

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Arquitetura

**Especialização em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias
Construtivas Sustentáveis**

Laila Maria Barbosa Neto

**A INTEGRAÇÃO DO ICAM 2.0 COM AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO
PARA A PROMOÇÃO DA CAMINHABILIDADE NAS CIDADES INTELIGENTES**

BELO HORIZONTE

2025

Laila Maria Barbosa Neto

**A INTEGRAÇÃO DO ICAM 2.0 COM AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO
PARA A PROMOÇÃO DA CAMINHABILIDADE NAS CIDADES INTELIGENTES**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de especialista em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias Construtivas Sustentáveis.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho

Co-Orientador: Ms. João Vitor Souza Teixeira

BELO HORIZONTE

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG
Rua Paraíba, 697 – Funcionários
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DO TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA *LAILA MARIA BARBOSA NETO* COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFORTO AMBIENTAL, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS.

Às 10:00 horas do dia 09 de dezembro de 2025, reuniu-se na sala do PPGACPS da Escola de Arquitetura da UFMG, a Comissão Examinadora composta pela Profa. Dra. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho, Orientadora-Presidente, pelo Prof. Ms. João Vitor Souza Teixeira, Co-orientador e pelo Prof. Dr. Mozart Joaquim Magalhães Vidigal, membro titular externo, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias Construtivas Sustentáveis, para avaliação da monografia intitulada "**A INTEGRAÇÃO DO ICAM 2.0 COM AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA A PROMOÇÃO DA CAMINHABILIDADE NAS CIDADES INTELIGENTES**" de autoria da aluna *Laila Maria Barbosa Neto* como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias Construtivas Sustentáveis. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, obtendo a nota 98 A/Conceito e recomenda que seja encaminhado 01 (um) exemplar digital para o Repositório da UFMG.

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2025.

Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho Porto
Orientadora-Presidente

Prof. João Vitor Souza Teixeira
Co-orientador

Prof. Mozart Joaquim Magalhães Vidigal
Membro titular Externo

Aos meus pais, que suportaram o peso de muitos dias difíceis para que os meus passos fossem mais leves que os deles.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, por permitir que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar e desistir durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Isabel e Marcus, que sempre estiveram comigo e me apoiaram em todos os âmbitos para que eu conseguisse ter uma boa educação. Ao Rafael por sempre acreditar em mim, mesmo quando eu mesma não acredito.

As minhas colegas de trabalho que compartilharam e formaram uma rede de apoio em cada momento, difícil ou não, durante esse período.

Agradeço às minhas amigas Ana e Deborah, que estão comigo desde o início do curso, oferecendo apoio constante e significativo ao longo de toda a jornada acadêmica.

Ao meu co-orientador João por todo contribuíram de forma honesta e relevante durante toda a realização desse trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que estiveram presentes em minha vida durante esses dois anos.

"A vida em toda a sua diversidade se desdobra diante de nós quando estamos a pé."

(Jan Gehl, Cidade para Pessoas, 2013)

RESUMO

A forma de perceber e habitar a cidade é inerente e individual a cada ser, entretanto, alguns conceitos podem ser aplicados para que vivenciar a experiência urbana seja agradável e funcional para todos aqueles que estão inseridos em seu ambiente. A Caminhabilidade nesse contexto surge como uma das formas de contribuir com a qualidade de vida no ambiente das cidades sustentáveis. Para mensurar esses índices foi desenvolvida uma ferramenta chamada iCam 2.0, que avalia diversos aspectos do deslocamento a pé, entretanto, seu processo de coleta de dados ainda apresenta limitações. Nessa conjuntura, este trabalho propõe o desenvolvimento de um *framework* para aprimorar essa coleta, tornando-a mais clara, integrada e adequada às demandas das cidades inteligentes. A pesquisa utilizou abordagem quali-quantitativa, envolvendo revisão bibliográfica, análise dos indicadores do iCam e reorganização metodológica dos fluxos de obtenção de dados. Como resultado, apresenta-se um modelo sistematizado que busca aprimorar a ferramenta, incorporando automações e o uso de tecnologias, de modo a potencializar sua aplicação no cenário das *Smart Cities*.

Palavras-chave: *caminhabilidade; cidades sustentáveis; smart cities; icam 2.0.*

ABSTRACT

The way we perceive and inhabit the city is inherent and individual to each person; however, some concepts can be applied to make the urban experience pleasant and functional for everyone within its environment. Walkability, in this context, emerges as one way to contribute to the quality of life in sustainable cities. To measure these indices, a tool called iCam 2.0 was developed, which evaluates various aspects of walking; however, its data collection process still has limitations. In this context, this work proposes the development of a framework to improve this data collection, making it clearer, more integrated, and more suitable to the demands of smart cities. The research used a qualitative-quantitative approach, involving a literature review, analysis of iCam indicators, and methodological reorganization of data acquisition flows. As a result, a systematized model is presented that seeks to improve the tool, incorporating automation and the use of technologies, in order to enhance its application in the Smart Cities scenario.

Keywords: *walkability; sustainable cities; smart cities; ICAM 2.0.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Diagrama de Indicadores da Ferramenta iCam2.0	23
Figura 2 - Unidades de análise para cálculo do Índice e fontes de dados.	24
Figura 3– Diagrama do Fluxo Metodológico	32
Figura 4 – Modelo Atual de Coleta de Dados	35
Figura 5 – Proposta da Divisão da Coleta de Dados	36
Figura 6– Framework da Nova Coleta de Dados por Indicador do iCam 2.0	42
Figura 7– Framework de Melhoria das Coletas de Dados do iCam 2.0	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métodos de coleta de dados iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro	26
Tabela 2 – Resultados iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro	28
Tabela 3 – Recomendações iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro	30
Tabela 4 – Comparativo - Métodos de Coletas Atuais e Propostas de Melhoria	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo geral.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. SMART CITIES E O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO	14
4. CIDADES SUSTENTÁVEIS E QUALIDADE DE VIDA URBANA	16
5. CAMINHABILIDADE, RELAÇÃO DO AMBIENTE URBANO E SEU USUÁRIO	18
6. A FERRAMENTA iCam 2.0	22
7. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA iCam 2.0 EM SANTO CRISTO, RIO DE JANEIRO	26
8. METODOLOGIA	32
9. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

As cidades são um reflexo de relações sociais, ambientais, culturais, econômicas e políticas que se desenvolvem ao longo do tempo e do espaço físico, em resumo, são espaços produzidos socialmente (Souza, 2010). Nos termos de Henri Lefebvre (2015), o espaço urbano se traduz de uma apropriação e disputa pelo espaço, o “direito à cidade”, no qual, todo indivíduo tem o direito de participar e transformar o ambiente urbano. Harvey (2014), corrobora que as cidades são a expressão das contradições do capitalismo, intensificando os mecanismos de exclusão e segregação. Essas contradições se manifestam em problemas socioambientais urbanos, como a desigualdade, a precariedade da infraestrutura, a mobilidade inadequada e a insegurança urbana.

Conforme destaca Gehl (2013), ao longo do último século, o planejamento urbano deixou de lado a perspectiva dos usuários para se moldar pelo contexto dos veículos. A questão é que houve uma baixa em se projetar cidades e espaços públicos para os pedestres, os privando de vivenciar a cidade. Assim, como observa o autor, sob a ótica Modernista, a cidade deixa de ser um local de encontro para se tornar apenas uma passagem entre lugares e edificações que são planejadas de forma isolada para serem autossuficientes e indiferentes no meio urbano. É importante salientar que devido ao que foi supracitado, os habitantes sofrem com diversas problemáticas em seu cotidiano, como a falta de infraestrutura de calçadas, a poluição, seja ela sonora, visual e/ou atmosférica, além de correr riscos de acidentes e de violência urbana. Nesse contexto, o ponto de vista do pedestre e a forma com que este se relaciona com o ambiente é diretamente ligado à forma com que os espaços públicos são projetados: grandes edificações individuais que não se conectam entre si e a cidade apenas como um plano de fundo, jogada a esmo bem como os seus transeuntes (GEHL, 2013).

Sobretudo, é necessário expor que para se vivenciar a cidade de fato é essencial que se caminhe por ela. Diante disso, é importante definir o conceito de caminhar, que por sua vez é diferente do de andar. Enquanto andar é percorrer um espaço de forma livre, caminhar já possui um objetivo e um tempo definido para esse deslocamento. O estudo desses termos no ambiente urbano é denominado

Caminhabilidade. Estudar a caminhabilidade faz-se relevante para o usuário e para a cidade em quesitos de infraestrutura urbana e relações sociais. Assim, tornar um ambiente caminhável e atrativo para seus habitantes traz uma soma de melhorias em sua segurança, economia e, também, na saúde, além de diversos outros fatores (PAIVA, 2017). Utilizando do conceito de caminhabilidade e de se propor ambientes voltados para a perspectiva do indivíduo, o iCam 2.0 surge como uma ferramenta que permite mensurar detalhadamente o índice de caminhabilidade de uma via com o objetivo de identificar deficiências e elaborar um planejamento urbano mais direcionado (ITDP BRASIL, 2018).

Diante do supracitado, o conceito de se pensar o caminhar aplicado ao urbanismo surge como uma forma de promover cidades mais habitáveis e sustentáveis. O iCam 2.0 pode ser uma excelente ferramenta para auxiliar nesse planejamento, entretanto, coleta de dados sobre caminhabilidade enfrenta desafios devido à diversidade de indicadores envolvidos, como segurança, acessibilidade e qualidade do espaço público. Muitos dados ainda são obtidos manualmente, exigindo visitas a campo, o que torna o processo demorado, sujeito a erros e difícil de aplicar em larga escala. Partindo deste princípio, o objetivo do presente trabalho é propor um *framework* de melhorias no iCam 2.0, de forma a otimizar seu levantamento de informações e evoluir para um modelo de banco de dados que ajude a promover a melhoria da mobilidade dos usuários nas Smart Cities.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é propor um *framework* para otimizar a coleta de dados da ferramenta iCam 2.0, visando a melhoria da caminhabilidade em Smart Cities.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho se dividem da seguinte forma:

- Discorrer sobre cidades sustentáveis e Smart Cities;
- Contextualizar a respeito da qualidade de vida urbana;
- Elucidar o conceito de caminhabilidade;
- Apresentar a ferramenta iCam 2.0, destacando seus indicadores e formas de aplicação;
- Analisar um estudo de aplicação da Ferramenta iCam 2.0;

3. SMART CITIES E O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO

O termo *Smart City* (Cidade Inteligente) surgiu no fim dos anos 1990, como uma forma de definição para as soluções urbanas baseadas em conectividade e integração de sistemas digitais da época (HOLLANDS, 2008). No início dos anos 2000, houve uma grande difusão política e acadêmica com autores e instituições buscando definir o conceito de forma mais abrangente, com a gestão das cidades utilizando das tecnologias da informação para obter desenvolvimento econômico (CARAGLIU *et al*, 2011). A partir de 2015, a denominação passou a incorporar temas como a sustentabilidade e a inclusão social, com a utilização da participação cidadã para alcançar a governança inteligente e a melhora na qualidade de vida (ALBINO *et al*, 2015).

Dado o contexto acima, é importante salientar que, apesar de amplamente divulgado e estudado, o conceito de *Smart Cities* não possui um consenso. Para Giffinger *et al* (2007), uma *Smart City* é aquela que possui um bom desempenho e visão de futuro em seis características específicas, são elas: *Smart Economy*, *Smart People*, *Smart Governance*, *Smart Mobility*, *Smart Environment* e *Smart Living*. Essas características são aliadas a uma combinação de recursos e cidadãos autônomos e independentes. Já Harrison *et al* (2010), afirma que:

Uma definição prática de *Smart City* é a conexão da infraestrutura física, da infraestrutura da TI (Tecnologia da Informação), da infraestrutura social e da infraestrutura empresarial para aproveitar a inteligência coletiva da cidade. Assim, a *Smart City* dá continuidade à prática de longa data de melhorar a eficiência operacional e a qualidade de vida de uma cidade, aproveitando os avanços em TI. (HARRISON *et al*, 2010).¹

É necessário destacar que de um modo geral as *Smart Cities* seguem na mesma direção quando se trata do uso das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) como base para a gestão urbana (ALBINO *et al*, 2015). Em vista disso, o uso da Internet das Coisas (IoT) representa um fator determinante no âmbito das *Smart Cities*, pois permite a conexão entre os sistemas e as infraestruturas urbanas, de forma a possibilitar as coletas e análises de dados, o que estimula o desenvolvimento dos serviços públicos, a sustentabilidade e a melhoria

¹ Texto original: One working definition of a Smarter City is “connecting the physical infrastructure, the IT infrastructure, the social infrastructure, and the business infrastructure to leverage the collective intelligence of the city”. Thus, the Smarter City continues the long-standing practice of improving the operational efficiency and quality of life of a city by building on advances in IT.

da qualidade de vida dos cidadãos (CUNHA *et al*, 2022). À medida que esses dados são analisados por meio de técnicas como o *Big Data*, é possível extrair diagnósticos mais precisos e corroborar com políticas públicas, que se baseiam em evidências para ampliar o desempenho de seus serviços urbanos de forma transparente para os cidadãos (VASCONCELOS *et al*, 2023). A interação entre IoT e *Big Data* viabiliza o desenvolvimento de contextos urbanos mais responsivos, sustentáveis e participativos, nos quais o planejamento age de forma dinâmica e com o apoio técnico dos dados obtidos (DE LUCA; BASSI, 2023).

O desenvolvimento das *Smart Cities* está relacionado à capacidade das cidades de utilizar a tecnologia de forma integrada à gestão urbana, com o objetivo de tornar os serviços públicos mais eficientes e alinhados às necessidades da população. Essa abordagem fornece uma visão sistêmica do espaço urbano, na qual inovação, planejamento e governança atuam de forma articulada para enfrentar desafios como crescimento urbano, sustentabilidade e qualidade de vida. A Smart City, nesse contexto, é dada pela forma como essas ferramentas são aplicadas para apoiar a tomada de decisões, otimizar recursos e promover um desenvolvimento urbano mais equilibrado e centrado nas pessoas (Baracho *et al*, 2020).

Em suma, as *Smart Cities* são muito importantes para a promoção da sustentabilidade, pois permitem usar da tecnologia, dos dados e da gestão eficiente para promover o bem-estar da população e do meio ambiente (DIVINO; MAGALHÃES, 2023), através da utilização de TICs, IoT e *Big Data*. Tais ferramentas permitem monitorar e otimizar os sistemas de transporte, consumo de energia, gestão de resíduos e serviços públicos, o que gera a redução dos impactos ambientais (CAMATA *et al*, 2022). Outro ponto relevante é que a conectividade e o compartilhamento de dados permitem que cidadãos, empresas e poder público atuem de forma colaborativa, fortalecendo a governança participativa e a tomada de decisões em benefício da qualidade de vida urbana (SANTA *et al.*, 2024). Assim, as cidades inteligentes servem como uma abordagem estratégica para desenvolver centros urbanos mais sustentáveis, resilientes e inclusivos, integrando a inovação tecnológica com a melhoria da qualidade de vida e a conservação ambiental. Na sequência, serão abordados os aspectos relacionados às cidades sustentáveis e à qualidade de vida urbana.

4. CIDADES SUSTENTÁVEIS E QUALIDADE DE VIDA URBANA

A Sustentabilidade é um conceito que passou a ser amplamente discutido a partir da segunda metade do século XX, como uma resposta à preocupação dos impactos ambientais e sociais do desenvolvimento industrial. O tema teve sua origem a partir do Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (CMMAD), em 1987, que definiu o termo desenvolvimento sustentável como aquele que atende às demandas atuais sem comprometer as gerações futuras de suprir as próprias necessidades (CMMAD, 1988). Essa discussão passou a servir de orientação para diversas políticas públicas, para o planejamento urbano e ambiental e posteriormente para a concepção de Cidades Sustentáveis.

Conforme Silva (2013), as Cidades Sustentáveis se configuram como ambientes urbanos que buscam equilibrar seu crescimento com a preservação e a igualdade social. Para o autor, esse modelo rompe com o desenvolvimento urbano centrado no consumo e na expansão territorial e vai de encontro com uma visão mais integrada entre espaço, economia e sociedade. Dessa forma, o ambiente urbano passa a ter a gestão inteligente e a participação social como pilares para alcançar a sustentabilidade.

Entretanto, o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis encara diversos desafios, como, por exemplo, a desigualdade socioeconômica e políticas públicas que limitam os instrumentos do planejamento urbano. Mahler (2016), defende que, para ser efetiva, a sustentabilidade urbana precisa conciliar crescimento econômico com a justiça social e a salvaguarda ambiental, a partir de planos de governo participativos que utilizam indicadores de desempenho para a melhoria contínua. Stefani *et al.* (2022), destacam que a implementação de práticas de preservação ambiental, administração eficaz de recursos, inclusão social e resiliência urbana é fundamental para a criação de cidades sustentáveis que possam atender às demandas das gerações atuais sem prejudicar as futuras. Santos ainda complementa que:

[...] a cidade sustentável tem como dever zelar pela qualidade de vida da sociedade que a compõe, com responsabilidade e equidade, garantindo a vivência em um meio ambiente saudável e com uma especial qualidade de vida, preservação do equilíbrio natural das coisas e natureza e principalmente a sociedade não prejudicando as gerações futuras (SANTOS et al, 2025, p.19).

Sobretudo, implementar uma cidade sustentável exige a adoção de ferramentas de gestão, como os sistemas de indicadores e plataformas de dados que proporcionam o monitoramento e a avaliação constante das políticas urbanas. Conforme destaca Fantin:

À medida que as cidades continuam a crescer e enfrentar novos desafios, é essencial continuar investindo em abordagens inovadoras e integradas para promover o desenvolvimento sustentável. Isso inclui o desenvolvimento e a implementação de indicadores de sustentabilidade mais abrangentes e adaptáveis, bem como o fortalecimento da capacidade institucional e o compromisso político para garantir a implementação efetiva de políticas públicas (FANTIN, 2024, p.36).

Nesse contexto, a qualidade de vida urbana surge como um fator fundamental para avaliar a sustentabilidade das cidades. Aspectos como saúde, saneamento básico, transporte, áreas verdes, habitação e infraestrutura são elementos que permitem mensurar os avanços e retrocessos do meio urbano (ARAÚJO; CÂNDIDO, 2014). De acordo com Santos e Gallo (2018), o desenvolvimento de índices que avaliam a qualidade de vida nas cidades brasileiras é essencial para detectar desigualdades, priorizar recursos e implementar ações voltadas ao desenvolvimento sustentável.

A forma com que as cidades são planejadas para oferecer segurança, conforto e bem-estar aos seus usuários tem um impacto direto na qualidade de vida do ambiente urbano. A sustentabilidade amplia essa perspectiva ao incentivar práticas que promovam equidade, uso eficiente dos recursos e ambientes inclusivos. Jacobs (2011), enfatiza que cidades diversificadas e com foco nos seus habitantes, costumam apresentar melhores condições de convivência, mobilidade e vitalidade social, ressaltando que a sustentabilidade envolve fatores ambientais e dinâmicas sociais e urbanas, o que torna os ambientes mais resilientes. Dessa maneira, integrar qualidade de vida urbana e sustentabilidade significa criar ambientes que

favoreçam inclusão, participação cidadã e experiências urbanas positivas, contribuindo para cidades mais equilibradas e preparadas para o futuro (JACOBS, 2011).

Nessa conjuntura, é válido ressaltar que os indicadores que mensuram a qualidade de vida são ferramentas essenciais para avaliar o bem-estar das populações, pois reúnem fatores quantitativos e qualitativos associados à saúde, educação, renda, segurança, meio ambiente, acesso a serviços e questões sociais. A partir destes índices, é possível comparar diferentes contextos, identificar desigualdades e orientar políticas públicas, além disso, permitem monitorar mudanças ao longo do tempo e apoiar ajustes nas estratégias governamentais visando a melhoria do bem-estar coletivo (CORDEIRO *et al*, 2023).

Dentro do conceito de qualidade de vida urbana, pode-se destacar a caminhabilidade como um indicador de grande relevância, uma vez que a presença de ruas seguras e atrativas para pedestres favorece a interação social e o senso de comunidade, promovendo benefícios psicológicos e sociais significativos (GEHL, 2013), fatores esses que são um dos princípios para se alcançar a sustentabilidade. Portanto, a seguir discorrer-se-á sobre a caminhabilidade, sua definição e importância no contexto do planejamento urbano.

5. CAMINHABILIDADE, RELAÇÃO DO AMBIENTE URBANO E SEU USUÁRIO

A palavra caminhar deriva do latim *ambulō*, que significa andar, dar um passeio (TORRINHA, 1942). Na língua portuguesa, tem como significado andar a pé, movimentar-se em direção de algo (CAMINHAR, 2022). O ato de caminhar é inerente ao desenvolvimento do ser humano, está intrínseco ao organismo em si. Se deslocar no ambiente é uma atividade necessária para o ser humano, tanto para atividades relacionadas ao dia a dia urbano quanto para recreação.

Conforme Paiva (2017), exemplifica em seu texto, do ponto de vista urbanístico, é possível observar que a revolução industrial e, conseqüentemente, a evolução do mercado automobilístico, fez com que as cidades parassem de ser pensadas para o pedestre, em detrimento dos veículos. As calçadas foram encurtadas, as ruas alargadas e distâncias a serem percorridas aumentadas. Nesse contexto, a cidade não se torna atrativa e coerente de se percorrer a pé, a caminhada deixa de ter

significado, o pedestre se sente inseguro e desconfortável, o que invalida a qualidade de vida e as relações que o usuário tem com o ambiente urbano. Ainda sob à ótica destacada pelo autor, é possível verificar que, no Brasil, o Estado também prioriza os veículos. Percebe-se tal fato através da quantidade de estacionamentos em vias públicas, na falta de estrutura das calçadas, na dificuldade que se tem para atravessar uma via, dentre outros fatores que corroboram para que o caminhar seja custoso e limitado. O pedestre deve estar em constante estado de vigília e alerta, para que não aconteça nenhum acidente, pois, de maneira inconsciente, ficou estabelecido que o mesmo deve zelar pela sua segurança e tomar cuidado ao se deslocar através da cidade. Há não só uma desproporcionalidade em relação aos indivíduos e as edificações, estas que cada vez estão maiores, mas também na relação que as pessoas têm com a rua, o que era para ser um espaço de encontro, convívio e lazer tem se tornado cada vez mais impessoal e comercial (PAIVA, 2017).

Walkability (caminhabilidade) como forma de se medir a qualidade de um lugar, é uma ferramenta que se bem desenvolvida pode ser capaz de não só trazer melhorias para quem o utiliza, como também ser utilizada na economia, segurança e eficiência dos transportes públicos. Desta forma, os interessados em comprar um imóvel conseguem saber todas as informações pertinentes apenas pelos índices de caminhabilidade de determinado bairro ou via. É importante salientar que, melhorar a qualidade de um ambiente é fazer com que seus usuários criem vínculos e afetividade com o mesmo, o que gera um fortalecimento das relações sociais locais (BRADSHAW, 1993).

É necessário expor que as calçadas não servem apenas para comportar o fluxo de pedestres, elas agem como ferramentas que auxiliam na percepção de segurança de um determinado local. Nessa conjuntura, é uma função das calçadas manter o ambiente seguro, pois, quando as pessoas se referem a uma cidade ou bairro como perigosos, significa que elas não se sentem seguras ao transitar pelas calçadas. Assim, transmitir segurança é fundamental para que uma região urbana seja desenvolvida. Ademais, os cidadãos precisam ser livres e caminhar sem medo. É neste ponto, dentro da cidade, que se houver fracasso, criam-se vários problemas para a mesma. Por certo, não é o policiamento nem a retirada das pessoas das ruas que trazem soluções para a problemática citada, é preciso compreender que, para

determinado fim, faz-se necessário uma rede inconsciente de comportamentos mantidos pela própria população. São estes, aliados às estratégias de desenvolvimento urbano que proporcionam proteção e tranquilidade no ambiente das vias públicas (JACOBS, 2011).

Pela ótica conceitual, a caminhabilidade nada mais é do que uma forma de se medir a qualidade de um lugar, pois é a partir do caminho que é possível proporcionar acessibilidade a todos. A caminhada é responsável não apenas pelo deslocamento, mas também por proporcionar uma relação mais estreita do indivíduo com as vias, os bairros e a cidade. Desta forma, a caminhabilidade é um fator importante para que o meio urbano se estabeleça. Garantindo, assim, qualidade de vida e, também, psicológica para quem o habita (GHIDINI, 2010). Portanto, pode-se descrevê-la como:

Caminhabilidade é, ao mesmo tempo, um meio e um fim, e, também uma medida. Enquanto as compensações físicas e sociais do caminhar são muitas, talvez a caminhabilidade seja muito mais útil, já que contribui para a vitalidade urbana, além de ser o mais significativo indicador dessa vitalidade (SPECK, 2016, p.15).

Para estudar a caminhabilidade é necessária uma visão mais humanitária, de forma a entender a experiência social dos pedestres e a infraestrutura no contexto urbano. É essencial que os usuários se sintam pertencentes e familiarizados com o local, sendo eles seguros e adequados, pontos que influenciam na decisão de se percorrer certo caminho a pé e não através de algum veículo (PAIVA, 2017).

De acordo com o urbanista Speck (2016), existe uma "Teoria Geral da Caminhabilidade", a qual exemplifica que, para uma caminhada ideal, é necessário atingir quatro pontos principais, sendo eles: proveito, segurança, conforto e interesse. Em síntese, o caminhar precisa ser proveitoso, de maneira a atender às necessidades do usuário, tudo o que ele vier a precisar estar perto e de fácil acesso. Também é importante que a caminhada seja segura, de forma a evitar ao máximo os acidentes com os pedestres, estes que devem não apenas estar seguros, mas sentir-se em segurança. Além disso, deve ser confortável, o ambiente da rua tem de atrair seus usuários, parecer como se fosse um ambiente residencial ao ar livre, espaços muito abertos e com edificações muito distantes uma das outras passam a sensação inversa. Por fim, caminhar tem que ser interessante, os transeuntes precisam ter vontade de passar pelo trajeto, este que deve ser agradável e possuir

sinais de humanização. A caminhabilidade, então, torna-se uma solução simples para processos mais complexos, em termos de sustentabilidade, economia e bem-estar social (SPECK, 2016).

A caminhabilidade compreende aspectos tais como as condições e dimensões das calçadas e cruzamentos, a atratividade e densidade da vizinhança, a percepção de segurança pública, as condições de segurança viária e quaisquer outras características do ambiente urbano que tenham influência na motivação para as pessoas andarem com mais frequência e utilizarem o espaço urbano. A caminhabilidade tem foco não só em elementos físicos, mas também em atributos do uso do solo, da política ou da gestão urbana que contribuem para valorizar os espaços públicos, a saúde física e mental dos cidadãos e as relações sociais e econômicas na escala da rua e do bairro (ITDP Brasil, 2018, p.10).

Diante disso, estudos vêm sendo desenvolvidos, no mundo inteiro, acerca das áreas caminháveis no meio urbano, para entender o porquê da decisão de se utilizar o ambiente para se caminhar. Tais estudos utilizam métodos de auditoria da infraestrutura urbana, como as calçadas, pavimentação das vias públicas, poluição sonora, conforto térmico, fachada dos edifícios, acessibilidade, trânsito, dentre outros. Além disso, para desenvolver um bom estudo sobre a caminhabilidade de um local, também é necessário examinar parâmetros mais subjetivos, como a relação do usuário com o ambiente, seja ela social ou afetiva, a própria familiaridade, a segurança, fatores históricos, *etc.* Tudo isso serve de base para a elaboração de planejamentos urbanos mais assertivos, que abrangem tanto uma região de menor porte, quanto regiões mais complexas. Em consonância com o exposto, a Universidade George Washington utiliza do termo "Urbanismo Caminhável" para projetos urbanos que visam valorizar a caminhabilidade de seus ambientes de implementação, além de promover o encurtamento das distâncias entre os equipamentos básicos para saúde, educação, moradia, lazer e trabalho, para assim promover um aumento da qualidade de vida de uma região (PAIVA, 2017).

No Brasil, foi criada pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil), uma ferramenta chamada iCam, para mensurar os índices de caminhabilidade no Centro Histórico do Rio de Janeiro. Com o sucesso da ferramenta, a mesma foi melhorada para uma versão iCam 2.0, a qual identificou os pontos falhos da primeira para melhorar e sistematizar as informações a fim de que os parâmetros nele estabelecidos se tornassem mais simples de serem analisados (ITDP Brasil, 2018). Esta ferramenta será descrita a seguir.

6. A FERRAMENTA iCam 2.0

O Índice de Caminhabilidade 2.0 (iCam 2.0) é uma ferramenta que foi desenvolvida pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil), com o objetivo de oferecer subsídios técnicos para planejadores urbanos, gestores públicos e pesquisadores na formulação de políticas de mobilidade ativa e qualificação do espaço público. O dispositivo surgiu da necessidade de reverter o modelo urbano consolidado no século XX, baseado na priorização do automóvel e na marginalização dos modos ativos de transporte. Desta forma, a ferramenta propõe uma leitura do ambiente urbano centrada no pedestre, considerando a caminhada como um meio de transporte fundamental, democrático e sustentável (ITDP Brasil, 2018).

A primeira versão do iCam foi lançada em 2016, fruto de uma parceria entre o ITDP Brasil, o Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH) e a Pública Arquitetos. Em 2018, o ITDP Brasil publicou uma revisão que resultou na versão 2.0 da ferramenta, simplificando a coleta de dados, aprimorando os indicadores e ampliando seu potencial de aplicação em diferentes escalas urbanas. O iCam 2.0 baseia-se em seis categorias para mensurar e qualificar a caminhabilidade de uma via. São eles: calçada, mobilidade, atração, segurança viária, ambiente e segurança pública, estes que são organizados em quinze indicadores. Os tópicos, para uma análise mais extensa, são subdivididos nos itens descritos na Figura 1.

Figura 1- Diagrama de Indicadores da Ferramenta iCam2.0



Fonte: Adaptado de ITDP BRASIL, 2018.

O iCam 2.0 utiliza como unidade de análise o segmento de calçada, definido como o trecho entre dois cruzamentos, considerando apenas um dos lados da via. O processo de levantamento é estruturado de forma metodológica, padronizada e comparável e utiliza de três principais fontes de dados: levantamentos de campo, imagens aéreas e registros públicos georreferenciados, dados esses que são subdivididos em primários, secundários e institucionais.

Os dados primários são obtidos *in loco*, por meio de observação direta e medições físicas realizadas pelos pesquisadores, registrando elementos como condições das calçadas, travessias, iluminação, fluxo de pedestres e conforto ambiental. Já os dados secundários, são coletados a partir de imagens aéreas, fotografias de satélite e ferramentas de georreferenciamento (SIG). Por último, os dados institucionais são aqueles que são captados junto aos órgãos públicos, como as secretarias de regulação urbana dos municípios.

A partir da coleta de dados, é utilizada uma planilha que unifica os números obtidos com cálculos matemáticos e os classifica de 0 a 3, na qual 0 significa insuficiente e 3 significa ótimo.

Aprofundando no tópico da coleta de dados, a Figura 2 demonstra as unidades de análise e a fonte de dados de cada indicador.

Figura 2 - Unidades de análise para cálculo do Índice e fontes de dados.

Categorias	Indicadores	Unidades de análise para cálculo do Índice		Fonte de dados primários		Fonte de dados secundários	
		Segmento de calçada	Face de quadra	Levantamento de campo, ambiente de circulação de pedestres	Levantamento de campo, ambiente construído	Fotografias aéreas / satélite e recursos de georreferenciamento	Documentos da administração pública
Calçada	Pavimentação	•		•			
	Largura	•		•			
Mobilidade	Dimensão da Quadra	•				•	
	Distância a pé ao transporte	•				•	•
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis		•		•		
	Fachadas visualmente ativas		•		•		
	Uso público diurno e noturno		•		•		
	Usos mistos		•		•	•	
Segurança Viária	Tipologia da rua	•		•			•
	Travessias	•		•			
Segurança pública	Iluminação	•		•			
	Fluxo de pedestres diurno e noturno	•		•			
Ambiente	Sombra e abrigo	•		•		•	
	Polluição sonora	•		•			
	Coleta de lixo e limpeza	•		•			

Fonte: ITDP BRASIL, 2018.

É válido salientar que cada indicador avalia um aspecto específico do ambiente urbano e contribui para a compreensão da qualidade do espaço destinado ao pedestre. A seguir, serão descritos de forma sucinta os indicadores e os procedimentos de coleta de dados.

A categoria Calçada, é composta por dois indicadores: “pavimentação” e “largura”. O indicador “pavimentação” analisa a qualidade do piso destinado à circulação de pedestres. Esse dado é obtido através de levantamento de campo e observação visual, no qual o pesquisador observa e registra as condições do piso em cada segmento de calçada. Já o indicador “largura” mede a faixa livre para a passagem

de pedestres, essa informação é adquirida por medições diretas com trena, considerando o ponto mais estreito da calçada.

A Mobilidade também possui dois indicadores, são eles: “dimensão das quadras” e “distância até o transporte público”. Os dois parâmetros são levantados através das SIG. Já a categoria Atração é a que abrange mais indicadores, sendo quatro no total: “fachadas fisicamente permeáveis”, “fachadas visualmente ativas”, “usos diurnos e noturnos” e “usos mistos”. Nesta categoria todos os dados são levantados através da observação visual do pesquisador, e podem ser auxiliados pelos sistemas de georreferenciamento.

A categoria Segurança Pública avalia os indicadores de “iluminação” e “fluxo de pedestres diurno e noturno”. O indicador “iluminação” mede a intensidade e a cobertura da iluminação pública nas calçadas. coleta do dado ocorre no período noturno, utilizando luxímetro ou, por observação visual da presença e localização dos postes de iluminação pública. Já o levantamento do indicador “fluxo de pedestres” é feito em campo, por meio de contagens manuais de pedestres em intervalos de tempo determinados (adota-se um período de 15 minutos por ponto de observação). Já a categoria Segurança Viária, possui os parâmetros de “tipologia da rua” e “travessias”, as coletas também são feitas em campo e utilizam de dados institucionais para o apoio.

Por último, a categoria Ambiente, examina três indicadores: “sombra e abrigo”, “poluição sonora” e “limpeza urbana”. Os dados são obtidos por observação direta em campo, e as informações para o indicador “poluição sonora” são coletadas através de medições com o decibelímetro, que mede a intensidade sonora em decibéis.

Em síntese, o processo de coleta dos indicadores do iCam 2.0 combina medições técnicas, observação direta e análise geoespacial. É preciso evidenciar que, apesar de os métodos de coleta apresentarem consistência, ainda existem possibilidades de aprimoramento, no que se refere à automatização dessa coleta, o uso de tecnologias, como sensores urbanos, inteligência artificial e plataformas de *Smart Cities*, pode tornar o processo mais ágil e menos dependente de observações

manuais. A seguir será apresentado um estudo de caso de aplicação da ferramenta, com destaque em como os dados foram obtidos.

7. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA iCam 2.0 EM SANTO CRISTO, RIO DE JANEIRO

Com o lançamento do iCam2.0, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio de Janeiro (Sebrae-RJ) e o grupo Odebrecht, motivados pelas intervenções urbanas da Operação Urbana Consorciada (OUC) da Região do Porto do Rio de Janeiro, escolheram o Bairro Santo Cristo para a aplicação da ferramenta. O objetivo foi consolidar a análise da caminhabilidade na região após a implementação das intervenções urbanas da OUC e apresentar soluções de melhoria para o espaço do pedestre na região (ITDP BRASIL, 2017).

A região do Bairro Santo Cristo ao longo da história ficou conhecida pelas atividades portuárias e pela comercialização de pessoas escravizadas entre os séculos XVIII e XIX. A partir de 2009, a região recebeu uma atenção e um projeto de revitalização para recuperar o local, que foi marginalizado historicamente, através da reintegração do porto com a dinâmica urbana da cidade contemporânea, estimulando a moradia, o comércio e a mobilidade ativa. Esse projeto foi chamado de Porto Maravilha e incluiu obras como o VLT (veículo leve sobre trilhos), criação de ciclovias e a abertura de novos empreendimentos na região, porém, mesmo após as intervenções, a área ainda contava com uma baixa densidade habitacional e um comércio limitado, o que comprometia a mobilidade dos pedestres na região. Nesse contexto, o uso da ferramenta iCam 2.0 traz um suporte na elaboração do planejamento urbano da localidade (ITDP BRASIL, 2017).

A aplicação da Ferramenta iCam 2.0 no caso supracitado abrangeu uma área de 0,36 quilômetros quadrados. Foram analisadas 14 ruas e um total de 64 segmentos de calçada. As formas pelas quais os dados foram coletados para cada indicador do iCam 2.0 estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Métodos de coleta de dados iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro

Categoria	Indicador	Forma de Coleta
------------------	------------------	------------------------

Calçada	Pavimentação	Observação visual e levantamento quantitativo no local
Calçada	Largura	Medição no local
Mobilidade	Dimensão da Quadra	Através de recursos de sistemas de informações geográficas
Mobilidade	Distância a pé ao transporte de média ou alta capacidade	Através de recursos de sistemas de informações geográficas
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis	Observação visual e levantamento quantitativo no local
Atração	Fachadas visualmente ativas	Observação visual e uso de passos largos como referência métrica
Atração	Uso público diurno e noturno	Levantamento visual nos dois turnos do dia
Atração	Usos mistos	Observação visual e levantamento quantitativo no local
Segurança Viária	Tipologia da rua	Observação visual e levantamento quantitativo no local
Segurança Viária	Travessias	Através de recursos de sistemas de informações geográficas e levantamento quantitativo no local
Segurança Pública	Iluminação	Observação visual e ronda noturna com automóvel no local

Segurança Pública	Fluxo de pedestres diurno e noturno	Levantamento quantitativo no local
Ambiente	Sombra e abrigo	Observação visual e uso de passos largos como referência métrica
Ambiente	Poluição sonora	Uso de aplicativo de celular para medição de dB(A)
Ambiente	Coleta de lixo e limpeza	Observação visual e levantamento quantitativo no local

Fonte: Adaptado de ITDP BRASIL (2017).

Após a análise da Tabela 1, é possível destacar que grande parte dos dados foram coletados através de observações e medições realizadas em campo diretamente pelos pesquisadores. Esse método, apesar de detalhado, exige tempo e esforço significativos, o que limita a aplicação em espaços maiores.

A partir da coleta de dados, as informações foram inseridas na ferramenta e a pontuação geral obtida pela área do estudo foi 0,9 (em escala de 0 a 3), o que é classificado como insuficiente. A Tabela 2 elucida os resultados da região do Santo Cristo de acordo com cada indicador do iCam 2.0.

Tabela 2 – Resultados iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro

Categoria	Indicador	Resultado
Calçada	Pavimentação	1,2 (suficiente)
Calçada	Largura	1,2 (suficiente)
Pontuação da Categoria Calçada	-	1,2 (suficiente)

Mobilidade	Dimensão da Quadra	1,1 (suficiente)
Mobilidade	Distância a pé ao transporte de média ou alta capacidade	2,7 (bom)
Pontuação da Categoria Mobilidade	-	1,9 (suficiente)
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis	1,2 (suficiente)
Atração	Fachadas visualmente ativas	0,2 (insuficiente)
Atração	Uso público diurno e noturno	0,1 (insuficiente)
Atração	Usos mistos	0,3 (insuficiente)
Pontuação da Categoria Atração	-	0,5 (insuficiente)
Segurança Viária	Tipologia da rua	1,9 (suficiente)
Segurança Viária	Travessias	0,4 (insuficiente)
Pontuação da Categoria Segurança Viária	-	0,8 (insuficiente)
Segurança Pública	Iluminação	1,9 (suficiente)
Segurança Pública	Fluxo de pedestres diurno e noturno	0,5 (insuficiente)

Pontuação da Categoria	-	0,8 (insuficiente)
Segurança Pública		

Ambiente	Sombra e Abrigo	0,3 (insuficiente)
----------	-----------------	--------------------

Ambiente	Poluição sonora	1,5 (suficiente)
----------	-----------------	------------------

Ambiente	Coleta de lixo e limpeza	2,1 (bom)
----------	--------------------------	-----------

Pontuação da Categoria	-	0,8 (insuficiente)
Ambiente		

Fonte: Adaptado de ITDP BRASIL (2017).

A partir de cada indicador analisado e seus resultados, os pesquisadores propuseram recomendações de melhorias do ambiente urbano a fim de promover uma melhor caminhabilidade e qualidade de vida na região. De maneira geral as recomendações destacam a necessidade de concluir e padronizar a infraestrutura das calçadas, melhorar a integração entre pedestres e transporte público, criar travessias mais seguras e reduzir velocidades. Também propõem estimular usos mistos e fachada ativas para aumentar a vitalidade urbana, além de aumentar a arborização, iluminação e limpeza da região estudada e reforçam a importância do monitoramento contínuo da caminhabilidade, utilizando o iCam como ferramenta de gestão urbana. A Tabela 3 três faz uma síntese das recomendações com base em cada categoria.

Tabela 3 – Recomendações iCam2.0 Santo Cristo – Rio de Janeiro

Categoria	Recomendações
Calçada	<ul style="list-style-type: none"> - Concluir obras de infraestrutura pendentes. - Padronizar pavimentação. - Garantir largura adequada. - Remover obstáculos e irregularidades nas calçadas.
Mobilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a integração com o transporte público, especialmente o VLT. - Criar travessias mais seguras. - Aumentar a permeabilidade do tecido urbano.

Atração	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar usos mistos. - Fomentar fachadas ativas e estimular o comércio de rua. - Promover atividades e serviços noturnos. - Reduzir a ociosidade de empreendimentos.
Segurança Viária	<ul style="list-style-type: none"> - Requalificar travessias. - Implementar sinalização adequada e rampas. - Reduzir velocidades em vias críticas.
Segurança Pública	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a iluminação pública. - Aumentar o fluxo de pessoas no espaço público. - Incentivar usos que promovam a vigilância natural.
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar arborização e oferta de sombra. - Reduzir poluição sonora. - Melhorar limpeza urbana e manutenção
Recomendações Gerais	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o iCam para monitoramento contínuo. - Integrar ações entre órgãos municipais. - Definir prioridades e planos de ação específicos.

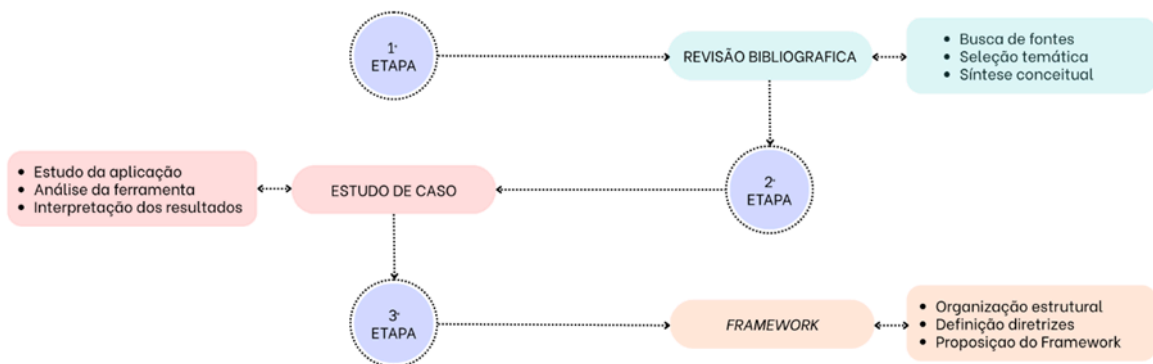
Fonte: Adaptado de ITDP BRASIL (2017).

O estudo de caso da ferramenta permite salientar que a efetividade do iCam depende de uma coleta de dados precisa e sistematizada. Dessa forma, urge a necessidade de desenvolver e aprimorar a forma com que as informações são obtidas, visando tornar a avaliação dos indicadores do iCam 2.0 mais eficiente, consistente e replicável em futuros estudos.

8. METODOLOGIA

Com a finalidade de atingir os objetivos do presente trabalho, foi utilizada uma metodologia qualitativa com caráter propositivo. A pesquisa foi organizada em três etapas principais: revisão bibliográfica, estudo de aplicação da ferramenta e estruturação do *framework*. A Figura 3 elucida o fluxo metodológico do trabalho.

Figura 3– Diagrama do Fluxo Metodológico



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica sobre os principais temas da pesquisa, sendo eles: cidades inteligentes, cidades sustentáveis e caminhabilidade. A pesquisa utilizou-se de plataformas como Google Scholar, Scielo e ResearchGate para filtrar artigos e teses, além disso foram utilizadas fontes como a plataforma do ITDP Brasil e também livros de autores especialistas em urbanismo e planejamento urbano, como Jane Jacobs, Jan Gehl e Jeff Speck, entre outros.

A seleção do material bibliográfico seguiu dois critérios principais: (1) alinhamento temático, considerando os conceitos fundamentais da pesquisa, utilizando palavras-chave como “caminhabilidade”, “cidades sustentáveis”, “*smart cities*” e “qualidade de vida urbana”; (2) relevância acadêmica e institucional, priorizando artigos revisados por pares, relatórios técnicos e publicações de referência; inicialmente foram identificados 45 documentos, após a leitura dos resumos e uma triagem preliminar, 30 publicações foram selecionadas para leitura integral e síntese organizada do conteúdo.

A segunda etapa da pesquisa foi desenvolvida por meio da análise das cartilhas e publicações do ITDP Brasil, referentes ao iCam 2.0. A partir desses documentos, foram feitas duas análises: o estudo da ferramenta e o estudo de caso. O primeiro estudo corresponde à análise da ferramenta iCam 2.0, com foco na compreensão de seus fundamentos teóricos, princípios metodológicos e lógica operacional. Nessa etapa, foram analisados seus indicadores, critérios de avaliação e parâmetros de classificação. Também foi possível identificar as potencialidades e limitações do instrumento.

O segundo estudo consistiu na análise do processo de coleta de dados realizado no estudo de caso aplicado ao bairro Santo Cristo, no Rio de Janeiro. Buscou-se compreender a metodologia empregada no levantamento em campo, observando os procedimentos operacionais, critérios de registro e formas de sistematização das informações. Assim, a segunda etapa articulou a avaliação conceitual e estrutural da ferramenta com a investigação empírica de sua implementação, oferecendo uma leitura integrada sobre seu funcionamento, requisitos e desempenho prático em um ambiente urbano real.

Por fim, a terceira e última etapa deste trabalho corresponde à estruturação de um *framework* visando a melhoria das coletas de dados do iCam 2.0. Essa etapa foi concebida a partir das limitações identificadas no estudo de caso e das exigências metodológicas da ferramenta, visando propor um modelo sistematizado, consistente e adaptável a diferentes contextos urbanos. O objetivo central foi desenvolver uma estrutura capaz de orientar, padronizar e otimizar as etapas envolvidas no levantamento das informações necessárias para o cálculo dos indicadores.

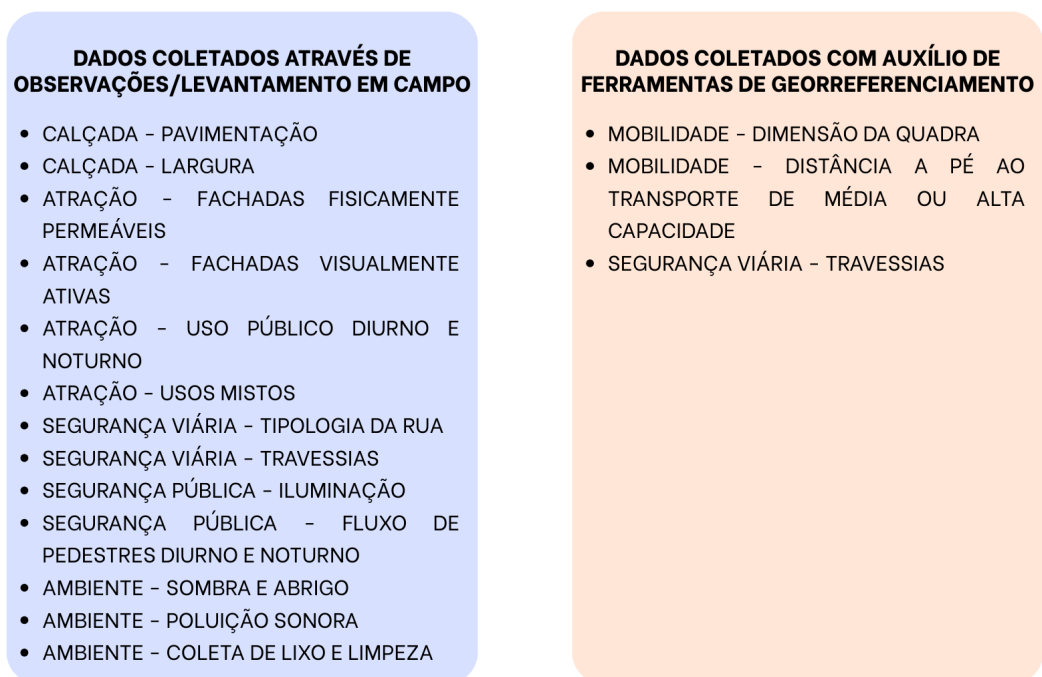
Para isso, primeiramente, foi realizada uma análise individual de cada indicador, examinando seus critérios e a forma como os dados são coletados atualmente. Em seguida, foi feita a separação das informações em três categorias: (1) dados que podem ser fornecidos por órgãos públicos, (2) dados que dependem diretamente da experiência do usuário, e (3) dados passíveis de serem obtidos por meio de tecnologias de sensores e sistemas de automação baseados em inteligência artificial. A proposta também incluiu a integração dessas diferentes formas de coleta em uma base centralizada de informações, estruturada como um banco de dados

capaz de ser constantemente atualizado e ampliado conforme novas fontes e tecnologias se tornem disponíveis.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da ferramenta e de seu estudo de aplicação mostrou que o modelo atual de coleta de dados do iCam 2.0 se estrutura em duas frentes principais. Uma parte das informações ainda depende de levantamentos presenciais, enquanto outra já é obtida por meio de sistemas de georreferenciamento utilizados pela gestão municipal. A Figura 4 elucida esse cenário atual de coleta.

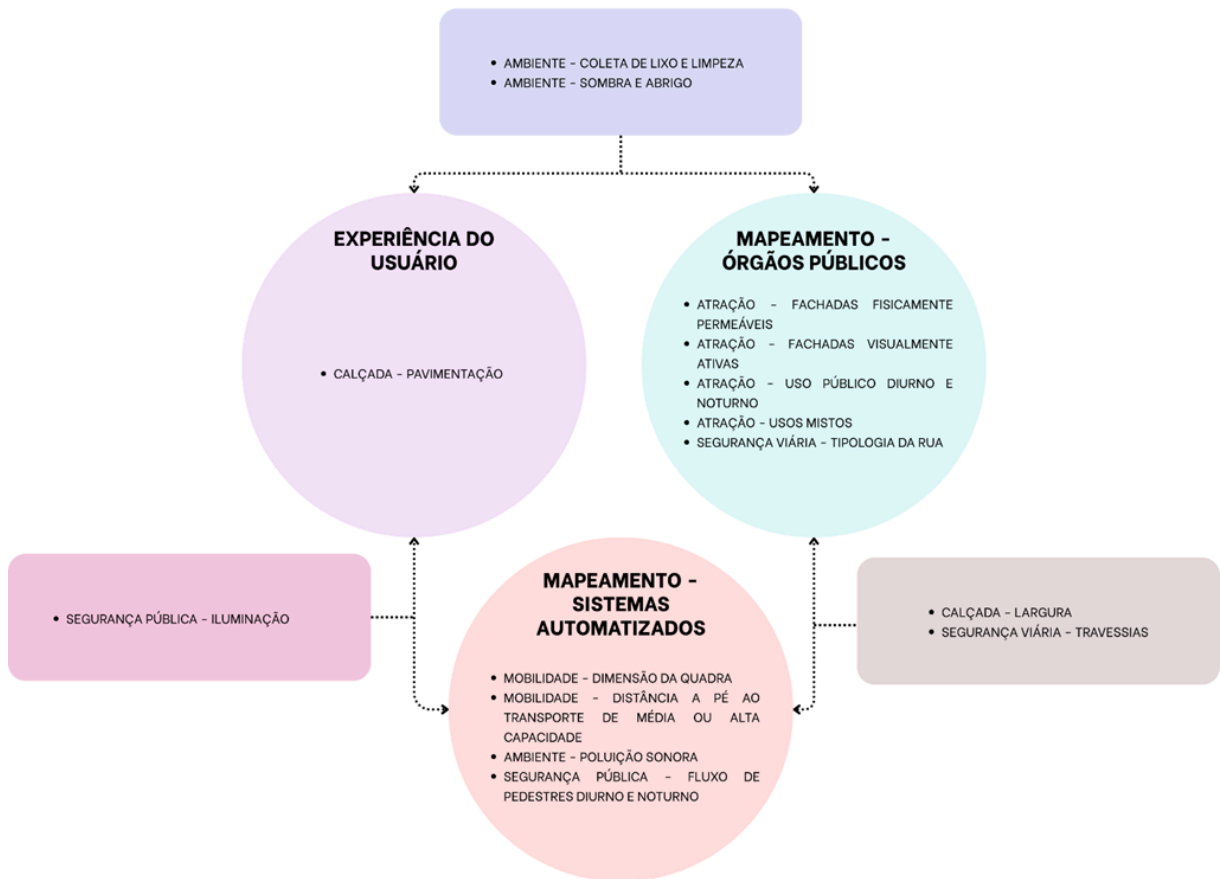
Figura 4 – Modelo Atual de Coleta de Dados



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Apesar de alguns indicadores já utilizarem sistemas digitais, como bases de georreferenciamento, a análise mostrou que mais de 75% dos dados ainda dependem da coleta em campo, o que evidencia um processo lento, custoso e pouco integrado. Para enfrentar essa limitação e ampliar o uso de tecnologias disponíveis, os indicadores foram reorganizados em novas categorias de obtenção de dados, conforme apresentado na Figura 5. Essa nova divisão permite visualizar quais dados podem migrar para processos automatizados, quais podem ser obtidos diretamente dos usuários e ainda exigem articulação com bases institucionais.

Figura 5 – Proposta da Divisão da Coleta de Dados



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

No eixo da experiência do usuário, destacam-se os indicadores que dependem da percepção direta de quem utiliza o espaço urbano. Por se tratarem de variáveis baseadas na vivência cotidiana, a obtenção dos dados será mais eficaz quando realizada por meio de ferramentas participativas e plataformas digitais que incentivam a participação do usuário.

O segundo eixo reúne os indicadores que serão obtidos por mapeamento de órgãos públicos, sobretudo aqueles vinculados à bases institucionais já existentes. Esses dados dependem de cadastros urbanos, legislações municipais e levantamentos cadastrais, que podem ser atualizados e integrados ao banco de dados das cidades.

Ademais, o eixo de mapeamento por sistemas automatizados incluiu os indicadores com maior potencial de digitalização e automação. As coletas podem ser

monitoradas continuamente por sensores, câmeras inteligentes, análises de imagem e soluções baseadas em IA, reduzindo a necessidade de levantamentos presenciais.

Existem ainda indicadores que estão vinculados a duas formas de coleta, como forma de garantir uma leitura mais completa e precisa das condições urbanas. Essa dupla vinculação também funciona como uma estratégia de transição, uma vez que permite que indicadores que eram totalmente dependentes de coleta presencial avancem gradualmente para métodos mais tecnológicos, sem perda de qualidade ou detalhamento.

A Tabela 4 complementa a discussão comparando os métodos atuais de coleta de cada indicador, às novas abordagens sugeridas e a forma como esse processo funcionaria.

Tabela 4 – Comparativo - Métodos de Coletas Atuais e Propostas de Melhoria

Indicador	Método Atual	Método Sugerido	Proposta
Calçada -Pavimentação	Observação / Levantamento em campo	Experiência do usuário	Ferramenta (aplicativo) em que o usuário possa cadastrar obstáculos e buracos na pavimentação das calçadas conforme ele experiencia a cidade
Calçada Largura	- Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos e Mapeamento - Sistemas Automatizados	Mapeamento utilizando a as informações de plano diretores e códigos de obra dos municípios que determinam a largura mínima para calçadas e sistemas de georreferenciamento para complementar as informações.

Mobilidade da Quadra	- Ferramentas de Georreferenciamento	Mapeamento - Sistemas Automatizados	- Continuar utilizando os sistemas de georreferenciamento, buscando formas de automatizar as coletas.
Mobilidade Distância a pé ao transporte de média ou alta capacidade	- Ferramentas de Georreferenciamento	Mapeamento - Sistemas Automatizados	- Continuar utilizando os sistemas de georreferenciamento, buscando formas de automatizar as coletas.
Atração Fachadas fisicamente permeáveis	- Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos	- Mapeamento utilizando a as informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra, habite-se (projetos aprovados) e alvarás de funcionamento que contenham as informações criando um banco de dados para a categoria.
Atração Fachadas visualmente ativas	- Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos	- Mapeamento utilizando a as informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra, habite-se (projetos aprovados) e alvarás de funcionamento que contenham as informações criando um banco de dados para a categoria.
Atração público diurno e noturno	- Uso Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos	- Mapeamento utilizando as informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra, habite-se (projetos aprovados) e alvarás de funcionamento que contenham as informações criando um banco de dados para a categoria.

Atração - Usos mistos	Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos	Mapeamento utilizando a as informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra, habite-se (projetos aprovados) e alvarás de funcionamento que contenham as informações criando um banco de dados para a categoria.
Segurança Viária Tipologia da rua	Observação/Levantamento em campo	Mapeamento – Órgãos Públicos	Mapeamento utilizando informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra e documentos das secretarias de trânsito que contenham as informações criando um banco de dados para a categoria.
Segurança Viária Travessias	Observação/Levantamento em campo e Ferramentas de Georreferenciamento	Mapeamento – Órgãos Públicos e Mapeamento - Sistemas Automatizados	Mapeamento utilizando as informações dos municípios referentes à planos diretores, códigos de obra e documentos das secretarias de trânsito que contenham as informações, Utilizar, de forma complementar, sistemas que contabilizem e temporizem os semáforos, de modo a proporcionar maior segurança ao pedestre, criando um banco de dados para a categoria.

Segurança Pública Iluminação	Observação/Levantamento em campo	Experiência do Usuário Mapeamento - Sistemas Automatizados	Integrar um sistema baseado na experiência do usuário, por meio de uma ferramenta (aplicativo) que permite reportar pontos com baixa iluminação ou postes com lâmpadas queimadas, e complementar essas informações com sensores capazes de medir níveis de iluminância (lux), conectando ambas as fontes a um banco de dados específico da categoria.
Segurança Pública - Fluxo de pedestres diurno e noturno	Observação/Levantamento em campo	Mapeamento - Sistemas Automatizados	Utilizar câmeras de segurança para realizar a contagem de transeuntes nos períodos diurno e noturno, empregando técnicas de visão computacional e algoritmos de inteligência artificial para aprimorar a precisão e a automação do processo.
Ambiente Sombra e abrigo	Observação/Levantamento em campo	Experiência do Usuário Mapeamento - Órgãos Públicos	Mapeamento da disponibilidade de sombra ao longo das vias por meio da análise da arborização urbana, utilizando dados dos inventários arbóreos municipais, informações de cobertura vegetal obtidas por sensoriamento remoto e estimativas de projeção de copa das árvores, integrando essas informações à experiência do usuário por meio de uma ferramenta (aplicativo) em que ele possa registrar pontos sem cobertura adequada.

Ambiente Poluição sonora	- Observação/Levantamento em campo	Mapeamento - Instalar sensores que mensurem os níveis de decibéis, permitindo avaliar os índices de poluição sonora e integrando essas informações ao banco de dados para aprimorar o monitoramento urbano.
-----------------------------	------------------------------------	---

Ambiente Coleta de lixo e limpeza	- Observação/Levantamento em campo	Experiência do Usuário Mapeamento – serviços de coleta de resíduos e limpeza urbana, utilizando dados disponibilizados pelas secretarias responsáveis e integrando essas informações à experiência do usuário por meio de uma ferramenta (aplicativo) em que ele possa registrar ocorrências e avaliar a qualidade do serviço prestado ao ambiente urbano.
---	------------------------------------	--

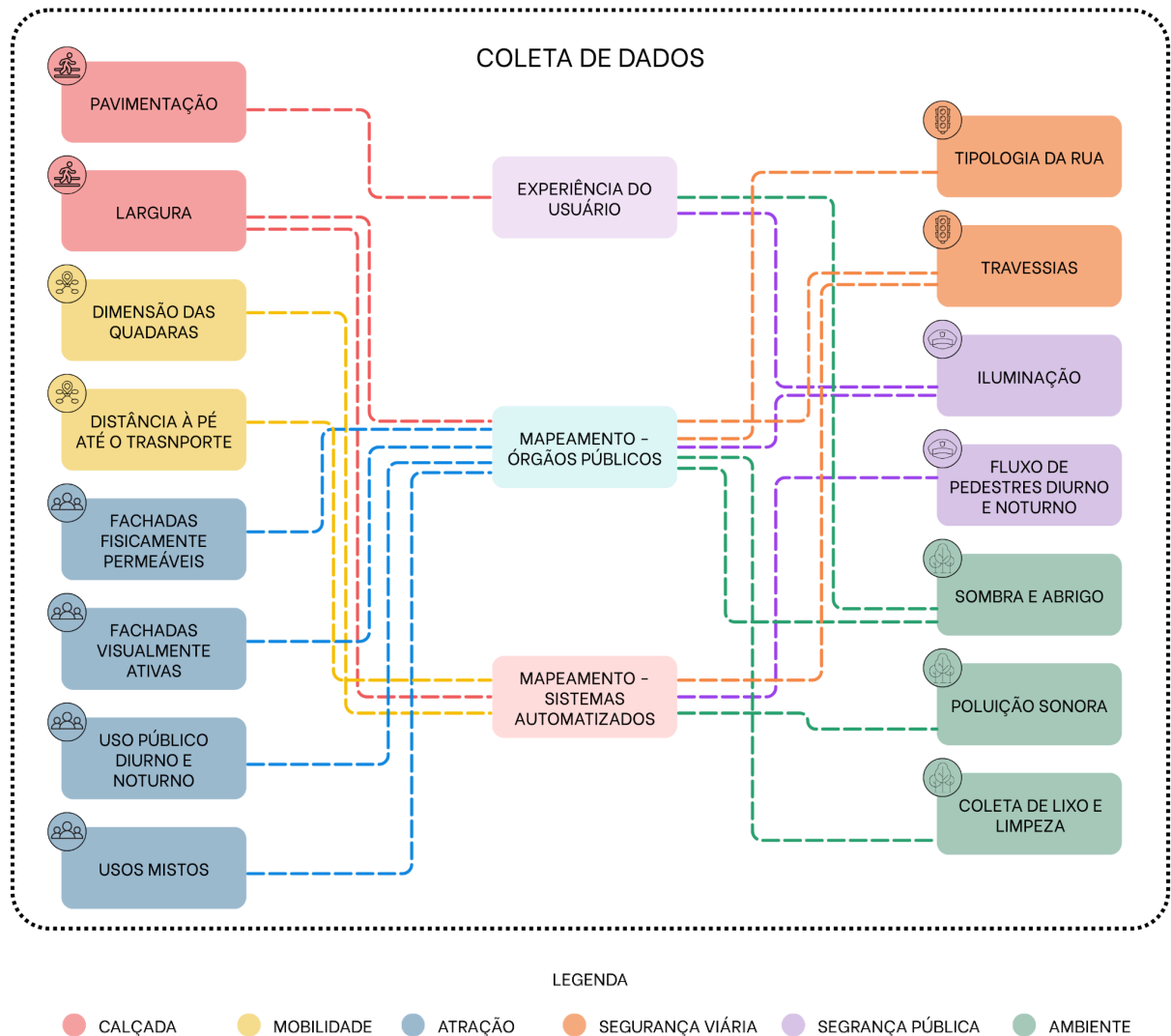
Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A partir da organização dos indicadores e da análise dos dados propostos, consolidou-se a base que permitiu delinear o *framework* voltado para a otimização dos processos de coleta de dados da ferramenta iCam 2.0.

O *framework* proposto organiza as diferentes formas de coleta e as integra em um banco de dados central, responsável por consolidar todas as informações. A partir dessa conexão entre a obtenção dos dados e uma estrutura unificada de armazenamento, o modelo garante que os registros de cada indicador do iCam circulem de maneira contínua e padronizada. Dessa forma, torna-se possível criar um fluxo integrado de atualização dos índices gerados pela ferramenta, com o objetivo de subsidiar as propostas de melhoria dos ambientes urbanos de maneira

contínua. A Figura 6 apresenta o *framework* sintetizado dos meios de coleta de dados.

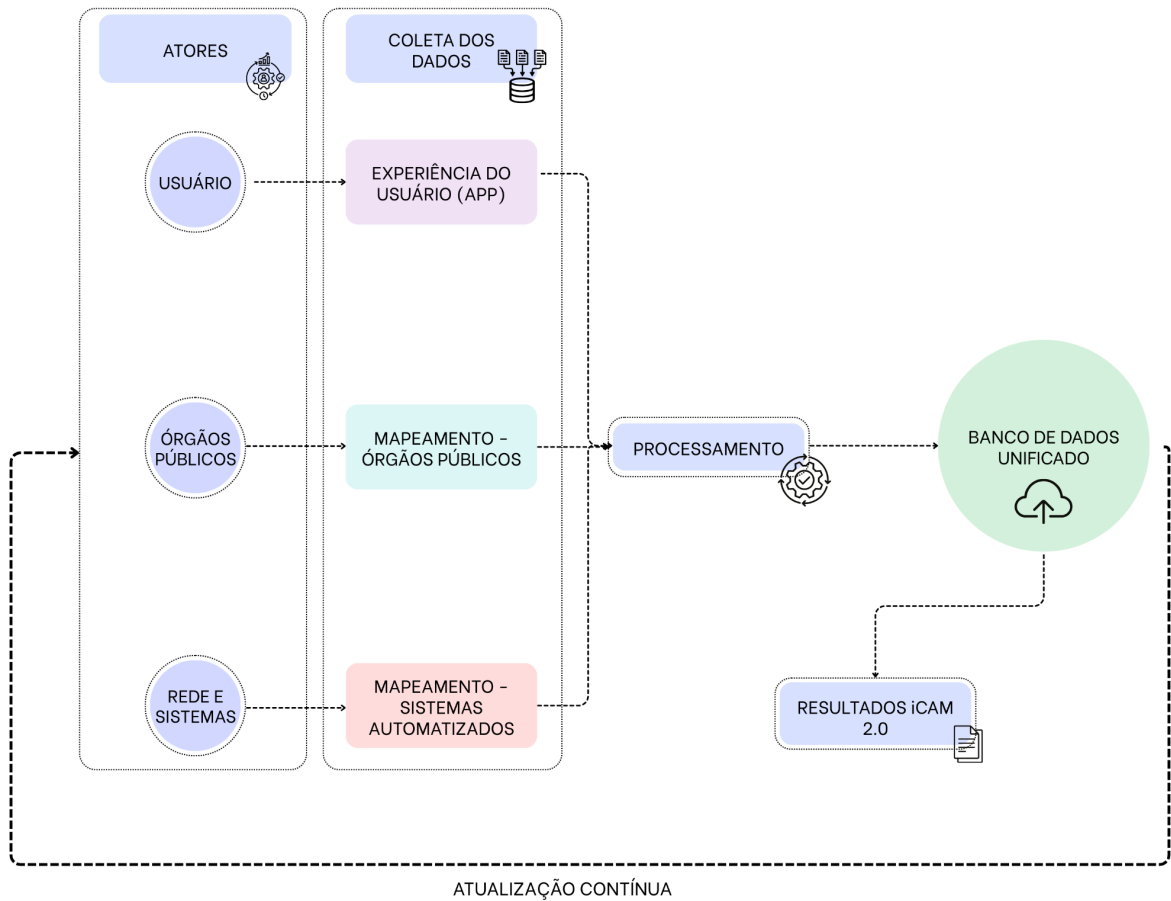
Figura 6– *Framework* da Nova Coleta de Dados por Indicador do iCam 2.0



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.T

A Figura 7 mostra o *framework* final proposto, reunindo as etapas, fluxos e agentes responsáveis envolvidos no novo processo de coleta, que propõe a modernização e o aprimoramento das coletas de informações do iCam 2.0.

Figura 7– *Framework* de Melhoria das Coletas de Dados do iCam 2.0



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

De modo geral, a organização proposta no *framework* apresentado demonstra caminhos viáveis para reduzir as limitações atuais da ferramenta, ampliar a integração entre diferentes fontes de informação e incorporar soluções tecnológicas compatíveis com o contexto das *Smart Cities*.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento deste trabalho, foi possível compreender que a eficiência da avaliação do índice de caminhabilidade em *Smart Cities* está ligada diretamente à qualidade, precisão e sistematização dos dados coletados. Nesse contexto, o estudo evidenciou limitações no processo atual de coleta utilizado pelo iCam 2.0, devido ao levantamento de dados ser feito de forma manual e com alto custo operacional

Diante desse cenário, o *framework* proposto surge como uma alternativa para reorganizar e otimizar esse processo, estruturando fluxos mais claros e etapas mais objetivas. Além disso, ao incorporar possibilidades de uso de sensores, automações e sistemas digitais, o modelo contribui para aproximar a ferramenta das diretrizes contemporâneas das *Smart Cities*.

Este estudo pode avançar para um protótipo de aplicação do novo método de coleta de dados proposto, como a realização de implementações piloto em diferentes tipos de vias para avaliar sua adaptabilidade em contextos reais.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Fundação Universitária Mendes Pimentel (Fump) que me concedeu auxílio financeiro para cursar a pós-graduação e realizar este trabalho.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*. *Journal of Urban Technology*, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>. Acesso em: 27 out.2025.

ARAÚJO, Maria Cristina; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Qualidade de Vida e Sustentabilidade Urbana. *Holos – Revista Educação Cultura e Sociedade*, v. 4, n. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2014.1720>. Acesso em: 29 out. 2025.

BARACHO, Renata Maria Abrantes; TEIXEIRA, João Vitor Souza; MULLARKEY, Matthew T. *Proposal for Sustainable Smart City Indicators*. In: *Proceedings of the 24th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347358845_Proposal_for_Sustainable_Smart_City_Indicators. Acesso em: 16 dez. 2025.

BRADSHAW, Chris. *Creating and Using: A Rating System for Neighborhood Walkability Towards an Agenda for "Local Heroes"*. 14th International Pedestrian Conference, Boulder, Colorado, 1 out. 1993. Disponível em: https://www.cooperative-individualism.org/bradshaw-chris_creating-and-using-a-rating-system-for-neighborhood-walkability-1993.htm. Acesso em: 06 out. 2025.

CAMATA, Suzana L.; SARTORI, Simone V.; BETTINI, Maria M.; CONTI, Dalila M. *Innovation and sustainable development of smart cities: a systematic review to identify research trends and gaps*. *RISUS – Journal on Innovation and Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 32–44, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2022v13i4p32-44>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CAMINHAR. In: *Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em: 06 out. 2025.

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. *Smart cities in Europe*. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>. Acesso em: 27 out. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CORDEIRO, Aline de Oliveira; SOUZA PIMENTEL, Gláucia Roque Pimentel de; ALVES, Sueny Maria; NASCIMENTO, Laércio Ramon da Silva; COSTA, Vinicius Melo dos Santos; SANTOS, Gabriela Gavazza Schwartz; MARTINS, Rômulo Nunes; ALVES, Walter Padilha; LACERDA, Cibelle Correia Cavalcante; NETO, Henrique Cananosque; SAMPAIO, Maria Auxiliadora Resende; CRESTANI, Janeise Martini Peniani; SANCHEZ, Giuliana Daniela Vargas; SILVA, Fernanda da Mata Vasconcelos. *Promoção De Qualidade De Vida E Sustentabilidade. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences (BJIHS)*, v. 5, n. 4, p. 1672–1682, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p1672-1682>. Acesso em: 16 nov 2025.

CUNHA, Maria A.; LACERDA, Daniel P.; MEDEIROS, Júlia. *Tecnologias digitais e Internet das Coisas no contexto das cidades inteligentes. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 14, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/RBGU>. Acesso em: 28 out. 2025.

DE LUCA, Cristina; BASSI, Silvia. *Potencializando o uso de Big Data para cidades inteligentes: um guia estratégico para gestores*. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18235/0004884>. Acesso em: 28 out. 2025.

DIVINO, Suélen B. S.; MAGALHÃES, Raquel A. *Cidades inteligentes sustentáveis: estratégias para implementação e efetivação. Revista de Direito da Cidade*, v. 15, n. 4, p. 1747–1771, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rdc.2023.64822>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FANTIN, Ana Paula Corrêa. *Indicadores de sustentabilidade urbana: diretrizes para a governança inteligente e sustentável das cidades*. 2024. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2024.

GEHL, Jan. *Cidade para Pessoas*. Tradução: Anita Di Marco. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GHIDINI, Roberto. *A caminhabilidade: medida urbana sustentável*. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, n. 33, p. 21-33, 2011. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/CF0ED9C9-0025-4F55-8F7C-EDCB933E19C4.pdf. Acesso em: 06 out. 2025.

GIFFINGER, Rudolf et al. *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities*. Vienna: Centre of Regional Science, 2007. Disponível em: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

HARRISON, Christopher; ECKMAN, Bruce; HAMILTON, Rick; HARTSWICK, Perry; KALAGNANAM, Jay; PARASZCZAK, Jurij; WILLIAMS, Peter. *Foundations for Smarter Cities*. *IBM Journal of Research & Development*, v. 54, n. 4, p. 1–16, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257>. Acesso em: 05 nov. 2025.

HARVEY, David. *Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana*. Tradução: Jeferson Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HOLLANDS, Robert G. *Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?* *City*, v. 12, n. 3, p. 303–320, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>. Acesso em: 27 out. 2025.

ITDP Brasil. *Índice de Caminhabilidade Aplicação da Versão 2.0*. 1.ed. Rio de Janeiro, 2017.

ITDP Brasil. *Índice de Caminhabilidade Ferramenta - ITDP, Versão 2.0*. 1.ed. Rio de Janeiro, 2018.

JACOBS, Jane. *Morte e Vida das Grandes Cidades*. Tradução: Ana Luiza Teixeira. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

LEFEBVRE, Henri. *O Direito à Cidade*. Tradução: Rubens Frias. 5. ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Centauro Editora, 2015.

MAHLER, Eduardo M. *Cidades sustentáveis no contexto brasileiro*. *Cadernos Uninter de Gestão Pública*, v. 8, n. 5, p. 65–78, 2016. Disponível em:

<https://www.cadernosuninter.com/index.php/gestao-publica/article/view/513>. Acesso em: 05 nov. 2025

PAIVA, Lincoln. *Urbanismo Caminhável: A caminhabilidade como prática para a construção de lugares*. Orientador: Prof. Dr. Carlos Leite. 2017. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, [S. l.], 2017.

SANTA, Suélen L. B.; BASIL, Diego G.; CEMBRANEL, Paola; FINATTO, Carolina P.; GUERRA, João B. S. O. de A.; SOARES, Thais C. *Cidades sustentáveis, inteligentes e saudáveis: qual é o impacto da governação na saúde, nos transportes, nos espaços verdes e no ar? Revista de Ciências da Administração*, v. 1, n. Especial (2023), 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2023.e96277>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SANTOS, Fabio Silva; GALLO, Douglas. A experiência brasileira na construção de Índices de Qualidade de Vida Urbana: planejamento e gestão urbana. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 6, n. 40, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/2318847264020181815>. Acesso em: 29 out. 2025.

SANTOS, Rosicleide Maciel dos; SANTOS, Josiel Ferreira; PINTO, Benedita Celeste de Moraes. *Cidades sustentáveis: princípios e responsabilidades*. Contribuciones a las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 18, n. 1, p. 01-23, jan. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.1-068>. Acesso em: 29 out. 2025.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana a partir de estudos aplicados a Cuiabá (MT)*. *Ambiente Construído*, v. 13, n. 3, p. 253–266, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000300015> . Acesso em: 05 nov. 2025.

SOUZA, Marcelo Lopes de. *Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos*. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

STEFANI, Silvio Roberto; CORREA, Kamilla Fernandes; PROCIDONIO, Ana Livia Bobato. *Cidades sustentáveis: uma análise bibliométrica nacional e internacional*. *ComSus – Revista de Sustentabilidade e Comunicação*, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2022.

Disponível em: <https://doi.org/10.48075/comsus.v9i2.29446>. Acesso em: 29 out. 2025.

TORRINHA, Francisco. *Dicionário Latino Português*. 2^a. ed. rev. e atual. Porto: Junta Nacional de Educação, 1942.

VASCONCELOS, Fernanda; RAMOS, Victor; COUTINHO, Felipe. *Os desafios e soluções para a implementação de Big Data Analytics em cidades inteligentes. Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Banco de Dados (SBBD)*, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbbd_estendido.2023.233368. Acesso em: 28 out. 2025.