagonismo deste no enfretamento de problemas em ambientes construídos e cidades inteligentes.

O CTJ 3 auxilia no tratamento do objetivo específico (d), pois a nuvem revela justamente categorias operacionais que permitem avançar da proteção constitucional genérica para mecanismos mais concretos, vide termos tais como: titular, controlador, direito, consentimento, finalidade, segurança, anonimização, autoridade, informação e tratamento. Logo, a LGPD introduz a necessidade de uma estrutura de governança do dado. Juridicamente, a existência de titular, controlador e autoridade, por exemplo, indica diferentes posições jurídicas relacionadas ao tratamento. Assim, ao se deslocar o questionamento de: “quais direitos devem ser protegidos?” para questões outras tais como: (1) “quem trata os dados produzidos pelas tecnologias vestíveis no Brasil?”, (2) “para qual finalidade?”, (3) “sob qual fundamento?”, (4) “com quais responsabilidades?” e (5) “quais possibilidades de controle permanecem com o titular?”. Logo, uma agenda interdisciplinar deve considerar essa mudança de eixo.

Em síntese, apreende-se que o CTC mostrou as possibilidades de integração tecnológica entre corpo, dados e ambiente urbano; o CTJ 1 baseado na CRFB/1988 que forneceu os fundamentos jurídicos e axiológicos a partir dos quais essa integração deve ser examinada no contexto brasileiro. O CTJ 2 - baseado no Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) estabelece o contexto territorial e urbano no qual as tecnologias vestíveis passam a operar no Brasil. Em outras palavras, quando um *wearable* produz informações sobre deslocamento, atividade, qualidade ambiental ou experiência do indivíduo no espaço urbano brasileiro, sua utilização deixa de envolver apenas a relação vista no CTC sobre (corpo, dispositivo, dado) e passa a integrar processos relacionados ao próprio conhecimento e gestão da cidade.

Ainda, o CTC evidenciou principalmente como corpo, sensores, dados e sistemas podem integrar-se à cidade inteligente. Por outro lado, o CTJ 1 estabeleceu direitos e valores fundamentais que condicionam essa integração no Brasil. Por outro lado, o CTJ 2 acrescentou a dimensão territorial, coletiva e socioambiental, permitindo perguntar para que tipo de cidade essa integração tecnológica deve contribuir. Assim, a viabilidade e aplicação tecnológica; a proteção da pessoa e de seus direitos; e a finalidade socioambiental e urbana da inovação são desafios particulares para uma futura agenda ponderada por evidências científicas derivada desses corpus textuais. Além disso, articula-los, integrando pode permitir ainda mais evidências para a futura agenda.

4.3. DA INTEGRAÇÃO DE EVIDÊNCIAS À PROPOSIÇÃO DE AGENDA

O objetivo desta parte do Capítulo é organizar e integrar as evidências por camadas, compreendendo a importância destas para a arquitetura de evidências científicas a subsidiar a proposição da agenda interdisciplinar para tratar a questão problema. Ressalta-se que em termos operacionais, no planejamento urbano, os dados provenientes de tecnologias vestíveis podem complementar diagnósticos territoriais e subsidiar decisões arquitetônicas e urbanísticas mais sensíveis às experiências humanas. Sua utilização deve articular Direito, ambiente construído e inovação tecnológica, observando a proteção de dados pessoais, a participação cidadã e os princípios do desenvolvimento urbano sustentável, conforme a LGPD e o Estatuto da Cidade, observando as legislações locais.

4.3.1. Integração das evidências científicas e jurídicas

A integração é particularmente relevante porque, por exemplo, existe uma necessidade de compreensão dos termos em seus respectivos contextos. O termo dado atravessa os universos científico e jurídico, mas assume funções diferentes. No CTC, o termo dado aparece predominantemente como recurso tecnológico produzido pelo sensoriamento; no CTJ 3, o termo passa a ser objeto de tratamento juridicamente regulado e relacionado a um titular de direitos. Essa comparação começa a fornecer uma resposta empírica bastante consistente ao objetivo específico (e).

Logo, o desafio da agenda interdisciplinar não parece ser apenas promover a integração tecnológica entre corpo, dados e cidade (conforme visto no Capítulo 2) pois o CTC apontou que essa integração já constituiu objeto de investigação em nível internacional. O desafio inscrito na relação entre Direito e Ambiente Construído brasileiro é estabelecer como essa integração pode ser juridicamente governada e orientada para finalidades urbanas social e ambientalmente sustentáveis em nível nacional (vide Quadro 7), ancoradas na realidade global dos ODS (vide Quadro 2).

Nesse contexto, há ainda um ponto crítico: o CTJ 2 responde muito fortemente à proteção de dados e autodeterminação informativa do ponto de vista jurídico, mas responde apenas parcialmente ao Direito à Cidade e participação cidadã imbricando os direitos humanos, por exemplo. Assim, observa-se que o CTJ 1 e o CTJ 2 devem permanecer no aporte analítico que está sendo elaborado, isto, justamente para

impedir que a agenda interdisciplinar a ser proposta se reduza, de maneira metonímica, na governança das cidades inteligentes à mera proteção individual dos dados. Logo, superar esse paradigma da proteção de dados e o exercício da cidadania é essencial para o avanço, de maneira inteligente e sustentável, do uso das tecnologias vestíveis sem fetichização tecnológica. O Quadro 8 indica as camadas e contribuições para a nova agenda.

Quadro 8. Camadas e contribuições para a arquitetura da nova agenda

Camadas	Evidências	Contribuições para a arquitetura da agenda
Científica	CTC* (baseado em dados da pesquisa)	Indica a integração tecnológica entre *wearables*, sensores, dados, sistemas, usuários e cidade
Jurídicas	CTJ** 1 - CF***/1988 (baseado em BRASIL, 1988)	Fornece os fundamentos constitucionais relacionados à pessoa, direitos, informação, proteção, interesse público, ambiente e desenvolvimento
	CTJ 2 - Estatuto da Cidade (baseado em BRASIL, 2001)	Territorializa a discussão, relacionando Direito, interesse público/social, ambiente urbano, cidade e desenvolvimento
	CTJ 3 - LGPD**** (baseado em BRASIL, 2018)	Especifica princípios, sujeitos, direitos, limites e mecanismos de governança relacionados ao tratamento de dados pessoais

*Corpus Textual Científico; ** Corpus Textual Jurídico; *** Constituição Federal; **** Lei Geral de Proteção de Dados. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa

Assim, além da CTC, os CTJs (1, 2 e 3) traz camadas complementares de regulação: a CTJ 1 - CFRB/88 fundamenta, a CTJ 2 - o Estatuto da Cidade territorializa e orienta as finalidades urbanas, e a CTJ 3 - a LGPD operacionaliza a governança e proteção dos dados (vide Quadro 8). Logo, essa arquitetura permite retornar ao objetivo geral de propor uma agenda na interface entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis, orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes brasileiras baseado nessas evidências e em outras a ser iluminadas com um último passo metodológico, que é o da triangulação dos dados.

Seguindo a metodologia adotada para aprofundar os debates, a Figura 12 permite verificar aspectos das convergências e divergências, lacunas e tensões na articulação destas camadas descritas no Quadro 8 para além da Nuvem de Palavras,

mas com a complexidade da Análise de Similitude, já que as nuvens isoladamente já foram tratadas nos subcapítulos anteriores.

A fortificação da proposição de uma nova agenda, interdisciplinar, baseada em evidências científicas e jurídicas (relativas ao contexto brasileiro). Observa-se na Figura 12 que o termo “dado” é o principal halo, ou seja, halo 1 e articulador central estabelecendo conexões com outros halos que implicam: (2) tratamento, (3) nacional; (4) artigo; (5) acesso; (6) observar; (7) lei; (8) pessoal; (9) IV (referenciando a artigos de leis).

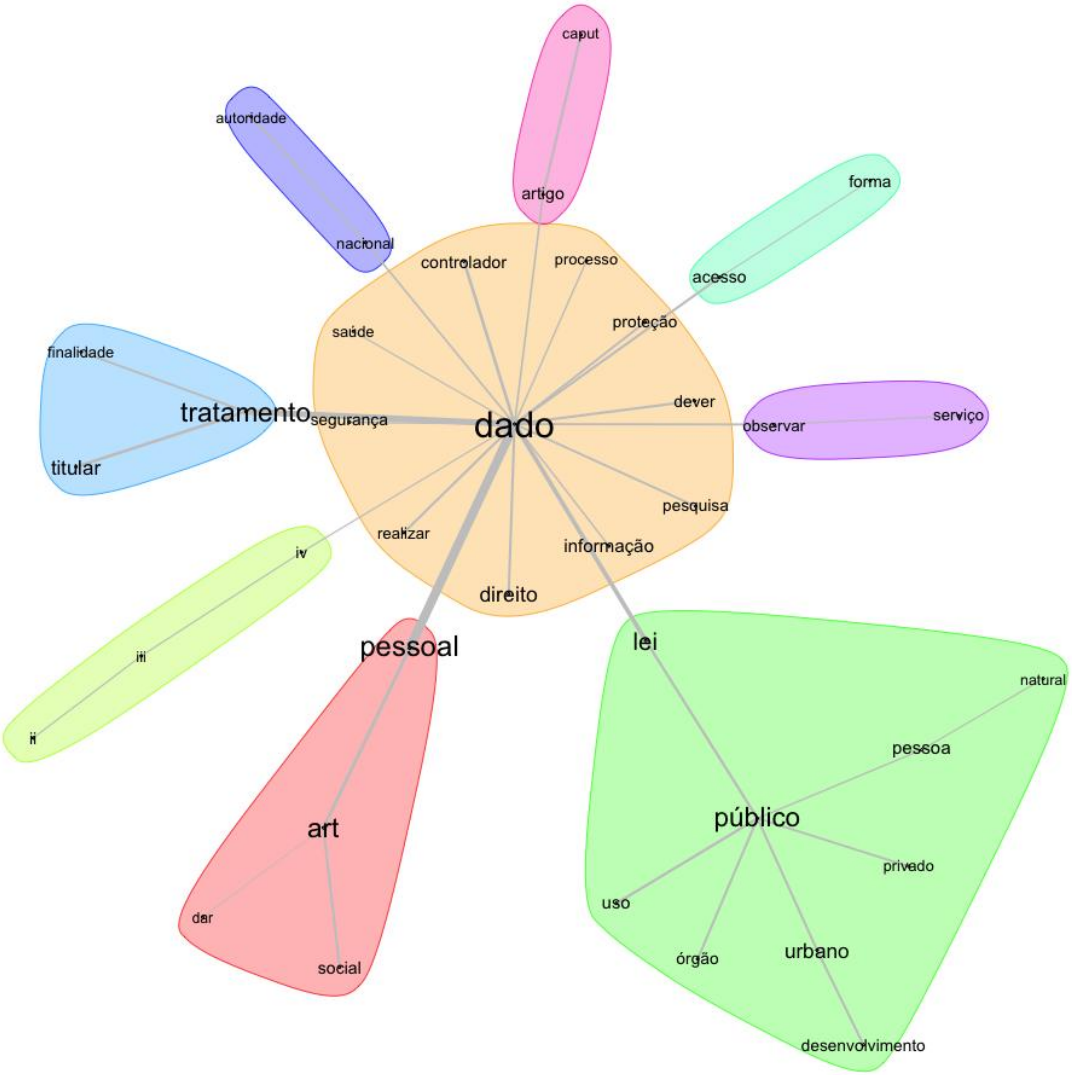
Esse resultado é particularmente significativo diante do objetivo geral da pesquisa, que busca propor uma agenda interdisciplinar na interface entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis, orientada ao desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes no contexto brasileiro. Em outras palavras, a centralidade de “dado” permite identificar um ponto de convergência entre as dimensões científica e jurídica. No CTC, as análises anteriores apontaram uma estrutura predominantemente tecnológica, na qual *wearable, sensor, data, system, smart, city* e *urban* se articulavam em torno da produção e utilização de informações provenientes de dispositivos e sistemas de sensoriamento. Já na análise integrada, o termo dado deixa de aparecer apenas como produto técnico do sensoriamento e passa a ocupar uma posição de mediação entre tecnologia, pessoa, direitos e cidade.

Desse modo, o termo dado pode ser compreendido simultaneamente como produto tecnológico, objeto de regulação jurídica e recurso potencialmente utilizado para conhecer, planejar, gerir e intervir no ambiente urbano, e deve ter relevância na arquitetura da agenda interdisciplinar.

A conexão particularmente expressiva entre o termo dado e o termo pessoal na Figura 12 aponta que a incorporação da dimensão jurídica modifica a própria condição do indivíduo (seja o corpo que em contato com o sensor produz novos dados, seja o sujeito social) presente no corpus científico. Se no CTC ele aparecia principalmente como o termo usuário associado à saúde, atividade, monitoramento e produção de informações, na estrutura integrada emerge como pessoa humana relacionada a dados pessoais e direitos. Pode-se reconhecer, portanto, uma passagem conceitual do usuário e corpo com sensores (vide Capítulo 2) para a pessoa e a condição de titular de direitos, aspecto fundamental para compreender as

implicações jurídicas decorrentes da utilização de tecnologias vestíveis em cidades inteligentes, no caso da presente pesquisa no contexto brasileiro.

Figura 12. Análise de Similitude Integrada



Fonte: elaboração própria

Ressalta-se que a comunidade de palavras (halo) organizada em torno de termo tratamento, associada aos termos titular e finalidade, reforça essa transformação que deve ser um ponto chave da agenda. A possibilidade tecnológica de coletar e processar informações não implica legitimidade para sua utilização. Entre a produção do dado e sua aplicação surgem requisitos jurídicos relacionados às finalidades do tratamento, aos direitos do titular, à segurança, à proteção e às

responsabilidades dos agentes envolvidos, e embora a o CTJ 3 seja datado de 2018, e posterior a CTJ 1 e 2 temporalmente, é preciso articular essas camadas. Por outro ângulo, a conexão entre o termo dado e público amplia a análise para além da proteção individual.

A comunidade estruturada em torno do termo público reúne outros termos como: urbano, desenvolvimento, órgão, uso, privado, pessoa, natural e lei, reconectando a governança dos dados à dimensão territorial e coletiva das cidades. Esse resultado apresenta especial relevância para os objetivos de compreender as relações entre Direito e ambiente construído e também o de analisar o ambiente construído inteligente em sua relação com as cidades inteligentes e o desenvolvimento sustentável preconizado na revisão narrativa que orientou a fundamentação teórica conceitual do Capítulo 2.

Observa-se que nenhuma das camadas (vide Quadro 8), isoladamente, responde à complexidade do objeto de pesquisa. Portanto, é justamente a sua integração que permite compreender a cidade inteligente como um sistema sociotécnico e juridicamente regulado ou passível de ser regulado, no qual inovação tecnológica, produção de dados, proteção da pessoa e finalidades urbanas precisam ser consideradas conjuntamente, e não isoladamente. O discurso ingênuo de ser mais inteligente, ser mais tecnológico, ser mais inovador, sem a complementaridade entre as evidências científicas e jurídicas pode levar a um retrocesso, invés de um avanço, como pode ser falácias nos âmbitos do planejamento, gestão e políticas públicas. Neste ponto, o fluxo multidirecional entre a produção acadêmica científica na universidade e o restante da sociedade deve encontrar ressonância.

A presença de termos como: “pesquisa”, “informação” e “saúde” conectadas ao núcleo *dado* também aproxima a estrutura jurídica das aplicações encontradas no CTC, e indica que lições podem ser aprendidas com esta área do conhecimento. Parte dos estudos selecionados utiliza tecnologias vestíveis para produzir informações relacionadas à saúde, atividade humana, mobilidade e condições ambientais. Assim, os dados provenientes desses dispositivos podem assumir simultaneamente valor científico, tecnológico, social e urbano, mas sua utilização precisa ser compatibilizada com os direitos e garantias aplicáveis. Essa constatação reforça a necessidade de superar uma compreensão dicotômica na qual inovação e regulação seriam forças necessariamente opostas e contraditórias. Portanto, a agenda deve ser comprometida

com o desafio reside, antes, em estabelecer condições para que a inovação possa ocorrer de maneira juridicamente responsável e orientada a finalidades socialmente relevantes.

Considerando que o desenvolvimento sustentável constitui dimensão central do objetivo geral e do objetivo específico desta pesquisa, notadamente aquele relacionado ao ambiente construído inteligente, essa baixa centralidade lexical indica um ponto chave a ser tratado. Em outras palavras, a conexão entre inovação tecnológica, governança de dados e desenvolvimento urbano sustentável não se apresenta plenamente consolidada no conjunto integrado do CTC com o CTJ 1, 2 e 3. Assim, a sustentabilidade pode ser compreendida não apenas como característica já estabelecida nas fontes examinadas, mas como dimensão que necessita ser fortalecida pela agenda interdisciplinar proposta pela pesquisa.

Uma outra lacuna refere-se ao entendimento da participação cidadã. Embora a Figura 12 apresenta termos como: pessoa, titular, direito e público, não se observa uma centralidade equivalente de categorias diretamente relacionadas à participação. Essa distinção é relevante porque reconhecer o indivíduo como titular de dados e destinatário de proteção jurídica não equivale a reconhecê-lo como sujeito participante das decisões relativas à implantação e utilização das tecnologias urbanas e isso deve ser preconizado pela agenda. A possível assimetria entre uma dimensão relativamente consolidada de proteção do indivíduo e uma dimensão menos evidente de participação do cidadão na governança tecnológica da cidade é uma lacuna a ser cada vez mais investigada e tratada.

A regulação dos *wearables* em cidades inteligentes não deve se limitar à pergunta sobre como proteger os dados produzidos pelos indivíduos, como já mencionado. É necessário considerar também para quais finalidades esses dados são utilizados, quais benefícios urbanos e sociais são produzidos, quais atores participam das decisões e de que maneira os cidadãos podem exercer influência sobre os processos de transformação tecnológica do ambiente em que vivem. Assim, a proteção de dados constitui, uma condição necessária, mas não suficiente, para uma cidade inteligente orientada ao desenvolvimento sustentável.

A partir do resultado, é possível compreender de maneira integrativa como as evidências científicas e jurídicas podem subsidiar a proposição de agenda interdisciplinar robusta.

4.3.2. Nova Agenda Interdisciplinar

Na integração das evidências científicas e jurídicas ficou evidente que existem convergências em torno da centralidade dos dados; da complementaridade entre capacidades tecnológicas e estruturas jurídicas de proteção e governança; mas existem tensão entre possibilidades de monitoramento e direitos da pessoa; e lacunas relativas à articulação mais explícita entre tecnologia, sustentabilidade e participação cidadã. Portanto, essa integração da CTC e CTJ 1, 2 e 3 permite compreender que o desafio não consiste simplesmente em incorporar tecnologias vestíveis às cidades ou em ampliar a capacidade de produção de dados urbanos.

Em outros termos, o desafio consiste em estabelecer sob quais princípios, finalidades, responsabilidades e formas de governança essa integração deve ocorrer em um dado cenário, como é o caso do estudo do contexto jurídico brasileiro. Nesse sentido, os resultados apontam para uma agenda interdisciplinar estruturada em torno de pelo menos a sumarização de 10 evidências derivadas do CTC e do CTJ 1, 2, 3 formando quatro eixos articulados, a saber: (Eixo 1) governança responsável dos dados produzidos por tecnologias vestíveis; (Eixo 2) proteção da pessoa e garantia de seus direitos; (Eixo 3) orientação da inovação para finalidades públicas, urbanas, sociais e ambientais; e (Eixo 4) fortalecimento da participação cidadã na governança tecnológica das cidades inteligentes, que permite estruturar 12 ações estruturantes para planejadores, gestores, formuladores de políticas públicas do mundo do trabalho, estudantes, pesquisadores e demais interessados da academia, conforme Quadro 9.

Ressalta-se que os achados dispostos nas evidências científicas e jurídicas dialogam diretamente com o problema da pesquisa, na medida em que indicam que a contribuição das tecnologias vestíveis para o desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes não decorre simplesmente da incorporação de novos dispositivos ao ambiente construído ou do aumento da capacidade de coleta e processamento de dados urbanos. Assim, as diversas partes interessadas precisam estar atentos na execução desta agenda sobre a questão central que se desloca- para as condições sob as quais essa integração ocorre, que são reforçadas a seguir: quais dados são produzidos; para quais finalidades são utilizados; quem participa de sua produção, tratamento e governança; quais direitos precisam ser assegurados; quais riscos são produzidos pelo monitoramento; e, principalmente, em que medida a inovação

tecnológica efetivamente contribui para finalidades públicas, sociais, ambientais e urbanas.

Nesse sentido, a agenda interdisciplinar também permite responder ao objetivo geral. Contudo, essa não constitui uma lista de recomendações externas aos resultados da pesquisa. Ao contrário, deriva da sistematização de dez evidências científicas e jurídicas, organizadas em quatro eixos articulados e traduzidas em doze ações, que precisam ser contextualizadas em seu uso.

Quadro 9 . Nova agenda interdisciplinar para tecnologias vestíveis em cidades inteligentes brasileiras

Eixos da Agenda	**Evidências científicas e jurídicas**	**Ações**
1. Governança responsável dos dados produzidos por tecnologias vestíveis	Evidência 1. CTC: centralidade de data, associada a *sensor, wearable, monitor, system e smart,* indicando a produção e circulação de dados como componente estruturante das aplicações analisadas. Evidência 2. CTJ 1 – CF/88: proteção constitucional da pessoa, dos dados, da informação, da segurança e do sigilo. Evidência 3. CTJ 3 – LGPD: centralidade de dado e suas relações com tratamento, titular, finalidade, controlador, segurança, proteção, informação e autoridade. Integração: dado emerge como principal elemento de mediação entre tecnologia, pessoa, Direito e cidade.	1. Estabelecer modelos de governança para todo o ciclo de vida dos dados produzidos por *wearables*, contemplando coleta, pré - tratamento, tratamento, análise, armazenamento, compartilhamento e descarte. Incorporar, desde a concepção das soluções, princípios de finalidade, necessidade, transparência, segurança, prevenção e responsabilização. 2. Definir responsabilidades dos diferentes atores públicos, privados, científicos e outros envolvidos nos ecossistemas de dados urbanos em cidades, notadamente aquelas que buscam ser mais inteligentes e sustentáveis.

2. Proteção da pessoa e garantia de seus direitos	Evidência 4. CTC: presença de *user, health, activity*, *medical* e *ECG*, indicando aplicações capazes de produzir dados relacionados ao corpo, comportamento e saúde. Evidência 5. CTJ 1 - CF/88: destaque para direito, pessoa, vida, proteção, segurança, sigilo, informação e dado. Evidência 6. CTJ 3 - LGPD: relações entre dado, pessoal, tratamento, titular, finalidade e presença de dados sensíveis, direitos, segurança e proteção. Integração: ocorre a passagem do indivíduo compreendido tecnologicamente como usuário/corpo sensoriado para a pessoa e o titular de direitos.	3. Adotar abordagem centrada na pessoa humana e nos direitos fundamentais na concepção e utilização de tecnologias vestíveis. Garantir mecanismos de informação, transparência e exercício dos direitos dos titulares dos dados. 4. Avaliar riscos associados ao monitoramento contínuo, à inferência de comportamentos, à localização e aos dados de saúde. Incorporar medidas específicas de proteção para dados pessoais sensíveis e grupos em situação de vulnerabilidade.
3. Orientação da inovação para finalidades públicas, urbanas, sociais e ambientais	Evidência 7. CTC: articulação entre *smart, city, urban, environment, wearable, sensor, system* e *data*, com aplicações relacionadas à saúde, mobilidade, qualidade do ar e monitoramento ambiental. Evidência 8. CTJ 1 - CF/88: presença de desenvolvimento, social, ambiente, tecnológico, inovação, pesquisa e científico. Evidência 9. CTJ 2 - Estatuto da Cidade: articulação entre direito, público, social, cidade, urbano, ambiente e desenvolvimento. Integração: a comunidade pública, urbano, desenvolvimento reconecta a produção e o uso de dados às finalidades coletivas e territoriais. Sustentabilidade, entretanto, não apresenta centralidade lexical equivalente, configurando dimensão a ser fortalecida.	5. Condicionar a adoção de *wearables* e sistemas de sensoriamento urbano à demonstração de benefícios públicos, sociais, urbanos e ambientais. 6. Incorporar critérios de sustentabilidade e Direito à Cidade à avaliação de projetos de ambientes construídos e de cidades inteligentes. 7. Priorizar aplicações capazes de contribuir para saúde, mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental e qualidade de vida. 8. Desenvolver indicadores que permitam avaliar não apenas eficiência tecnológica, mas também impactos sociais, ambientais, culturais, econômicos em articulação com o que é preconizado sobre o desenvolvimento sustentável.

4. Fortalecimento da participação cidadã na governança tecnológica das cidades inteligentes	Evidência 9. CTJ 1 e CTJ 2: presença de categorias relacionadas à pessoa, cidadão, direito, público, social, cidade e urbano. Evidência 10. CTJ 3: forte reconhecimento do indivíduo como titular de dados e direitos. Integração: embora pessoa, titular, direito e público estejam presentes, a participação cidadã não emerge como núcleo estruturante da rede, indicando assimetria entre a proteção do indivíduo e sua participação nas decisões sobre tecnologias e dados urbanos. Essa menor centralidade constitui uma lacuna relevante diante do objetivo específico (d).	9. Criar mecanismos de participação cidadã na definição de prioridades, finalidades e limites para utilização de *wearables* e dados em políticas e serviços urbanos. 10. Promover consultas, processos participativos e mecanismos de controle social em projetos de ambientes construídos e de cidades inteligentes. 11. Ampliar transparência e comunicação pública sobre tecnologias vestíveis de monitoramento urbano. 12. Incluir cidadãos e grupos afetados nos processos de avaliação, implementação e acompanhamento das soluções tecnológicas, de maneira colaborativa, investindo sempre no ensino e aprendizagem sobre a temática.

Fonte: elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A seguir são detalhados por eixos:

(Eixo 1) Cumpre explicar que decorre de uma das convergências mais consistentes encontradas entre os corpus textuais. No CTC, o termo dado aparece associada a sensor, wearable, monitor, system e smart, revelando a produção e circulação de dados como componente estruturante das aplicações tecnológicas analisadas. Nos corpora jurídicos, essa capacidade tecnológica encontra limites e condições normativas, por exemplo: a CRFB/88 estabelece fundamentos relacionados à proteção da pessoa, dos dados, da informação, da segurança e do sigilo, enquanto a LGPD confere centralidade ao dado e ao seu tratamento, articulando-o a titular, finalidade, controlador, segurança, proteção, informação e autoridade. Na presente pesquisa essa convergência responde especialmente ao objetivo específico (c), pois indica que a integração entre corpo, dados e ambiente construído proporcionada pelos *wearables* não pode ser compreendida exclusivamente em termos tecnológicos. O dado constitui o principal elemento de mediação entre esses domínios e, por essa razão, sua governança precisa acompanhar todo o seu ciclo de vida, desde a coleta e o pré-tratamento até a análise, armazenamento, compartilhamento e descarte. Daí

decorrem as primeiras ações da agenda: estabelecer modelos de governança para esse ciclo e definir responsabilidades entre os diferentes atores públicos, privados, científicos e demais agentes envolvidos nos ecossistemas de dados urbanos.

(Eixo 2) No corpus científico, formas como *user, health, activity, medical* e ECG indicaram aplicações capazes de produzir informações relacionadas ao corpo, à saúde e ao comportamento. Quando essas evidências são confrontadas com a CF/88 e a LGPD, o indivíduo deixa de aparecer somente como usuário ou corpo sensoriado e passa a ser reconhecido juridicamente como pessoa e titular de direitos. Esse eixo articula-se diretamente aos objetivos específicos (c) e (d). Se as tecnologias vestíveis ampliam as possibilidades de monitoramento contínuo, localização, inferência de comportamentos e produção de dados relacionados à saúde, a inovação precisa ser acompanhada por uma abordagem centrada na pessoa humana e nos direitos fundamentais. Por essa razão, a agenda propõe garantir informação, transparência e exercício dos direitos dos titulares, avaliar riscos associados ao monitoramento e às inferências produzidas a partir dos dados e estabelecer proteção reforçada quando estiverem envolvidos dados pessoais sensíveis ou grupos em situação de vulnerabilidade.

(Eixo 3) Na integração do CTC e CTJ a comunidade constituída por público, urbano, desenvolvimento permite reconectar a produção e utilização dos dados às finalidades coletivas e territoriais da inovação. Esse resultado é particularmente relevante para a relação entre Direito e ambiente construído, prevista no objetivo específico (a), pois a incorporação de tecnologias ao espaço urbano não ocorre em um território juridicamente neutro: ela interfere em espaços de vida coletiva, serviços, mobilidade, saúde, ambiente e processos de planejamento e gestão que é geralmente é repleto de disputas. Consequentemente, a análise do ambiente construído inteligente, prevista no objetivo específico (b), requer que a inteligência urbana seja avaliada não apenas por critérios de eficiência tecnológica, mas também por sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável. A agenda responde a uma lacuna relevante ao propor condicionar a adoção de tecnologias vestíveis e sistemas de sensoriamento urbano à demonstração de benefícios públicos, sociais, urbanos e ambientais; incorporar sustentabilidade e Direito à Cidade à avaliação de projetos; priorizar aplicações relacionadas à saúde, mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental e qualidade de vida; e desenvolver indicadores capazes de

considerar, para além da eficiência tecnológica, impactos sociais, ambientais, culturais e econômicos relacionados ao desenvolvimento sustentável.

(Eixo 4) Este decorre principalmente de uma lacuna apontada pela integração dos CTC e CTJs e se relaciona diretamente ao objetivo específico (d). Embora os CTJ apresentem categorias como pessoa, cidadão, direito, público, social, cidade e urbano e a LGPD reconheça fortemente o indivíduo como titular de dados e direitos, a participação cidadã não emerge como núcleo estruturante da rede integrada. Essa constatação revela uma distinção importante: proteger o indivíduo como titular de dados não equivale a incluí-lo como participante da governança tecnológica da cidade. Em outras palavras, a primeira perspectiva enfatiza proteção, controle e exercício de direitos sobre os dados; a segunda envolve a possibilidade de participação na definição das próprias finalidades, prioridades, limites e formas de utilização das tecnologias que passam a integrar o ambiente urbano. Então, a agenda propõe mecanismos de participação cidadã na definição das prioridades e limites de utilização das tecnologias vestíveis e dos dados em políticas e serviços urbanos, consultas e processos participativos, mecanismos de controle social, maior transparência sobre tecnologias de monitoramento e inclusão dos cidadãos e grupos afetados na avaliação, implementação e acompanhamento das soluções tecnológicas.

Em síntese, os quatro eixos também permitem compreender como os objetivos específicos convergem para o cumprimento do objetivo geral. Os objetivos (a) e (b) fornecem a dimensão territorial, socioambiental e urbana da agenda; o objetivo (c) introduz as tecnologias vestíveis e a integração entre corpo, dados e ambiente construído; o objetivo (d) permite acrescentar os direitos fundamentais, a proteção de dados, a autodeterminação informativa, o Direito à Cidade e a participação cidadã; e o objetivo (e) realiza o movimento de integração dessas evidências científicas e jurídicas, transformando convergências, complementaridades, tensões e lacunas em eixos e ações propositivas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O percurso investigativo desenvolvido na presente pesquisa permite concluir que a discussão sobre a contribuição das tecnologias vestíveis para o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes ultrapassa a questão de sua viabilidade tecnológica. Mais do que indagar se essas tecnologias podem ser incorporadas ao ambiente construído e produzir dados úteis sobre indivíduos, atividades e condições urbanas, a fundamentação teórico-conceitual desenvolvida no Capítulo 2 permitiu estabelecer bases sólidas para a construção das estratégias de busca, tanto científicas quanto jurídicas.

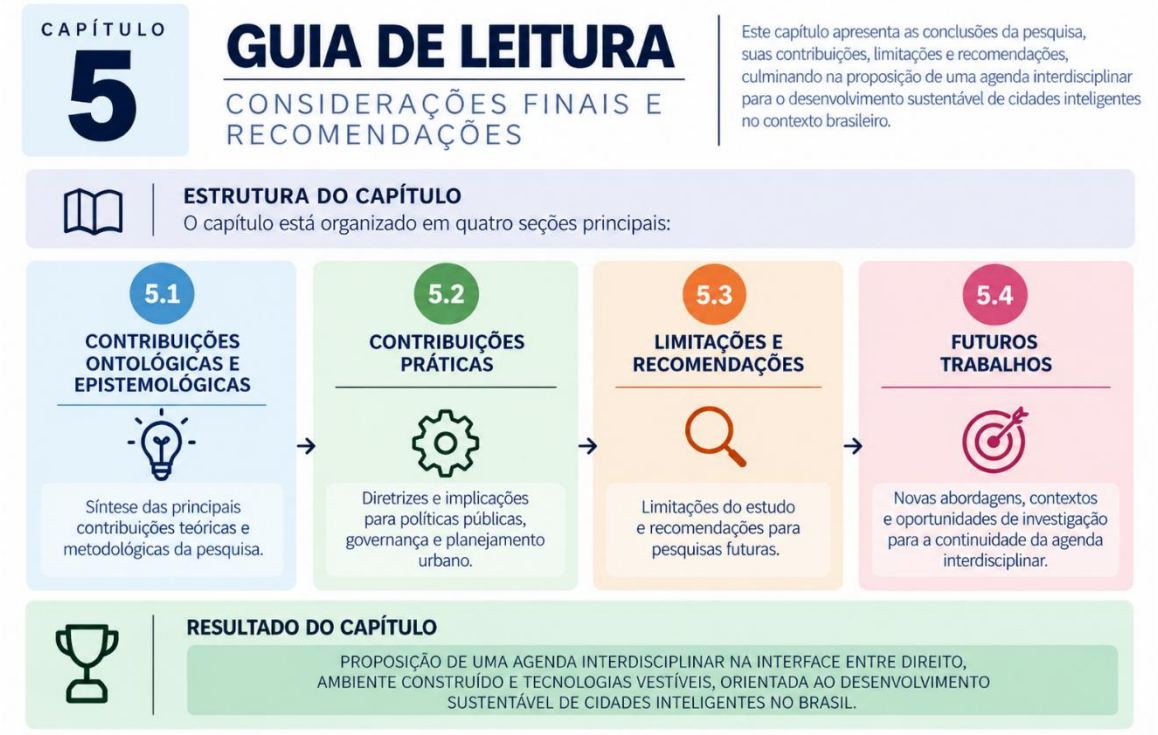
No âmbito científico, a utilização da plataforma Rayyan, como ferramenta de suporte ao processo de seleção dos estudos, associada à adoção do protocolo PRISMA 2020 (vide Apêndices A1 e A2), contribuiu para que a construção do Corpus Textual Científico (CTC) fosse conduzida com rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade, fortalecendo a robustez das evidências científicas obtidas (vide Apêndices B1, B2, B3). Por sua vez, as estratégias adotadas para a construção dos Corpora Textuais Jurídicos (CTJ 1, CTJ 2 e CTJ 3) possibilitaram examinar o objeto à luz das condições jurídicas estabelecidas no contexto brasileiro.

Aprofunda-se que a integração entre as evidências provenientes do CTC e dos três CTJs constituiu um diferencial do percurso metodológico e analítico da pesquisa, ao permitir aproximar perspectivas científicas e jurídicas tradicionalmente examinadas de maneira segmentada. Essa integração possibilitou identificar convergências, complementaridades, tensões e lacunas, fornecendo o fundamento empírico para a proposição de uma agenda interdisciplinar estruturada como mencionado. Dessa forma, a agenda proposta não se configura como um conjunto de recomendações formuladas *a priori*, mas como resultado do percurso teórico, metodológico e analítico desenvolvido ao longo da pesquisa.

Portanto, a resposta ao problema da pesquisa e em consonância com o objetivo geral e específicos, propôs-se, portanto, esta agenda interdisciplinar na interface entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis, estruturada em quatro eixos interdependentes: (Eixo 1) governança responsável dos dados produzidos por tecnologias vestíveis; (Eixo 2) proteção da pessoa e garantia de seus direitos; (Eixo 3) orientação da inovação para finalidades públicas, urbanas, sociais e ambientais; e

(Eixo 4) fortalecimento da participação cidadã na governança tecnológica das cidades inteligentes. A Figura 13 é um guia de leitura.

Figura 13. Guia de leitura das Considerações Finais e Recomendações



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que uma das principais considerações finais emergente desse percurso teórico metodológico é que a contribuição das tecnologias vestíveis para o desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes não reside na tecnologia em si, mas na qualidade das relações estabelecidas entre corpo, dados, ambiente construído, instituições e sociedade. Nessa perspectiva, uma cidade mais inteligente não é necessariamente aquela capaz de coletar e processar maior quantidade de dados, mas aquela capaz de transformar possibilidades tecnológicas em valor público e benefícios sociais, ambientais e urbanos, preservando direitos fundamentais, estabelecendo formas responsáveis de governança e reconhecendo os cidadãos não apenas como usuários ou titulares de dados, mas como participantes dos processos de transformação tecnológica dos espaços em que vivem.

As implicações da presente pesquisa ultrapassam a dimensão aplicada do problema investigado. Em outras palavras: a aproximação entre Direito, ambiente construído e tecnologias vestíveis também suscita questões relativas à própria

compreensão dos objetos, sujeitos e relações que constituem esse campo interdisciplinar, bem como às formas pelas quais o conhecimento sobre esses é produzido. Por essa razão, as considerações finais e recomendações são apresentadas nas seções seguintes a partir de quatro perspectivas complementares e retroalimentar: a contribuições ontológicas e epistemológicas (Subcapítulo 5.1.); contribuições práticas (Subcapítulo 5.2); limitações e recomendações (Subcapítulo 5.3); e futuros trabalhos (Subcapítulo 5.4), conforme sintetizado na Figura 13.

5.1. CONTRIBUIÇÕES ONTOLÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS

A contribuição ontológica está relacionada à maneira como a pesquisa permite reconsiderar o que são os objetos envolvidos e as relações estabelecidas entre estes. Assim, as tecnologias vestíveis deixam de ser compreendido apenas como dispositivo colocado sobre o corpo e passa a ser concebido como uma interface sociotécnica entre corpo, dados e ambiente construído que almejam ser mais inteligentes e sustentáveis, notadamente observados pelo contexto jurídico brasileiro. Da mesma forma, a cidade inteligente deixa de ser definida exclusivamente por infraestrutura, conectividade e capacidade de processamento de dados (vide Capítulo 2) e passa a ser compreendida como um ambiente no qual tecnologias, pessoas, instituições, normas e territórios estabelecem interligações complexas. O indivíduo, por sua vez, não é somente um usuário de uma tecnologia: é uma pessoa humana, que juridicamente é titular de direitos e um cidadão inserido nas dinâmicas igualmente complexas do espaço urbano. Assim, ontologicamente é possível pensar na equivalência dos termos, e como cada um reverbera para cada dimensão científica e jurídica, alinhando desafios de divergências, lacunas e tensões.

Por outro lado, a contribuição epistemológica sobre o que se conhece a respeito da temática, esta decorre da própria estratégia de produção do conhecimento científico adotada nesta dissertação, que privilegia o desenho do estado da arte sobre a problemática. A construção e posterior integração de um corpus textual científico (CTC) e corpus textuais jurídicos (CTJs) permitiram colocar em diálogo campos que empregam linguagens, categorias e formas de problematização distintas, o que indica a necessidade de aprofundamento inclusive ontológico.

Em vez de subordinar uma perspectiva à outra, a análise interdisciplinar proposta desde a parte introdutória deste trabalho permitiu identificar convergências,

complementaridades, tensões e lacunas entre ambas dimensões (científica e jurídica). A proposição da agenda decorre justamente desse espaço de interseção, indicando a possibilidade de produzir conhecimento sobre tecnologias vestíveis, ambientes construídos inteligentes e cidades inteligentes a partir da integração entre evidências tecnológicas, territoriais, jurídicas e sociais, alinhada à visão holística dos desafios imbricados ao desenvolvimento de maneira sustentável.

Ressalta-se que acadêmicos e pesquisadores não devem se ater apenas a ontologia e a epistemologia, uma vez que o problema tratado aqui é essencialmente teórico prático, com alto grau de retroalimentação. Nesse sentido, as contribuições práticas, embora sejam endereçadas aos planejadores, gestores e demais interessados do mundo do trabalho, também são essenciais para que haja um diálogo constante entre a academia e o restante da sociedade em prol de soluções cada vez mais interdisciplinares e inovadoras.

5.2. CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS

Além da contribuição acadêmico científica verificada no subcapítulo 5.1. No plano prático, a principal contribuição consiste na Agenda Interdisciplinar (vide Quadro 9), estruturada em quatro eixos e doze ações. Este instrumento oferece uma referência para planejadores urbanos, gestores públicos, formuladores de políticas, pesquisadores, profissionais responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico e demais atores envolvidos na implantação de soluções baseadas em tecnologias vestíveis e sistemas de sensoriamento no ambiente construído.

As recomendações práticas orientam que planejadores, gestores, e demais interessados observem não somente os avanços teóricos em perspectiva ontológica e epistemológica, mas do ponto de vista prático a relevância do ciclo de vida dos dados, a definição das responsabilidades dos agentes envolvidos, a proteção de dados pessoais e sensíveis, a avaliação dos riscos do monitoramento, a incorporação de critérios de sustentabilidade e Direito à Cidade, a avaliação dos impactos sociais e ambientais das tecnologias e a criação de mecanismos de participação e controle social. Contudo, como salientado no subcapítulo anterior, é preciso estabelecer um diálogo sobre o que ocorre na prática, com o que se avança na teoria, retroalimentando teoria e prática e alinhando o fluxo multidirecional entre academia e o restante da sociedade.

Em síntese, é possível concluir que a contribuição prática desta pesquisa não consiste em prescrever uma solução tecnológica específica, mas em oferecer critérios para orientar processos de tomada de decisão sobre quando, como, para quê e sob quais condições essas tecnologias devem ser incorporadas ao ambiente construído no contexto das cidades, evitando-se assim fetichizar tecnologias, ou tornar os desafios e oportunidades um debate metonímico focado apenas na dimensão tecnológica como sinônimo de inovação e inteligência.

5.3. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Em primeira mão, os resultados devem ser interpretados considerando os limites do desenho teórico e metodológico adotado na presente pesquisa. Exemplificando, o CTC corresponde ao conjunto de estudos selecionados mediante os critérios de inclusão e exclusão definidos para a RSL, enquanto os CTJs decorrem da delimitação de documentos jurídicos considerados pertinentes ao problema investigado a partir da revisão narrativa que originou o Capítulo 2 de fundamentação. Consequentemente, os resultados representam os corpora textuais construídos para esta pesquisa e não devem ser generalizados como representação exaustiva da produção científica internacional ou de todo o ordenamento jurídico brasileiro.

Do ponto de vista da análise textual (AT), as relações identificadas devem ser compreendidas como evidências da estrutura lexical e das coincidências presentes nos corpus textuais. Por exemplo, a menor centralidade ou ausência de determinados termos, particularmente aqueles relacionados à sustentabilidade e à participação cidadã não significa necessariamente ausência substantiva dessas dimensões nos documentos analisados, pois adotou-se o número mínimo de frequência dos termos igual ou maior que 10 repetições conforme explicado no Capítulo 3. Assim, a leitura qualitativa dos documentos e contextual com os demais resultados da pesquisa é um exercício relevante para se estabelecer uma visão crítica sobre a produção do conhecimento que está restrito a este trabalho.

Outra limitação decorre da própria natureza dinâmica do objeto e as diversas temporalidades e espacialidades, suas particularidades. Em outros termos, as tecnologias vestíveis, sistemas de inteligência urbana e modelos de tratamento de dados evoluem rapidamente, enquanto os marcos regulatórios também podem sofrer alterações legislativas, regulamentares e interpretativas, o que demanda uma visão

crítica e atualizada a partir do que foi visto neste trabalho. Assim, a própria agenda interdisciplinar proposta deve ser compreendida, portanto, como uma estrutura orientadora passível de atualização, e não como modelo regulatório fechado ou definitivo.

Recomenda-se, nesse sentido, que iniciativas envolvendo tecnologias vestíveis (*wearables)* em ambientes urbanos: (1) adotem avaliações interdisciplinares desde sua concepção; (2) articulem viabilidade tecnológica com proteção jurídica; (3) avaliem, mensurem e monitorem impactos territoriais e socioambientais pela lógica do desenvolvimento sustentável; (4) sustentem mecanismos de participação dos grupos afetados e instrumentalize o aprender e ensinar sobre a temática, indicando o papel da cidadania para a inteligência e sustentabilidade urbana.

5.4. FUTUROS TRABALHOS

Os resultados encontrados tanto do ponto de vista teórico conceitual, quanto práticos, retroalimentados e traduzidos por uma nova agenda interdisciplinar, abrem diferentes possibilidades para continuidade da investigação iniciada nesta dissertação de mestrado. Estudos futuros poderão, por exemplo: ampliar o CTC mediante a incorporação de outras bases científicas tais como Scopus, períodos e estratégias de busca, bem como expandir o corpus jurídico para contemplar normas infralegais, regulamentações setoriais, decisões judiciais, documentos produzidos por autoridades reguladoras e marcos normativos relacionados à IA, cidades inteligentes e transformação digital.

Também se recomenda avançar da análise documental para investigações empíricas no campo, envolvendo entrevistas e questionários com gestores públicos, desenvolvedores de tecnologias, pesquisadores, profissionais do Direito, planejadores urbanos e cidadãos. Métodos qualitativos, quantitativos ou mistos poderão avaliar como os quatro eixos propostos na agenda se manifestam em projetos concretos de cidades inteligentes e quais conflitos surgem durante sua implementação. Adicionalmente, é possível considerar os próprios vestíveis como parte dos métodos científicos conforme visto em Knop et al. (2026).

Outra frente relevante consiste no desenvolvimento e validação de indicadores capazes de avaliar conjuntamente desempenho tecnológico, proteção de direitos, sustentabilidade e participação cidadã, permitindo operacionalizar a agenda proposta.

Além disso, estudos de caso em cidades brasileiras poderão testar esses indicadores e comparar diferentes contextos territoriais e institucionais nacionais.

Por fim, trabalhos futuros poderão aprofundar uma questão que decorre desta pesquisa: em que condições os dados produzidos pelo corpo e por sua interação com o ambiente, por meio de sensores incorporados às tecnologias vestíveis, podem ser convertidos em conhecimento sobre a cidade sem reduzir o cidadão a uma mera fonte de dados? Portanto, ao indicar a necessidade de aproximar tecnologias vestíveis, ambiente construído, Direito, sustentabilidade e participação cidadã por meio de outras perspectivas teóricas e metodológicas, capazes de complementar e aprofundar os avanços alcançados nesta investigação.

Essa dissertação também aponta importantes fronteiras para novas pesquisas. Dentre elas, a possibilidade de deslocar o eixo analítico da relação entre corpo e cidade para as relações percebidas pelas diferentes partes interessadas entre sensoriamento, produção de conhecimento urbano e direitos, com foco na participação cidadã. Essa ramificação poderá ser aprofundada, por exemplo, em um futuro doutoramento e, em caráter provisório, permite esboçar a seguinte ideia central: “Da Cidade Sensoriada à Cidade mais Cidadã”.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. et al. **Declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas**. Vila Nova de Gaia: ESS Jean Piaget, [s.d.]. Tradução de: PAGE, M. J. et al. *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

ALMEIDA, C. C. R. *et al.* Complexidade e participação cidadã. **Política & Sociedade**, [S. l.], n. 54, p. 1-29, 2024.

AYANOGLU, S. G. **O design de wearables da moda para promover comportamentos sustentáveis em cidades inteligentes**. 2022. Tese (Doutorado) - IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação, Universidade Europeia, Lisboa, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.26/41710. Acesso em: 4 ago. 2025.

BADER, A.P. A model for everyday experience of the built environment: the embodied perception of architecture. **The Journal of Architecture**, v. 20, n. 2, p. 244-267, 2015. DOI: 10.1080/13602365.2015.1026835.

BAER, W. C. Toward design of regulations for the built environment. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 24, n. 1, p. 37-57, 1997. DOI: 10.1068/b240037.

BALSAMO, D. *et al.* Wearable and autonomous computing for future smart cities: open challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE, TELECOMMUNICATIONS AND COMPUTER NETWORKS (SOFTCOM), 25., 2017. **Anais [...]**. [S. l.]: IEEE, 2017. p. 1-5.

BATTY, M. Competition in the built environment: scaling laws for cities, neighbourhoods and buildings. **Nexus Network Journal**, v. 17, n. 3, p. 831-850, 2015.

BORGES, G. S. Smart cities na sociedade 5.0 e direitos humanos: experiência da e-Estônia. **Revista de Direito da Cidade**, v. 15, n. 2, p. 707-734, 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 2 set. 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm. Acesso em: 5 set. 2026.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 11 jul. 2001.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 5 set. 2026.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 10 ago. 2025.

BRASIL. Presidência da República. **Planalto**. Brasília, DF: Presidência da República, [2026a]. Disponível em: https://www.gov.br/planalto. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. Presidência da República. **Legislação**. Brasília, DF: Presidência da República, [2026b]. Disponível em: https://www4.planalto.gov.br/legislacao/. Acesso em: 6 set. 2026.

BURNS, R.; WELKER, P. "Make our communities better through data": the moral economy of smart city labor. **Big Data & Society**, v. 9, n. 1, 2022. DOI: 10.1177/20539517221106381.

CARDULLO, P.; KITCHIN, R. Being a 'citizen' in the smart city: up and down the scaffold of smart citizen participation in Dublin, Ireland. **GeoJournal**, Cham, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2019. DOI: 10.1007/s10708-018-9845-8.

CARVALHO, A. *et al.* **Design de wearable**: interatividade e sistemas complexos. [S. l.]: Zenodo, 2022.

CEP UFJF. **Resolução n. 510, de 7 de abril de 2016**. [S. l.], 2016. Disponível em: https://www2.ufjf.br/comitedeetica/wp-content/uploads/sites/80/2024/04/Resoluo_n_510_-_2016_-_Ciencias_Humanas_e_Sociais.pdf. Acesso em: 4 ago. 2025.

CHEN, Y. et al.. Proactive and adaptive elderly-centered governance framework through synergistic integration of the Internet of Things and multi-agent systems. **Sensors and Materials**, v. 37, n. 6, p. 2431–2446, 2025. DOI: https://doi.org/10.18494/SAM5741

CHICCO, J. M.; et al.. Wearable sensors to estimate outdoor air quality of the city of Turin (NW Italy) in an IoT context: a GIS-mapped representation of diffused data recorded over one year of monitoring. **Smart Cities,** v. 9, n. 1, art. 7, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/smartcities9010007.

CHWALEK, P. *et al.* A dataset exploring urban comfort through novel wearables and environmental surveys. **Scientific Data**, v. 11, art. 1423, 2024. DOI: 10.1038/s41597-024-04279-9.

COFFEY, F. C. Increasing relevance and interest: teaching environmental and planning law to built environment students. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 1, n. 2, p. 86-96, 2009.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026**. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2026. Disponível em: http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/23142775. Acesso em: 8 set. 2026.

COSTA, T. C. D. **Desenvolvimento de uma plataforma para acompanhamento de atividades físicas de gestantes via smartwatches**. 2025. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

CUREAU, R. J.; PIGLIAUTILE, I.; PISELLO, A. L. A new wearable system for sensing outdoor environmental conditions for monitoring hyper-microclimate. **Sensors**, v. 22, n. 2, art. 502, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/s22020502

CHYNOWETH, P. Legal research in the built environment: a methodological framework. In: **International Conference on Building Education and Research (BEAR), Building Resilience**. 2008. p. 11-15.

DAMERI, R. P.; ROSENTHAL-SABROUX, C. **Smart city**: how to create public and economic value with high technology in urban space. New York: Springer, 2014.

DEGUCHI, A. *et al.* From smart city to society 5.0. **Society**, v. 5, p. 43-65, 2020.

DE QUADROS PICCOLI, M. S.; PANIZZON, M. A popularização do conhecimento como forma de interação entre a academia e a sociedade. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 17, n. 37, p. 1-22, 2021.

DE SOUZA E SILVA, A.; CAMPBELL, S. W.; LING, R. Hybrid space revisited: from concept toward theory. **Communication Theory**, v. 35, n. 1, p. 14-24, 2025. DOI: 10.1093/ct/qtae023.

D'ORTONA, C.; TARCHI, D.; RAFFAELLI, C. Open-source MQTT-based end-to-end IoT system for smart city scenarios. **Future Internet**, v. 14, n. 2, art. 57, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/fi14020057

ENGELBERT, J.; VAN ZOONEN, L.; HIRZALLA, F. Excluding citizens from the European smart city: the discourse practices of pursuing and granting smartness. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 142, p. 347-353, maio 2019. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.08.020.

ESHACKATHON. **Eshackathon**. Disponível em: https://www.eshackathon.org/software/PRISMA2020.html. Acesso em: 17 ago. 2025.

ESSA, I. A. Ubiquitous sensing for smart and aware environments. **IEEE Personal Communications**, v. 7, n. 5, p. 47-49, 2000.

FISHER, D. E. Sustainability, the built environment and the legal system. In: YANG, J.; BRANDON, P. S.; SIDWELL, A. C. (ed.). **Smart & sustainable built environments**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. p. 245-260.

FRAGA, C. *et al.* Mapping gamification for sustainable urban development: generating new insights for tourism education. **Tourism and Hospitality**, v. 6, n. 1, p. 17, 2025.

GABRYS, J.. Programming environments: environmentality and citizen sensing in the smart city. **Environment and Planning D: Society and Space**, v. 32, n. 1, p. 30-48, 2014. DOI: 10.1068/d16812.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRAPAS, C. *et al.* Do we all feel the city the same way? A proof-of-concept framework linking physiological wellbeing to neighborhood-scale resilience through multi-domain environmental sensing. **Building and Environment**, v. 300, art. 114679, 2026. DOI: 10.1016/j.buildenv.2026.114679.

GRAVINA, R. *et al.* Multi-sensor fusion in body sensor networks: state-of-the-art and research challenges. **Information Fusion**, v. 35, p. 68-80, 2017.

HADDAWAY, N. R. *et al.* PRISMA2020: an R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and open synthesis. **Campbell Systematic Reviews**, v. 18, n. 2, p. e1230, 2022.

HAMAMURAD, Q. *et al.* Uma revisão bibliográfica sobre cidade inteligente: conceito e estrutura. **Journal of Advanced Geospatial Science & Technology**, v. 2, n. 1, p. 92-111, 2022.

HARARI, Y. N. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. Tradução: Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015.

HELBIG, C. *et al.* Wearable sensors for human environmental exposure in urban settings. **Current Pollution Reports**, v. 7, n. 3, p. 417-433, 2021. DOI: 10.1007/s40726-021-00186-4.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Juiz de Fora: panorama**. Cidades@. Rio de Janeiro: IBGE, [2025]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama. Acesso em: 3 ago. 2025.

IBRAHIM, A. K. Evolution of the web: from Web 1.0 to 4.0. **Qubahan Academic Journal**, v. 1, n. 3, p. 20-28, 2021.

IRAMUTEQ. **IRaMuTeQ.** [2025]. Disponível em: https://www.iramuteq.org/. Acesso em: 17 ago. 2025.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução: Carlos S. Mendes Rosa. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

KHAN, H. H. *et al.* Challenges for sustainable smart city development: a conceptual framework. **Sustainable Development**, v. 28, n. 5, p. 1507-1518, 2020.

KIM, J. *et al.* Location-based collective distress using large-scale biosignals in real life for walkable built environments. **Scientific Reports**, v. 13, art. 5940, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-33132-z.

KNOP, M. et al. Neuroscience and Wearable Technologies in Smart Tourism Destination Marketing. **Smart Tourism and Destination Marketing**, 2026.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAURINO, M.; et al. Sport in town: the Smart Healthy ENV project, a pilot study of physical activity with multiparametric monitoring. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 5, art. 2432, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph18052432.

LECINSKI, J. **Conquistando o momento zero da verdade**: ZMOT. [S. l.]: Momento Zero da Verdade, 2011.

LEE, J.; SON, J. Technologies and big data. In: **Big Data and Data Science Engineering**. 2025. v. 1201, p. 81.

LUGO-SANTIAGO, J. A. Is there such a thing as the Smart City 1.0, 2.0, or 3.0? In: **Leadership and strategic foresight in smart cities**. Cham: Palgrave Macmillan, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-49020-1_3.

LYNCH, K. **A boa forma da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

MANTE-MEIJER, E.; VAN DE LOO, H.; KANT, A. Blurring of the life spheres: flexibility and teleworking. In: KANT, A.; MANTE-MEIJER, E. (org.). **Blurring boundaries**: when are information and communication technologies coming home? Stockholm: Telia, 1998.

MARTINS, P. H. Norte e Sul como referências para uma ciência social global: transdisciplinar, antiutilitarista e pós-colonial. **Revista TOMO**, 2017. DOI: 10.21669/tomo.v0i0.7649.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

NAU, T.*et al.* The built environment and population physical activity: methods for mapping the relevant laws. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 20, n. 2, p. 157-168, 2023. DOI: 10.1123/jpah.2022-0279.

OMETOV, A. et al. A survey on wearable technology: history, state-of-the-art and current challenges. **Computer Networks,** v. 193, art. 108074, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108074

OPEN HUMANS. Disponível em: https://www.openhumans.org/. Acesso em: 3 ago. 2025.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, p. n71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

PANAHI, O. Sensores vestíveis e sustentabilidade personalizada: monitoramento de exposições à saúde e ao meio ambiente em tempo real. **Revista Europeia de Estudos Inovadores e Sustentabilidade**, v. 1, n. 2, p. 11-19, 2025. DOI: 10.59324/ejiss.2025.1(2).02.

PAUL, J.; CRIADO, A. R. The art of writing literature review: what do we know and what do we need to know? **International Business Review**, v. 29, art. 101717, 2020. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2020.101717.

PAWNIKAR, V.; PATEL, M. Biosensors in wearable medical devices: regulatory framework and compliance across US, EU, and Indian markets. **Annales Pharmaceutiques Françaises**. [S. l.]: Elsevier Masson, 2025.

PERDUE, W.C.; STONE, L. A.; GOSTIN, L. O. The built environment and its relationship to the public's health: the legal framework. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, p. 1390-1394, 2003. DOI: 10.2105/AJPH.93.9.1390.

PHYSIONET. Disponível em: https://physionet.org/about/publish/. Acesso em: 3 ago. 2025.

PIERONI, M. *et al.* Affective Internet of Things: mimicking human-like personality in designing smart-objects. In: IEEE 2ND WORLD FORUM ON INTERNET OF THINGS (WF-IoT), 2015, Milan. *Proceedings [...]*. **IEEE**, 2015. p. 400–405. DOI: 10.1109/WF-IoT.2015.7389088.

PJF – PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Resolução n. 158 – SEPLAG**. Programa Juiz de Fora 2030. Juiz de Fora, 14 jul. 2020. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=76972. Acesso em: 4 ago. 2025.

PORTAL CAPES. **Periódicos**. Disponível em: https://www-periodicos-capes-gov-br.ez25.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=resources&id=CAP00731. Acesso em: 17 ago. 2025.

PRISMA. **PRISMA statement**. 2025. Disponível em: https://www.prisma-statement.org. Acesso em: 17 ago. 2025.

PRAJITHA, C.; SRIDHAR, K. P.; BASKAR, S. ECG diagnosis for arrhythmia detection with a cloud-based service and a wearable sensor network in a smart city environment. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 4, art. 1073486, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/frsc.2022.1073486

RADANLIEV, P. Privacidade, ética, transparência e responsabilização em sistemas de IA para dispositivos vestíveis. **Frontiers in Digital Health**, v. 7, art. 1431246, 2025.

RAHIM, M. J.; AFROZ, A.; AKINOLA, O. Predictive analytics in healthcare: big data, better decisions. **International Journal of Scientific Research and Modern Technology**, v. 4, n. 1, p. 1-21, 2025.

RASOULZADEH AGHDAM, Samad *et al.* Social smart city research: interconnections between participatory governance, data privacy, artificial intelligence and ethical sustainable development. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 6, art. 1514040, 2025.

RATTI, Carlo. **Smart city, smart citizen**. Milano: EGEA, 2013.

RAYYAN. **Rayyan**. [2025]. Disponível em: https://www.rayyan.ai/. Acesso em: 17 ago. 2025.

ROSCA, C. M.; STANCU, A. Integration of AI in self-powered IoT sensor systems. **Applied Sciences**, v. 15, p. 7008, 2025.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SALAM, A. Internet of things for sustainability: perspectives in privacy, cybersecurity, and future trends. In: **Internet of things for sustainable community development**: wireless communications, sensing, and systems. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 299-326.

SALAMONE, F.; MASULLO, M.; SIBILIO, S. Wearable devices for environmental monitoring in the built environment: a systematic review. **Sensors**, v. 21, n. 14, art. 4727, 2021. DOI: 10.3390/s21144727.

SALVIATI, M. E. **Manual do aplicativo Iramuteq**. [S. l.], 2017. Disponível em: https://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq.pdf. Acesso em: 3 ago. 2025.

SANCHEZ, T. W.; BRENMAN, M.; YE, X. The ethical concerns of artificial intelligence in urban planning. **Journal of the American Planning Association**, v. 91, n. 2, p. 294-307, 2025. DOI: 10.1080/01944363.2024.2355305.

SANFILIPPO, F.; PACCHIEROTTI, C. A wearable haptic system for the health monitoring of elderly people in smart cities. **International Journal of Online Engineering,** v. 14, n. 8, p. 52–66, 2018. DOI: https://doi.org/10.3991/ijoe.v14i08.8571.

SANTOS, P.J.T. dos et al. Tecnologia disruptiva e Direito disruptivo: compreensão do Direito em um cenário de novas tecnologias. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 3056-3091, 2019. DOI: 10.1590/2179-8966/2019/45696.

SARTORI, F.; MELEN, R. Design and implementation of a platform for wearable/mobile smart environments. *IEEE **Transactions on Engineering Management,*** v. 70, n. 2, p. 755–769, 2023. DOI: https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3062786

SAYYAD, J.; ATTARDE, K. Synergizing nanotechnology and artificial intelligence for Society 5.0 advancement through intelligent systems. In: **NanoMind**: exploring synergies in nanotechnology and machine learning. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. p. 225-249.

SEGURA ANAYA, L. H. *et al.* Ethical implications of user perceptions of wearable devices. **Science and Engineering Ethics**, v. 24, n. 1, p. 1-28, 2018.

SENSORS. **Sensors**: aims & scope. Basel: MDPI, [2026]. Disponível em: https://www.mdpi.com/journal/sensors/about. Acesso em: 14 ago. 2026.

SHI, J. *et al.* Smart textile-integrated microelectronic systems for wearable applications. **Advanced Materials**, v. 32, n. 5, p. 1901958, 2020.

SIVAKUMAR, C. L. V.; MONE, V.; ABDUMUKHTOR, R.. Addressing privacy concerns with wearable health monitoring technology. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 14, n. 3, p. e1535, 2024.

SURVEYMONKEY. **Sample size calculator**. Disponível em: https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/. Acesso em: 4 ago. 2025.

THAKURIAH, P. V. et al. Integrated Multimedia City Data (iMCD): a composite survey and sensing approach to understanding urban living and mobility. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 80, art. 101427, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101427

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação.** São Paulo: Saraiva, 2009.

TOBBIN, R. A.; CARDIN, V. S. G. Tecnologias vestíveis e superávit comportamental: a imposição de produtividade no ambiente de trabalho por meio de técnicas invasivas de privacidade. **Revista do Direito Público**, v. 19, n. 3, p. 89-111, 2024.

TÓTH, K. Innovative IT solutions in health and sport – the importance of wearable devices, Internet of Things, artificial intelligence and Big Data. **Acta Medicinae et Sociologica**, v. 15, n. 39, p. 87-114, 2024.

UNITED NATIONS. Nações Unidas (ONU). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11**: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, [S. l.], 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11. Acesso em: 4 ago. 2025.

VAN WAART, P.; MULDER, I.; DE BONT, C. A participatory approach for envisioning a smart city. **Social Science Computer Review**, v. 34, n. 6, p. 708-723, 2016.

VILLAS BÔAS FILHO, O. O desenvolvimento dos estudos sociojurídicos: da cacofonia à construção de um campo de pesquisa interdisciplinar. **Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 113, p. 251-292, 2018. DOI: 10.11606/issn.2318-8235.v113i0p251-292.

WEB OF SCIENCE. **Basic search**. Portal CAPES. [2026]. Disponível em: https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/1cd5debe-62cc-44d8-8bc9-77ddb40790b6-01c6ad8c28/relevance/1. Acesso em: 5 set. 2026.

WEBER, M.; PODNAR ŽARKO, I. Uma visão regulatória sobre serviços de cidades inteligentes. **Sensors**, v. 19, n. 2, p. 415, 2019.

YOON, J.; CHUN, J.; KIM, H. Investigating the relation between walkability and the changes in pedestrian policy through wearable sensing. **Sustainability**, v. 12, n. 24, art. 10447, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su122410447

ZHANG, Z. *et al.* Assessing the association between urban features and human physiological stress response using wearable sensors in different urban contexts. **Health & Place**, v. 78, art. 102924, 2022. DOI: 10.1016/j.healthplace.2022.102924.

ZHOU, Y.; KANKANHALLI, A. AI regulation for smart cities: challenges and principles. In: ESTEVEZ, E.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J. (ed.). **Smart Cities and Smart Governance: Towards the 22nd Century Sustainable City**. Cham: Springer, 2021. p. 101–118. DOI: 10.1007/978-3-030-61033-3_5.

ZHUANG, H. *et al.* Sustainable smart city building construction methods. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 4947, 2020.

APÊNDICES

Apêndice A1 - *Check List* PRISMA (2020)

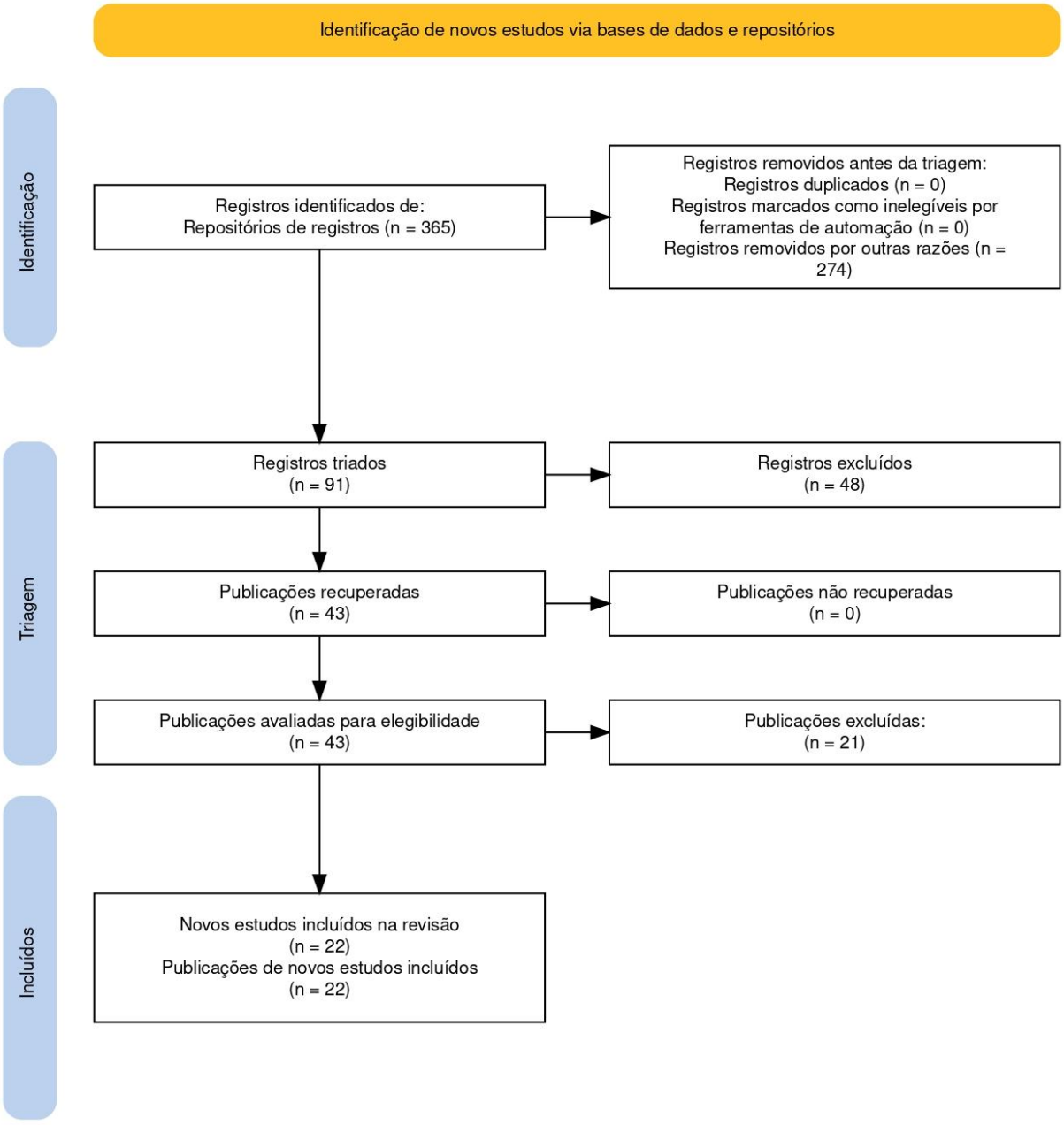
Secção e Tópico	Item	Verificação do item	Local onde o item está
TÍTULO			
Título	1	Identifica a publicação como uma revisão sistemática.	Capítulo 1
RESUMO			
Resumo	2	Ver a lista de verificação PRISMA 2020 para Resumos.	Não se aplica
INTRODUÇÃO			
Fundamentação	3	Fundamenta a revisão no contexto do conhecimento existente.	Capítulos 1 e 2
Objetivos	4	Apresenta explicitamente o(s) objetivo(s) ou questão(ões) respeitantes à revisão.	Capítulo 1
MÉTODOS			
Critérios de elegibilidade	5	Especifica os critérios de inclusão e exclusão para a revisão e forma como os estudos foram agrupados para as sínteses.	Capítulo 3
Fontes de informação	6	Especifica todas as bases de dados, registos, websites, organizações, listas de referências e outras fontes pesquisadas ou consultadas para identificação dos estudos. Especifica a última data em que cada fonte foi pesquisada ou consultada.	Capítulo 3
Estratégia de pesquisa	7	Apresenta as estratégias de pesquisa completas para todas as bases de dados, registos e websites, incluindo todos os filtros e limites utilizados.	Capítulo 3
Processo de seleção	8	Especifica os métodos utilizados para decidir se um estudo satisfaz os critérios de inclusão da revisão, incluindo quantos revisores fizeram a triagem de cada registo e publicação selecionada, se trabalharam de uma forma independente e, se aplicável, os detalhes de ferramentas de automatização utilizadas no processo.	Capítulo 3
Processo de recolha de dados	9	Especifica os métodos utilizados para recolha de dados das publicações, incluindo quantos revisores recolheram a informação de cada publicação, se trabalharam de uma forma independente, todos os processos de obtenção ou confirmação de dados por parte dos investigadores do estudo e, se aplicável, detalhes de ferramentas de automatização utilizadas.	Capítulo 3
Dados dos itens	10a	Lista e define todos os resultados para os quais os dados foram pesquisados. Especifica se foram pesquisados todos os resultados compatíveis com cada domínio em cada estudo (p ex. para todas as medidas, momentos, análises) e, se não, especifica os métodos utilizados para decidir quais resultados a recolher.	Apêndices A1 e A2, B1, B2 e B3
	10b	Lista e define todas as outras variáveis para as quais os dados foram pesquisados (p. ex. características dos participantes e intervenções, fontes de financiamento). Descreve os pressupostos utilizados sobre informação em falta ou pouco clara.	Apêndices A1 e A2 e B1, B2 e B3
Avaliação do risco de viés nos estudos	11	Especifica os métodos utilizados para avaliar o risco de viés dos estudos incluídos, incluindo detalhes sobre o(s) instrumento(s) utilizado(s), quantos revisores avaliaram cada estudo e se trabalharam de forma independente e ainda, se aplicável, detalhes de ferramentas de automatização utilizadas no processo.	Capítulo 3

Medidas de efeito	12	Especifica para cada resultado a(s) medida(s) de efeito (p. ex. risco relativo e diferença de média) utilizada(s) na síntese ou apresentação dos resultados.	Não se aplica
Método de síntese	13a	escreve os processos utilizados para decidir os estudos elegíveis para cada síntese (p. ex. apresentar as características da intervenção apresentada no estudo e comparar com os grupos planeados para cada síntese (item #5)).	Capítulo 3
	13b	Descreve todos os métodos necessários de preparação de dados para apresentação ou síntese, tais como lidar com os dados em falta no resumo da estatística, ou conversões de dados.	Não se aplica
	13c	Descreve todos os métodos utilizados para apresentar ou exibir os resultados individuais de estudos e sínteses.	Capítulo 3
	13d	Descreve todos os métodos utilizados para resumir os resultados e fornece uma justificação para a(s) escolha(s). Se foi realizada uma meta-análise, Descreve o(s) modelo(s) e método(s) para identificar a presença e extensão da heterogeneidade estatística, e de *software* utilizado(s).	Capítulo 3
	13e	Descreve todos os métodos utilizados para explorar possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados do estudo (p. ex. análise de subgrupos, meta-regressão).	Não se aplica
	13f	Descreve todas as análises de sensibilidade realizadas para avaliar a robustez da síntese dos resultados.	Não se aplica
Avaliação do viés reportado	14	Descreve todos os métodos utilizados para avaliar o risco de viés devido à falta de resultados numa síntese (decorrente de viés de informação).	Não se aplica
Avaliação do grau de confiança	15	Descreve todos os métodos utilizados para avaliar a certeza (ou confiança) no corpo de evidência de um resultado.	Não se aplica
RESULTADOS			
Seleção dos estudos	16a	Descreve os resultados do processo de pesquisa e seleção, desde o número de registos identificados na pesquisa até ao número de estudos incluídos na revisão, idealmente utilizando um fluxograma.	Capítulos 3 e 4
	16b	Cita estudos que parecem satisfazer os critérios de inclusão, mas que foram excluídos, e explica as razões da exclusão.	Capítulo 4
Características dos estudos	17	Cita cada estudo incluído e apresenta as suas características.	Apêndices B1, B2 e B3
Risco de viés nos estudos	18	Apresenta a avaliação de risco de viés para cada estudo incluído.	Não se aplica
Resultados individuais dos estudos	19	Para todos os resultados de cada estudo, apresenta: (a) resumo da estatística para cada grupo (quando apropriado) e (b) uma estimativa do efeito e a sua precisão (p. ex. intervalo de confiança/credibilidade), utilizando idealmente tabelas ou gráficos estruturados.	Não se aplica
Resultados das sínteses	20a	Para cada síntese, resumo das características e risco de viés entre os estudos selecionados.	Não se aplica
	20b	Apresenta os resultados de todas as sínteses estatísticas realizadas. Se foi feita uma meta-análise, apresenta para cada resultado o resumo da estimativa e a sua precisão (p. ex. intervalo de confiança/credibilidade) e medidas de heterogeneidade estatística. Se forem comparados grupos, descreve a direção do efeito.	Não se aplica
	20c	Apresenta os resultados de todas as investigações de possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados do estudo.	Não se aplica
	20d	Apresenta resultados de todas as análises de sensibilidade realizadas para avaliar a robustez dos resultados sintetizados.	Não se aplica

Vieses reportados	21	Apresenta a avaliação do risco de viés devido à falta de resultados (resultantes de viés de informação) para cada síntese avaliada.	Não se aplica
Nível de significância	22	Apresenta a avaliação de certeza (ou confiança) no corpo de evidência para cada resultado avaliado.	Não se aplica
DISCUSSÃO			
Discussão	23a	Fornece uma interpretação geral dos resultados no contexto de outra evidência.	Capítulo 4
	23b	Discute todas as limitações da evidência, incluídas na revisão.	Capítulo 4
	23c	Discute todas as limitações dos processos de revisão utilizados.	Capítulo 4
	23d	Discute as implicações dos resultados para a prática, política e investigação futura.	Capítulo 4
OUTRAS INFORMAÇÕES			
Registo do protocolo	24a	Fornece informação sobre o registo da revisão, incluindo o nome e número de registo, ou refere que a revisão não está registada.	Não se aplica
	24b	Indica local de acesso ao protocolo da revisão, ou refere que o protocolo não foi preparado.	Capítulo 3
	24c	Descreve e explica todas as alterações à informação fornecida no registo ou no protocolo.	Não se aplica
Apoios	25	Descreve as fontes de financiamento ou apoio sem financiamento que suportam a revisão, e o papel dos financiadores ou patrocinadores da revisão.	Agradecimentos
Conflito de interesses	26	Declara todos os conflitos de interesses dos autores da revisão.	Não se aplica
Disponibilidade dos dados, códigos e outros materiais	27	Reporta quais dos seguintes materiais estão acessíveis publicamente e onde podem ser encontrados: modelo de formulários de recolha de dados extraídos dos estudos incluídos, dados utilizados para análise; código analítico, qualquer outro material utilizado na revisão.	Apêndices B3

Traduzido por: Verónica Abreu*, Sónia Gonçalves-Lopes*, José Luís Sousa* e Verónica Oliveira / *ESS Jean Piaget - Vila Nova de Gaia - Portugal. A partir de: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

Apêndice A2 - Fluxograma Prisma (2020)



HADDAWAY, N. R.; PAGE, M. J.; PRITCHARD, C. C.; MCGUINNESS, L. A. PRISMA2020: an R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. **Campbell Systematic Reviews**, v. 18, e1230, 2022. DOI: 10.1002/cl2.1230.

Apêndice B1 - Classificação a partir dos critérios de inclusão do CTC

Nº	DOI	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI6	Decisão
1	10.1016/j.future.2017.04.036	-	-	-	-	✓	✓	Excluir
2	10.3390/s19020326	-	-	-	-	✓	✓	Excluir
3	10.1109/TETC.2015.2390034	-	-	-	-	-	-	Excluir
4	10.1109/ACCESS.2017.2780087	-	-	-	-	-	-	Excluir
5	10.3390/s19051141	-	-	-	-	✓	-	Excluir
6	10.1109/JMW.2022.3228683	-	-	✓	-	-	-	Excluir
7	10.3390/drones3010013	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
8	10.1016/j.eswa.2020.113251	-	-	-	-	✓	-	Excluir
9	10.1109/ACCESS.2020.2979022	✓	-	-	✓	✓	✓	Incluir
10	10.1155/2019/9507938	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
11	10.3906/elk-1810-47	-	-	-	-	-	-	Excluir
12	10.1016/j.techfore.2017.09.016	-	-	-	-	-	-	Excluir
13	10.3390/s20123435	✓	✓	-	-	-	✓	Incluir
14	10.3390/s22020502	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
15	10.1109/ACCESS.2019.2962912	-	-	-	-	✓	-	Excluir
16	10.1016/j.mattod.2023.09.001	-	-	-	-	-	-	Excluir

17	10.1177/1329878X20949545	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
18	10.1002/ett.4621	-	-	-	-	✓	✓	Excluir
19	10.3390/s19112466	✓	-	-	✓	✓	✓	Incluir
20	10.3390/fi14020057	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
21	10.3390/electronics9071135	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
22	10.1631/FITEE.1800519	-	-	-	-	-	✓	Excluir
23	10.1016/j.cie.2022.107967	-	-	-	-	✓	✓	Excluir
24	10.1109/TETC.2021.3050733	-	-	-	-	✓	-	Excluir
25	10.1109/ACCESS.2018.2795478	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
26	10.1007/s40309-016-0107-z	-	-	-	-	✓	-	Excluir
27	10.1016/j.jss.2024.111976	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
28	10.3390/s24113433	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
29	10.3390/info11010023	-	-	-	-	-	-	Excluir
30	10.1155/2020/8822555	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
31	10.1016/j.compenvurbsys.2019.101427	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
32	10.1016/j.neucom.2020.08.091	-	-	-	-	-	✓	Excluir
33	10.1109/JIOT.2021.3082272	✓	-	-	✓	✓	✓	Incluir
34	10.1007/s11277-021-08285-7	-	-	-	-	-	✓	Excluir

35	10.1109/TEM.2021.3062786	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
36	10.3991/ijoe.v14i08.8571	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
37	10.1007/s11276-018-1665-8	-	-	-	-	-	-	Excluir
38	10.3390/electronics4010001	-	-	-	-	-	-	Excluir
39	10.3390/s24247965	✓	-	-	✓	-	✓	Incluir
40	10.3390/su122410447	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Incluir
41	10.1186/s13677-022-00388-1	-	-	-	-	-	✓	Excluir
42	10.1109/TNSM.2020.2983921	-	-	-	-	-	-	Excluir
43	10.1109/ACCESS.2019.2923203	-	-	-	-	-	-	Excluir
44	10.3390/s22155713	-	-	-	-	-	-	Excluir
45	10.1007/s00779-019-01319-9	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
46	10.3390/s19163516	-	✓	-	-	-	-	Excluir
47	10.3390/s17071616	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
48	10.1038/s41598-025-94751-2	-	-	✓	-	-	-	Excluir
49	10.1109/ACCESS.2024.3399016	-	✓	✓	✓	-	✓	Excluir
50	10.14500/aro.11174	-	-	-	✓	-	✓	Excluir
51	10.32604/cmc.2023.032588	✓	-	-	✓	-	✓	Incluir
52	10.3389/frsc.2022.1073486	✓	-	-	✓	-	✓	Incluir

53	10.1177/20539517221106381	-	✓	✓	✓	✓	✓	Excluir
54	10.1109/ACCESS.2021.3104527	-	-	-	-	✓	-	Excluir
55	10.1002/admt.202400623	-	-	✓	-	-	-	Excluir
56	10.3390/s24113662	-	✓	-	✓	-	✓	Excluir
57	10.3390/ijerph18052432	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
58	10.1109/ACCESS.2021.3076016	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Incluir
59	10.3390/computers9010012	-	-	-	-	-	✓	Excluir
60	10.3390/electronics14081594	-	✓	-	✓	-	✓	Excluir
61	10.3390/electronics14081537	-	-	-	✓	-	✓	Excluir
62	10.3390/s22186980	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
63	10.1109/TCE.2024.3470978	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
64	10.17645/up.8613	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
65	10.4316/AECE.2022.01004	✓	-	-	✓	✓	✓	Incluir
66	10.1177/1550147717698969	-	-	-	-	-	-	Excluir
67	10.1186/s13638-025-02513-5	-	-	-	✓	-	✓	Excluir
68	10.1109/TIM.2025.3584508	-	-	-	✓	-	✓	Excluir
69	10.18494/SAM5741	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Incluir
70	10.1155/2020/5691805	-	-	-	✓	-	✓	Excluir

71	10.1049/smc2.70006	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
72	10.4103/ijpvm.ijpvm_191_23	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
73	10.3390/s22062227	-	-	-	-	-	-	Excluir
74	10.7906/indecs.20.3.3	✓	✓	-	✓	✓	✓	Incluir
75	10.3390/electronics11010058	-	-	✓	-	-	-	Excluir
76	10.1007/s44196-026-01181-7	-	-	-	-	✓	-	Excluir
77	10.1080/10095020.2025.2596195	-	✓	-	-	-	✓	Excluir
78	10.3390/logistics8030075	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
79	10.18494/SAM3985	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
80	10.1109/ACCESS.2019.2918502	✓	-	-	✓	-	✓	Incluir
81	10.1088/1361-665X/ae6ffa	-	-	✓	-	-	-	Excluir
82	10.1016/j.teler.2026.100333	✓	✓	-	✓	-	✓	Incluir
83	10.1038/s41598-026-48152-8	✓	✓	✓	-	-	✓	Incluir
84	10.1016/j.suscom.2026.101353	-	-	✓	-	-	✓	Excluir
85	10.3991/ijoe.v22i07.61221	✓	-	-	✓	-	✓	Incluir
86	10.1155/ijap/3361033	✓	-	-	-	-	✓	Incluir
87	10.3991/ijoe.v22i08.62334	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir
88	10.3390/smartcities9010007	✓	✓	✓	✓	-	✓	Incluir

89	10.3390/app12189061	✓	✓	-	-	-	✓	Incluir
90	10.1155/2021/4014795	-	-	-	-	-	-	Excluir
91	10.3390/electronics10151777	-	-	-	-	✓	-	Excluir

Fonte: Elaboração própria

Apêndice B2 - Classificação a partir dos critérios de exclusão do CTC

Novo nº	Nº original	DOI	Disponibilidade	CE*	Decisão
1	7	10.3390/drones3010013	Disponível	CE1	Excluir
2	9	10.1109/ACCESS.2020.2979022	Não confirmado integralmente	CE1/ CE3	Excluir
3	10	10.1155/2019/9507938	Disponível	CE2	Excluir
4	13	10.3390/s20123435	Disponível	CE3	Excluir
5	14	10.3390/s22020502	Disponível	-	Manter
6	17	10.1177/1329878X20949545	Disponível	-	Manter
7	19	10.3390/s19112466	Disponível	-	Manter
8	20	10.3390/fi14020057	Disponível	-	Manter
9	21	10.3390/electronics9071135	Disponível	CE1/ CE3	Excluir
10	25	10.1109/ACCESS.2018.2795478	Disponível	CE1/ CE3	Excluir
11	27	10.1016/j.jss.2024.111976	Disponível	CE3	Excluir
12	28	10.3390/s24113433	Disponível	-	Manter
13	30	10.1155/2020/8822555	Disponível	CE2	Excluir
14	31	10.1016/j.compenvurbsys.2019.101427	Disponível	-	Manter
15	33	10.1109/JIOT.2021.3082272	Disponível em repositório	CE1/ CE3	Excluir

16	35	10.1109/TEM.2021.3062786	Disponível em repositório	-	Manter
17	36	10.3991/ijoe.v14i08.8571	Disponível	-	Manter
18	39	10.3390/s24247965	Disponível	CE1/ CE2	Excluir
19	40	10.3390/su122410447	Disponível	-	Manter
20	45	10.1007/s00779-019-01319-9	Disponível	-	Manter
21	47	10.3390/s17071616	Disponível	-	Manter
22	51	10.32604/cmc.2023.032588	Não confirmado integralmente	CE2/ CE3	Excluir
23	52	10.3389/frsc.2022.1073486	Disponível	-	Manter
24	57	10.3390/ijerph18052432	Disponível	-	Manter
25	58	10.1109/ACCESS.2021.3076016	Disponível	-	Manter
26	62	10.3390/s22186980	Disponível	CE1	Excluir
27	63	10.1109/TCE.2024.3470978	Disponível em repositório	-	Manter
28	64	10.17645/up.8613	Disponível	-	Manter
29	65	10.4316/AECE.2022.01004	Parcialmente disponível	CE3	Excluir
30	69	10.18494/SAM5741	Disponível	-	Manter
31	71	10.1049/smc2.70006	Disponível	-	Manter
32	72	10.4103/ijpvm.ijpvm_191_23	Não confirmado integralmente	CE2	Excluir

33	74	10.7906/indecs.20.3.3	Disponível	-	Manter
34	78	10.3390/logistics8030075	Disponível	-	Manter
35	79	10.18494/SAM3985	Não disponível para leitura integral	-	Não incluído – texto integral indisponível
36	80	10.1109/ACCESS.2019.2918502	Disponível	CE3	Excluir
37	82	10.1016/j.teler.2026.100333	Disponível	CE2	Excluir
38	83	10.1038/s41598-026-48152-8	Disponível	CE1/ CE3	Excluir
39	85	10.3991/ijoe.v22i07.61221	Disponível	CE2	Excluir
40	86	10.1155/ijap/3361033	Parcialmente disponível	CE3	Excluir
41	87	10.3991/ijoe.v22i08.62334	Não confirmado integralmente	CE3	Excluir
42	88	10.3390/smartcities9010007	Disponível	-	Manter
43	89	10.3390/app12189061	Disponível	-	Manter

*leitura integral. Fonte: elaboração própria

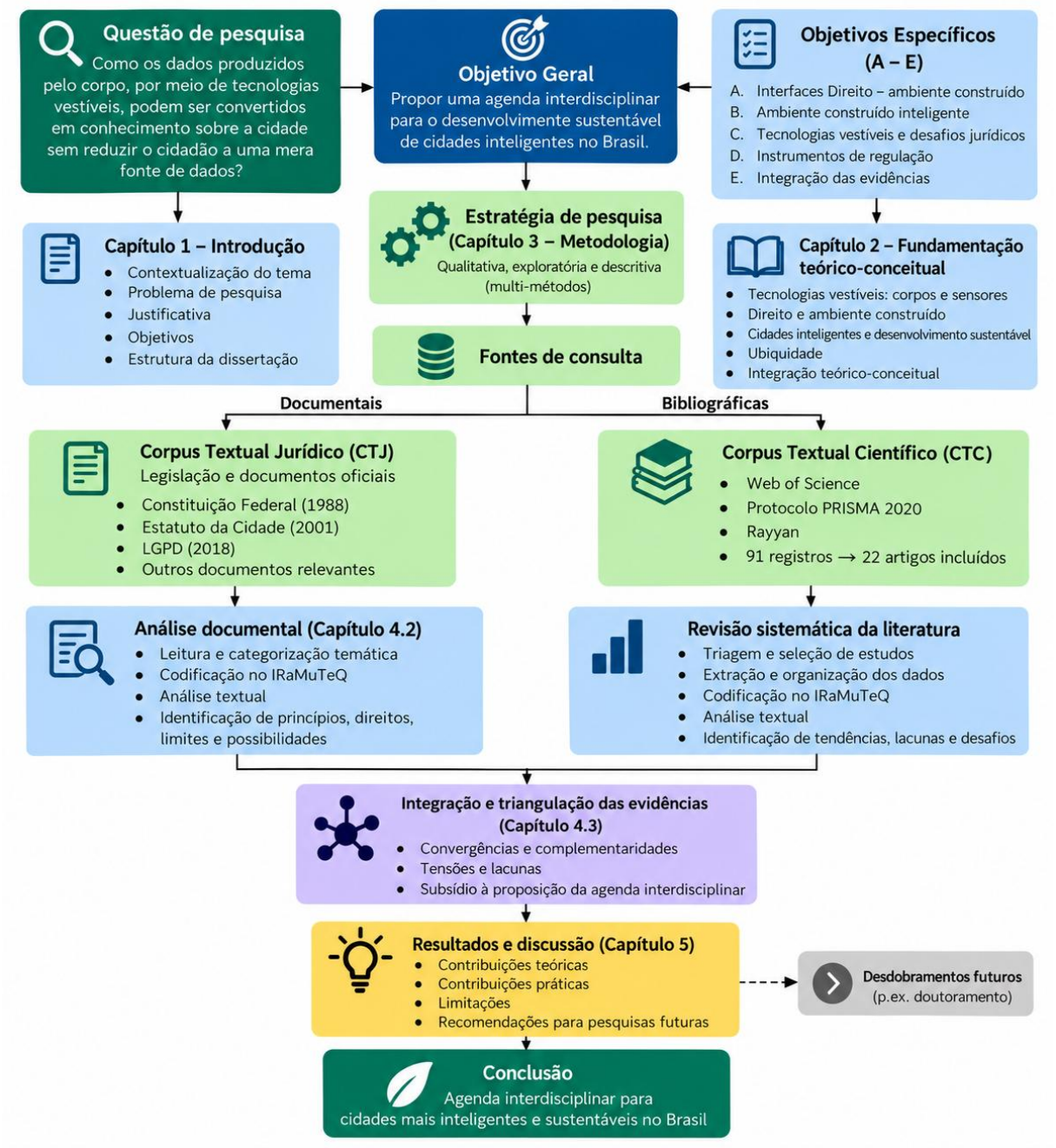
Apêndice B3 - Estado da arte do CTC

Nº final	Nº original	DOI	Autor(es)	Ano	Periódico
1	14	10.3390/s22020502	Cureau, Roberta Jacoby; Pigliautile, Ilaria; Pisello, Anna Laura	2022	*Sensors*
2	17	10.1177/1329878X20949545	Lee, Terence; Lee, Howard	2020	*Media International Australia*
3	19	10.3390/s19112466	Malik, Maryam Naseer; Azam, Muhammad Awais; Ehatisham-Ul-Haq, Muhammad; Ejaz, Waleed; Khalid, Asra	2019	*Sensors*
4	20	10.3390/fi14020057	D'Ortona, Cristian; Tarchi, Daniele; Raffaelli, Carla	2022	*Future Internet*
5	28	10.3390/s24113433	Safi, Habibullah; Jehangiri, Ali Imran; Ahmad, Zulfiqar; Ala'anzy, Mohammed Alaa; Alramli, Omar Imhemed; Algarni, Abdulmohsen	2024	*Sensors*
6	31	10.1016/j.compenvurbsys.2019.101427	Thakuriah, Piyushimita (Vonu); Sila-Nowicka, Katarzyna; Hong, Jinhyun; Boididou, Christina; Osborne, Michael; Lido, Catherine; McHugh, Andrew	2020	*Computers, Environment and Urban Systems*
7	35	10.1109/TEM.2021.3062786	Sartori, Fabio; Melen, Riccardo	2023	*IEEE Transactions on Engineering Management*
8	36	10.3991/ijoe.v14i08.8571	Sanfilippo, Filippo; Pacchierotti, Claudio	2018	*International Journal of Online Engineering*

9	40	10.3390/su122410447	Yoon, Jihwan; Chun, Jaeyoul; Kim, Hyunsoo	2020	*Sustainability*
10	45	10.1007/s00779-019-01319-9	Casella, Enrico; Ortolani, Marco; Silvestri, Simone; Das, Sajal K.	2020	*Personal and Ubiquitous Computing*
11	47	10.3390/s17071616	Lopez-Iturri, Peio; Aguirre, Erik; Azpilicueta, Leyre; Astrain, Jose Javier; Villandangos, Jesus; Falcone, Francisco	2017	*Sensors*
12	52	10.3389/frsc.2022.1073486	Prajitha, C.; Sridhar, K. P.; Baskar, S.	2022	*Frontiers in Sustainable Cities*
13	57	10.3390/ijerph18052432	Laurino, Marco; Lomonaco, Tommaso; Bellagambi, Francesca Giuseppa; Ghimenti, Silvia; Messeri, Alessandro; Morabito, Marco; Marrucci, Elena; Pratali, Lorenza; Trivella, Maria Giovanna	2021	*International Journal of Environmental Research and Public Health*
14	58	10.1109/ACCESS.2021.3076016	Shenoy, Meetha V.; Sridhar, Smriti; Salaka, Girish; Gupta, Anu; Gupta, Rajiv	2021	*IEEE Access*
15	63	10.1109/TCE.2024.3470978	Kazmi, S. M. Ahsan; Khan, Zaheer; Khan, Adil; Mazzara, Manuel; Masood Khattak, Asad	2025	*IEEE Transactions on Consumer Electronics*
16	64	10.17645/up.8613	Shtaierman, Sarah; Fontes, Catarina; Luetge, Christoph	2024	*Urban Planning*
17	69	10.18494/SAM5741	Chen, Yushi; Liu, Linjing; Wu, Qiezhe; Yang, Cheng-Fu	2025	*Sensors and Materials*

18	71	10.1049/smc2.70006	Jayachandran, Nandana; Abdrabou, Atef; Al Bataineh, Mohammad; Noordin, Kamarul Ariffin	2025	*IET Smart Cities*
19	74	10.7906/indecs.20.3.3	Liebmann, Gabor; Schuster, Gyorgy	2022	*Interdisciplinary Description of Complex Systems*
20	78	10.3390/logistics8030075	Zaid, Ahmed Adnan; Asaad, Ahmed R.; Othman, Mohammed; Mohammad, Ahmad Haj	2024	*Logistics*
21	88	10.3390/smartcities9010007	Chicco, Jessica Maria; Prenesti, Enrico; Morando, Valerio; Fiermonte, Francesco; Mandrone, Giuseppe	2025	*Smart Cities*
22	89	10.3390/app12189061	Choi, Kanghyeok; Kim, Changjae	2022	*Applied Sciences*

Apêndice C - Esquema teórico-metodológico da Dissertação



Fonte: Elaboração própria, com auxílio do ChatGPT (OpenAI)

Apêndice D - Declaração de uso de Inteligência Artificial Generativa

Em conformidade com as diretrizes de integridade científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), declara-se que, durante o desenvolvimento desta dissertação, foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (IAG), especificamente o ChatGPT, da OpenAI, como recurso auxiliar em diferentes etapas do trabalho.

A ferramenta foi empregada para apoio à revisão linguística e aprimoramento da redação acadêmica; organização e sistematização de conteúdos; apoio à estruturação de quadros, figuras e sínteses; discussão e refinamento de categorias analíticas; e auxílio à interpretação e apresentação textual de resultados produzidos pela pesquisa. Seu uso ocorreu de forma complementar aos procedimentos científicos e metodológicos descritos no trabalho, não substituindo a seleção das fontes, a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a análise documental, a construção dos corpus textuais, o processamento realizado no *software* IRaMuTeQ (2025), a interpretação crítica dos resultados ou as decisões intelectuais da autora. Adicionalmente, se utilizou a plataforma Rayyan (2025) para a etapa de aplicação do Protocolo Prisma (2020).

As referências bibliográficas, os documentos jurídicos, os dados, as evidências científicas e as informações produzidas com auxílio da ferramenta foram submetidas à verificação e revisão humana, cabendo à autora a seleção, validação, interpretação e redação final do conteúdo apresentado. Declara-se, ainda, que a Inteligência Artificial Generativa não foi considerada autora ou fonte de evidência científica ou jurídica e que a responsabilidade pela originalidade, integridade, precisão, interpretação dos resultados e conteúdo final desta dissertação é integralmente da autora. Esta declaração atende ao princípio de transparência quanto ao uso de Inteligência Artificial Generativa na atividade científica e às diretrizes estabelecidas pela Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq (Portaria CNPq nº 2.664/2026)[11].

[11]CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 2026. Disponível em: http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/23142775Acesso em: 8 set. 2026.