



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS SOUSA FERREIRA**

**ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
FORTALEZA**

**FORTALEZA**  
**2019**

LUCAS SOUSA FERREIRA

**ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
FORTALEZA**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Flávio José Craveiro Cunto.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F441Í Ferreira, Lucas Sousa.  
Índice de caminhabilidade : um estudo de caso na cidade de Fortaleza / Lucas Sousa Ferreira. – 2019.  
93 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Flávio José Craveiro Cunto.

1. Pedestres. 2. Caminhabilidade. 3. iCam. 4. Trechos homogêneos. I. Título.

CDD 620

---

LUCAS SOUSA FERREIRA

ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
FORTALEZA

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 28/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Flávio José Craveiro Cunto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

M<sup>a</sup>. Danielle Hoppe  
Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP)

Aos meus pais, Carlos e Francilene.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que me deu em todos esses anos.

Ao meu pai, Carlos Antônio, pelo trabalho árduo que teve na criação e sustento dos filhos. Você é um herói para mim.

A minha amada mãe, Francisca Francilene, que me deu todo amor e carinho que um filho poderia querer durante 14 anos da minha vida. Devo tudo a senhora. Gostaria que você estivesse aqui.

Aos meus irmãos, Rômulo, Rebecca, Leticia e Simone, por todo o carinho que me deram durante a vida. Amo vocês.

A minha tia e madrinha, Luciene Ferreira, por tudo que fez por mim e meus irmãos nesses anos. A você toda gratidão e carinho do mundo.

A minha querida Beatriz, que além de todo o suporte que me dá na vida, foi essencial, juntamente com meu irmão Rômulo, para conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Flávio Cunto, pelas oportunidades, ensinamentos e paciência. Sou eternamente grato.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Mário Angelo e Danielle Hoppe, pela disponibilidade, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, em especial os do Departamento de Engenharia de Transportes, por todos os ensinamentos.

Ao professor Barros Neto, por todo o apoio e oportunidades que me deu durante esses últimos anos.

A todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica, meu mais sincero agradecimento. Vocês foram essenciais.

A todos os meus amigos, em especial ao “Panelinha”, que estiveram junto comigo nessa caminhada. A vocês concedo a minha amizade.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta durante esta jornada.

“Se alguém te oferecer uma oportunidade incrível, mas você não tem certeza se consegue fazer, diga sim – e depois aprenda como fazer.”

Richard Branson

## RESUMO

Atualmente o planejamento de transportes passa por modificações, as quais colocam o pedestre em posição central nos processos de tomada de decisão. Assim, o poder público passa a necessitar de métricas capazes de considerar o comportamento e preferências do usuário do transporte peatonal. Para tanto tem-se o conceito de caminhabilidade, que seria uma medida do quão benéficas são as características do ambiente para a caminhada. Nesse contexto surge o Índice de Caminhabilidade do ITDP – o iCam. Este índice é uma ferramenta que elenca 15 indicadores, de forma a possibilitar uma visão mais objetiva da oferta ao usuário do transporte a pé. Esse trabalho se propõe a fazer a aplicação do iCam em um corredor arterial, avaliando todos os seus segmentos, de forma a observar as tendências dos indicadores do índice nestas condições. Para tanto, utilizou-se como estudo de caso a Avenida Bezerra de Menezes, em Fortaleza. Com os resultados de iCam obtidos a via foi caracterizada como tendo condição “suficiente” no quesito caminhabilidade. Observa-se, porém, que o índice apresenta limitações no que diz respeito à diferenciação de trechos, como é esperado devido a homogeneidade dos mesmos, tornando o processo decisório e a definição de segmentos críticos mais difíceis. Fez-se uma análise exploratória dos indicadores um a um, de modo a observar tendências e relações. Com essa análise também foram definidos indicadores com maior variabilidade nos segmentos, além de maior adequação à distribuição dos valores do iCam. Ao fazer o cálculo do iCam apenas com estes indicadores, torna-se mais fácil a observação de trechos críticos. Observou-se ainda que os resultados obtidos pelo iCam com os indicadores selecionados tem forte correlação com os resultados do iCam completo. Devido a isso, pode-se concluir que a seleção de indicadores aplicada neste trabalho foi satisfatória para seleção dos trechos críticos.

**Palavras-chave:** Pedestres. Caminhabilidade. iCam. Trechos homogêneos.

## ABSTRACT

Currently, transport planning is undergoing modifications, which put the pedestrian in a central position in decision-making processes. Thus, the government needs metrics capable of considering the behavior and preferences of the pedestrian transport user. To this end, we have the concept of walkability, which would be a measure of how beneficial the characteristics of the environment for walking are. In this context comes the ITDP Walkability Index - the iCam. This index is a tool that lists 15 indicators to enable a more objective view of the offer to the user of walking. This paper proposes to apply the iCam in an arterial corridor, evaluating all its segments, in order to observe the trends of the index indicators under these conditions. For this, we used as a case study the Avenida Bezerra de Menezes, in Fortaleza. With the iCam results obtained, the road was characterized as having a “sufficient” condition in the walkability. However, it is observed that the index has limitations regarding the differentiation of sections, as expected due to their homogeneity, making the decision-making process and the definition of critical segments more difficult. An exploratory analysis of the indicators was done one by one to observe trends and relationships. This analysis also defined indicators with greater variability in the segments, as well as greater adequacy to the distribution of iCam values. By calculating the iCam with only these indicators, it becomes easier to observe critical sections. It was also observed that the results obtained by iCam with the selected indicators have a strong correlation with the results of the complete iCam. Due to this, it can be concluded that the selection of indicators applied in this work was satisfactory for the selection of critical sections.

**Keywords:** Pedestrian. Walkability. iCam. Homogeneous sections.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Simbologia das categorias do iCam.....	31
Figura 2	- Indicadores do iCam.....	31
Figura 3	- Classificação dos indicadores.....	32
Figura 4	- Pontuação final das categorias e do iCam.....	32
Figura 5	- Exemplo de largura de faixa livre.....	33
Figura 6	- Vista superior da Avenida Bezerra de Menezes.....	36
Figura 7	- Esquema de vista transversal da Avenida Bezerra de Menezes.....	36
Figura 8	- Etapas do processo de análise.....	39
Figura 9	- Método de seleção de segmentos críticos.....	43
Figura 10	- Problemas nos segmentos relativos à categoria Calçada.....	45
Figura 11	- Pontuações na categoria Calçada.....	47
Figura 12	- Pontuações na categoria Mobilidade.....	48
Figura 13	- Pontuações na categoria Atração.....	50
Figura 14	- Pontuações na categoria Segurança Viária.....	52
Figura 15	- Pontuações na categoria Segurança Pública.....	54
Figura 16	- Pontuações na categoria Ambiente.....	56
Figura 17	- Entulho em segmento da Avenida Bezerra.....	57
Figura 18	- Conceitos finais no iCam.....	58
Figura 19	- Matriz de correlação de Kendall entre notas das categorias e do.....	60
Figura 20	- Resultados da avaliação relativa de segmentos, segundo notas da combinação de indicadores.....	83

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição percentual de viagens por modal de transportes em 2016 (cidades com mais de 60 mil habitantes).....	17
Gráfico 3 - Histograma do número de buracos e desníveis em 100m.....	46
Gráfico 4 - Histogramas das variáveis da categoria Mobilidade.....	49
Gráfico 5 - Histograma das variáveis da categoria Atração .....	51
Gráfico 6 - Histograma do fluxo médio de pedestres entre os períodos.....	53
Gráfico 7 - Histograma das variáveis da categoria Ambiente.....	55
Gráfico 8 - Número de Buracos e desníveis em 100m, segundo classe iCam.....	61
Gráfico 9 - Faixa livre, segundo classe de iCam.....	62
Gráfico 10 - Relação entre variáveis da categoria Calçada.....	63
Gráfico 11 - Dimensão das quadras, segundo classe de iCam.....	64
Gráfico 12 - Distância ao transporte, segundo classe de iCam.....	65
Gráfico 13 - Relação entre variáveis da categoria Mobilidade.....	66
Gráfico 14 - N° de entradas e acessos de pedestres, segundo classe de iCam.....	67
Gráfico 15 - Densidade de probabilidade do N° de entradas e acessos, segundo classe de iCam.....	67
Gráfico 16 - Porcentagem de face de quadra visualmente ativa, segundo classe de iCam...	68
Gráfico 17 - Usos por período do dia nos segmentos em estudo.....	69
Gráfico 18 - N° de usos a cada 100m, segundo classe de iCam.....	69
Gráfico 19 - Distribuição do n° de estabelecimentos por tipo nos segmentos de estudo.....	70
Gráfico 20 - Porcentagem do uso predominante, segundo classe de iCam.....	71
Gráfico 21 - Distribuição do fluxo de pedestres por período.....	74
Gráfico 22 - Fluxo médio de pedestres, segundo classe de iCam.....	74
Gráfico 23 - Porcentagem de segmento de calçada com sombra, segundo classe de iCam..	75
Gráfico 24 - Relação de indicadores com a porcentagem de sombra e a presença de	

obstrução.....	76
Gráfico 25 - Distribuição do nível de ruído em decibéis.....	77
Gráfico 26 - Variáveis da categoria Atração, segundo presença de entulho.....	79
Gráfico 27 - Correlação entre o iCam e possibilidades de combinação de indicadores.....	80
Gráfico 28 - Pontuações médias nas categorias, segundo combinação de indicadores.....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Método de coleta, segundo indicador do iCam.....	37
Tabela 2	- Resumo estatístico da variável Largura mínima.....	46
Tabela 3	- Resumo estatístico das variáveis da categoria Mobilidade.....	48
Tabela 4	- Resultados do indicador Coleta de lixo e limpeza.....	56
Tabela 5	- Resumo dos resultados das categorias.....	59
Tabela 6	- Distribuição do nº de buracos e desníveis, segundo classe de iCam composição.....	61
Tabela 7	- Distribuição da medida de faixa livre, segundo classe de iCam composição.....	62
Tabela 8	- Distribuição da medida de dimensão das quadras, segundo classe de iCam composição.....	64
Tabela 9	- Resumo estatístico dos valores da variável Distância ao transporte, segundo classe 2 de iCam.....	64
Tabela 10	- Resumo estatístico da variável Porcentagem de face de quadra visualmente ativa na classe 2 de iCam.....	68
Tabela 11	- Resumo das variáveis do indicador Travessias.....	72
Tabela 12	- Distribuição de segmentos com obstrução de iluminação, segundo iCam e categoria Iluminação.....	73
Tabela 13	- Pontuação em categorias, segundo nota do indicador Sombra e abrigo.....	75
Tabela 14	- Variáveis do indicador Coleta de lixo e limpeza, segundo classe de iCam.....	78
Tabela 15	- Nota média das categorias e do iCam, segundo presença de entulho.....	78
Tabela 16	- Pontuações dos indicadores da categoria Atração, segundo presença de entulho.....	80
Tabela 17	- Número de segmentos, segundo iCam e combinação de indicadores.....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
iCam	Índice de Caminhabilidade
IQC	Índice de Qualidade das Calçadas
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
NACTO	National Association of City Transportation Officials
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONSV	Observatório Nacional de Segurança Viária
SNPD	Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Problemas de pesquisa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Questões motivadoras.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Modo peatonal.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Estudo da oferta de infraestrutura para pedestres.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Caminhabilidade.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b>Índice de Caminhabilidade ITDP – iCam.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.1</b>	<b><i>Versão 2.0 do iCam.....</i></b>	<b>30</b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>Composição do Índice.....</i></b>	<b>31</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>Indicadores do iCam.....</i></b>	<b>32</b>
<b>2.4.3.1</b>	<b><i>Calçada.....</i></b>	<b>33</b>
<b>2.4.3.2</b>	<b><i>Mobilidade.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.4.3.3</b>	<b><i>Atração.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.4.3.4</b>	<b><i>Segurança Viária.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.4.3.5</b>	<b><i>Segurança Pública.....</i></b>	<b>35</b>
<b>2.4.3.6</b>	<b><i>Ambiente.....</i></b>	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Obtenção dos dados.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>Resultados e análise.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Cálculo do iCam.....</i></b>	<b>39</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Caracterização da caminhabilidade da via.....</i></b>	<b>41</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Análise dos indicadores e seleção para avaliação complementar.....</i></b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados do iCam e caracterização da via.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Categoria Calçada.....</i></b>	<b>45</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>Categoria Mobilidade.....</i></b>	<b>47</b>
<b>4.1.3</b>	<b><i>Categoria Atração.....</i></b>	<b>49</b>

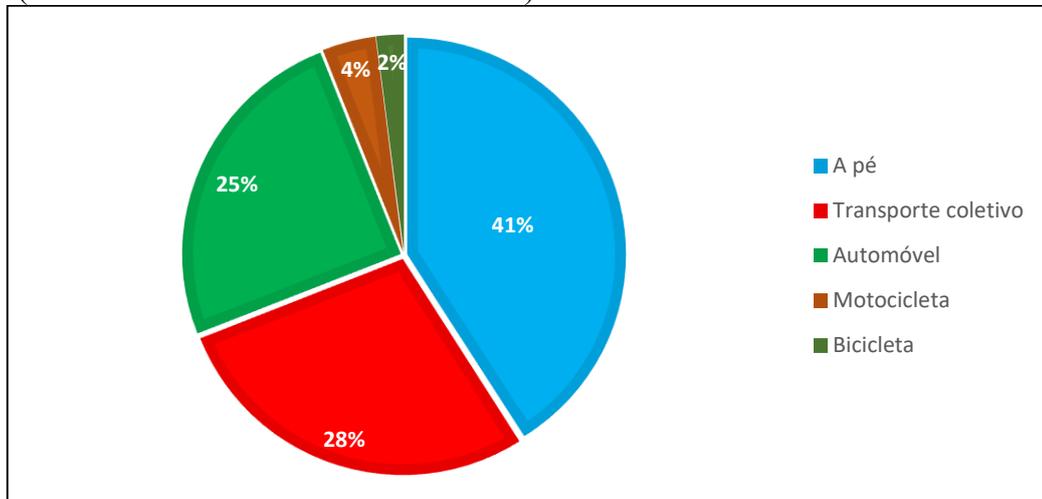
4.1.4	<i>Categoria Segurança Viária</i> .....	51
4.1.5	<i>Categoria Segurança Pública</i> .....	53
4.1.6	<i>Categoria Ambiente</i> .....	54
4.1.7	<i>Resultado iCam completo</i> .....	57
4.2	<b>Análise dos indicadores e seleção para avaliação complementar</b> .....	59
4.2.1	<i>Categoria Calçada</i> .....	60
4.2.2	<i>Categoria Mobilidade</i> .....	63
4.2.3	<i>Categoria Atração</i> .....	66
4.2.4	<i>Categoria Segurança Viária</i> .....	71
4.2.5	<i>Categoria Segurança Pública</i> .....	73
4.2.6	<i>Categoria Ambiente</i> .....	74
4.3	<b>Avaliação relativa dos segmentos</b> .....	80
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	84
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	87
	<b>APÊNDICE A – IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS EM ESTUDO</b> ....	91
	<b>APÊNDICE B – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (A1-23):</b>	
	<b>PARTE 1</b> .....	92
	<b>APÊNDICE C – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (A1-23):</b>	
	<b>PARTE 2</b> .....	93
	<b>APÊNDICE D – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (24-48):</b>	
	<b>PARTE 1</b> .....	94
	<b>APÊNDICE E – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (24-48):</b>	
	<b>PARTE 2</b> .....	95

## 1 INTRODUÇÃO

A caminhada é o meio de deslocamento mais democrático e sustentável dentro de uma cidade. No modo peatonal, e demais modos chamados ativos ou não-motorizados, não há emissão de poluentes no ar, poluição sonora acentuada, nem um grau tão alto de uso do solo quando comparado com os demais meios de transporte, como os veículos. Apesar disso, o planejamento urbano durante muito tempo focou em veículos motorizados, deixando o transporte a pé em segundo plano (KRAMBECK, 2006; VARGAS, 2015).

A importância do transporte peatonal é evidente, principalmente no que diz respeito ao ambiente urbano. Segundo dados da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2018) quando se observa a distribuição de viagens por modal de transporte, em cidades brasileiras com mais de 60 mil habitantes, percebe-se que as viagens a pé correspondem a uma parcela bastante superior à soma das viagens feitas por automóveis, motocicletas e bicicletas, como se observa no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição percentual de viagens por modal de transportes em 2016 (cidades com mais de 60 mil habitantes)



Fonte: ANTP (2018, com adaptações)

O processo de planejamento de transportes passa por transformações, as quais buscam colocar o transporte peatonal em posição privilegiada nas decisões técnicas e políticas que alteram o ambiente urbano. A notoriedade dessas transformações se dá, por exemplo, com a edição de leis que versam sobre o tema. A Lei 12.587 de 2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, traz um enfoque para a melhoria da acessibilidade de pessoas e cargas (BRASIL, 2012).

Entre as diretrizes dessa política pode-se destacar a que diz respeito a priorização dos modos de transporte não-motorizados sobre os motorizados - art. 6º, inciso II (BRASIL, 2012). Essa diretriz coaduna com os objetivos expressos no art. 7º, inciso III e IV da respectiva lei, os quais falam acerca da melhoria da acessibilidade e mobilidade, e do desenvolvimento sustentável, fatores bastante relacionados com a intensificação do deslocamento peatonal e demais modos ativos.

Com vistas a obedecer a essas diretrizes legais, as cidades brasileiras vêm buscando melhorar suas condições de acessibilidade e mobilidade. Como exemplo disso, pode-se citar a cidade de Fortaleza, uma das maiores capitais brasileiras e a quinta cidade em população residente segundo dados do censo demográfico do IBGE de 2010. Em 2018, a Prefeitura de Fortaleza instituiu o Plano Municipal de Caminhabilidade de Fortaleza, um esforço multidisciplinar para a melhoria da qualidade de locomoção do pedestre na cidade.

Entre as diretrizes do plano está o aumento da atratividade do deslocamento peatonal, além do incremento da segurança dos pedestres em travessias (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018a). Essas diretrizes são ainda disciplinadas por princípios gerais, sendo eles: acessibilidade universal nas calçadas, calçadas livres e desimpedidas, boa qualidade de pavimentação e calçadas com árvore e sombra (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018b).

Essas políticas que envolvem transportes, em especial o peatonal, necessitam de métricas de desempenho para embasar escolhas da gestão pública, o que enseja estudos acerca do tema. Essas métricas devem dar suporte para a tomada de decisão, conferindo ao gestor público parâmetros para a busca de valores desejados. Quando se trata de pedestres, tais parâmetros iriam se referir a “capacidade de caminhar” ou a facilidade de locomoção. Compreender e mensurar essa capacidade é um desafio para as organizações e para o próprio governo, devido à complexidade inerente as variáveis que a envolvem (ITDP, 2018c).

O pedestre possui particularidades que precisam ser levadas em consideração na caracterização da qualidade relativa à sua locomoção conferida pelo ambiente público. Uma dessas particularidades diz respeito à segurança, já que o pedestre é considerado um usuário vulnerável. A preocupação com a vulnerabilidade do pedestre reside no fato de que os acidentes de trânsito envolvendo esses usuários se tornaram um dos maiores problemas de segurança no mundo, principalmente quando se trata de países em desenvolvimento (HAMED, 2001).

Outra particularidade do pedestre diz respeito à percepção que o mesmo tem em relação a sua locomoção e ao ambiente que a proporciona. Fatores como a densidade habitacional, diversidade do uso do solo e os padrões de rua influenciam a percepção dos

pedestres quanto ao ambiente onde caminham (PARK, 2008). Até mesmo fatores como iluminação pública (FERREIRA; SANCHES, 2001) e condições físicas das fachadas (HALL, 2010) devem ser levados em consideração.

Para prezar por todas essas variáveis que influenciam a caminhada surgiu o conceito de caminhabilidade (do inglês “*walkability*”). Segundo o dicionário Merriam-Webster (2019) a palavra “*walkable*”, da qual o conceito é derivado, significa “capaz ou adequado para caminhar”. Assim, segundo Vargas (2015), a definição mais aceita atualmente versa que a caminhabilidade seria a medida que diz quão benéficas seriam as características do ambiente para que os usuários caminhem.

É nesse contexto que se insere o Índice de Caminhabilidade (iCam) proposto pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), indicador voltado para caracterização da qualidade de caminhada no ambiente urbano. O iCam foi desenvolvido a partir de várias referências sobre caminhabilidade, sendo constituído de 15 indicadores divididos em 6 categorias em sua versão 2.0 (ITDP, 2018b). O intuito de se utilizar essa gama de indicadores se deve ao fato de que é necessário observar o fenômeno da caminhabilidade sob o ponto de vista do pedestre, o qual leva em conta inúmeros fatores.

Em aplicações recentes, observou-se que, em segmentos próximos e de certo grau de homogeneidade, obtém-se pouca variação no conceito final do iCam (ITDP, 2018a). Devido à característica de homogeneidade, é esperado que esse efeito ocorra, porém isso torna difícil a seleção de segmentos críticos nessas condições. Faz-se então necessárias proposições de análises, baseadas nos indicadores elencados pelo iCam, que sejam capazes de filtrar os segmentos críticos.

Assim, o presente trabalho visa fazer a aplicação do iCam em um trecho de via arterial urbana na cidade de Fortaleza, de forma a caracterizar a caminhabilidade do trecho, avaliar os indicadores do iCam em relação às variações dentro do corredor urbano e identificar os segmentos mais críticos no aspecto caminhabilidade.

## **1.1 Problemas de pesquisa**

Há uma disparidade entre a relevância do estudo sobre a qualidade de caminhada dos pedestres, de modo geral, e a quantidade de trabalhos acerca desse tema na literatura brasileira. Quando se trata do estudo específico sobre aplicação a casos concretos do Índice de Caminhabilidade (iCam) criado pelo ITDP, essa proporção ainda é menor.

Utilizar o iCam é um bom ponto de partida para se avaliar a qualidade da oferta para deslocamento peatonal no ambiente urbano. A cidade de Fortaleza, uma das maiores capitais do país, carece de estudos tratando do tema, o que a torna um local ideal para aplicação e análise do índice. Aliado a isso, tem-se a implementação do Plano Municipal de Caminhabilidade, que enseja a discussão técnica acerca do tema na cidade.

Do ponto de vista do poder público, necessita-se de métricas que embasem a aplicação de recursos, as quais são fornecidas pelo iCam. No entanto, a filtragem de segmentos críticos em ambientes homogêneos, comuns dentro do meio urbano, ainda é um desafio.

## **1.2 Questões motivadoras**

A partir da problemática apresentada, formula-se as seguintes questões de estudo:

- a) Quais os principais indicadores da caminhabilidade apontados pela literatura?
- b) Quais os métodos disponíveis para avaliação da caminhabilidade?
- c) Como se dá a aplicação do iCam em segmentos de certo grau de homogeneidade, como em um corredor arterial?
- d) Quais indicadores presentes no iCam apresentam variabilidade capaz de diferenciar os segmentos, de forma a elencar os trechos críticos?

## **1.3 OBJETIVOS**

### ***1.3.1 Objetivo geral***

O objetivo geral deste trabalho é fazer a aplicação do Índice de Caminhabilidade - Ferramenta (iCam) do ITDP em um corredor arterial urbano da cidade de Fortaleza.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- a) Caracterizar os principais indicadores utilizados para representar o conceito de caminhabilidade;
- b) Identificar métodos, presentes na literatura, empregados para avaliar o nível de caminhabilidade;

- c) Avaliar a aplicação do Índice de Caminhabilidade – iCam em trechos com certo grau homogeneidade, através de um estudo de caso em um corredor arterial urbano de Fortaleza;
- d) Definir os indicadores do índice com maior variabilidade dentro do trecho estudado, que sejam capazes de identificar os trechos críticos pela perspectiva do iCam.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo tem o intuito de apresentar os principais conceitos associados aos pedestres e a caminhabilidade, de forma a facilitar a compreensão dos métodos empregados neste trabalho.

### 2.1 Modo peatonal

O modo peatonal é um dos principais meios de transporte da humanidade, sendo a caminhada a forma mais natural e democrática de deslocamento disponível. No Brasil, segundo dados do Relatório Geral da ANTP de 2016, em cidades com 60 a 100 mil habitantes, 51,4% das viagens são feitas a pé, como modo principal. Mesmo em cidades com mais de 1 milhão de habitantes, o transporte peatonal continua sendo o mais representativo, com 37,2% das viagens. Quando observados todos os deslocamentos, o transporte não motorizado compreende 64,6 bilhões de deslocamentos, do total de 101,9 bilhões estimados. (ANTP, 2018).

Na estimação desses deslocamentos descritos no Relatório Geral, a ANTP considerou que todas as viagens feitas por meio do transporte público geram dois deslocamentos a pé, um na origem e outro no destino (ANTP, 2018). Isso ressalta a importância que o transporte a pé tem em relação aos outros modos, principalmente no que diz respeito ao transporte público.

Devido a essa interação, ou mesmo dependência, dos demais modos de transporte com o modo peatonal, a qualidade de caminhada fornecida pelo ambiente urbano é o pressuposto básico para qualidade de qualquer tipo de transporte, já que, de modo geral, todas as viagens exigem que se faça uma caminhada em algum ponto (ITDP, 2018c). Porém, além dessa importância apontada no âmbito da mobilidade, o transporte a pé tem outras características que demandam atenção da gestão pública.

A caminhada tem um alto potencial para auxiliar o poder público na busca pelo desenvolvimento sustentável, juntamente com os demais modos ativos de transporte. Fomentar o uso do transporte peatonal é de suma importância para dar uma alternativa e um complemento ao transporte motorizado, sendo esta alternativa livre da emissão de poluentes e do consumo de combustíveis fósseis. Além disso, a caminhada é a principal forma de mobilidade: barata, saudável e inclusiva - utilizada por todos os níveis socioeconômicos (OECD; FORUM, 2012).

Litman (2003) aponta que a caminhada ainda tem influência econômica. Segundo o autor, um ambiente propício à utilização pelo pedestre garante maior acessibilidade, promove economia para os usuários e para o orçamento público, melhora a saúde pública, o uso do solo e a equidade. Todos esses fatores tem influência econômica, com benefícios para os usuários e/ou para o poder público, devendo ser considerados na análise de custo benefício do planejamento de transportes.

Além disso, outras considerações devem ser feitas quando se lida com o usuário do transporte peatonal, as quais se referem às suas características. O pedestre é o usuário com menor ocupação de espaço quando está em movimento, sendo apenas 1 m<sup>2</sup> a quantidade considerada necessária para o mesmo se sentir confortável e seguro em seus movimentos. Este valor é apenas 8% da ocupação de um automóvel, que é de 12,5 m<sup>2</sup>. No entanto, enquanto o pedestre utiliza menor quantidade de espaço, proporcionando maior aproveitamento da área urbana, tem-se uma forte influência da disponibilidade desse espaço no seu conforto e segurança (NACTO, 2016).

Nessa questão da segurança do pedestre, tem-se um ponto de grande preocupação, devido à vulnerabilidade do mesmo em meio ao ambiente urbano. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) todo ano morrem mais de 270 000 pedestres, constituindo 22% das mortes no trânsito do mundo (OMS, 2013). No cenário brasileiro, o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV) aponta que 19,45% das mortes por acidentes de trânsito no país em 2013 foram de pedestres (ONSV, 2015).

Quanto à capacidade de deslocamento do pedestre, tem-se outro ponto onde o mesmo tem desvantagens em relação aos demais usuários. Um automóvel pode viajar cerca de 4,2 km em 10 minutos, tendo velocidades variando de 20 km/h a 30 km/h. Quanto ao transporte a pé há variações referentes às capacidades físicas dos usuários. Quando observados usuários com mobilidade reduzida, os quais necessitam do uso de bengalas, andadores ou outros dispositivos, por exemplo, tem-se velocidades entre 1 km/h e 2 km/h (NACTO, 2016).

Esses e outros fatores fazem com que o transporte peatonal esteja assumindo uma posição central nas políticas de transporte urbano. Promover um ambiente propício para o deslocamento a pé é primordial para a garantia da mobilidade e acessibilidade, de forma a coadunar com todas as políticas de busca pela sustentabilidade e segurança viária. Dessa forma torna-se necessária a observação da infraestrutura destinada a estes usuários, fator de grande importância para a caminhabilidade.

## 2.2 Estudo da oferta de infraestrutura para pedestres

Existem diversos tipos de elementos de infraestrutura para pedestres, como calçadas, passarelas, vias exclusivas para pedestres e travessias. Entre esses elementos, a calçada ganha destaque por ser considerada algo além de um elemento básico de infraestrutura, sendo um espaço urbano dedicado a convivência entre pessoas (SANTOS *et al.*, 2017). Além disso, as calçadas são elementos fundamentais para garantia da segurança e conforto na circulação de pessoas dentro do ambiente urbano (AGUIAR, 2003). Desse modo, utilizar o segmento de calçada como escala de unidade na avaliação do ambiente para o pedestre é uma forma de se ter uma perspectiva precisa da experiência de caminhada dentro do meio urbano (ITDP, 2016).

Assim, diversos trabalhos tem proposto métodos para avaliar a oferta de infraestrutura para pedestres, tendo como um dos focos principais a qualidade das calçadas. Fruin (1971) utilizou o conceito de nível de serviço, utilizado pelo *Highway Capacity Manual 1965* (HCM 1965) para avaliar a qualidade das rodovias, para fazer a avaliação de infraestrutura para pedestres. Para definir o nível de serviço, o autor utilizou a capacidade das calçadas como parâmetro, dada em pedestres por unidade de área.

Khisty (1994) utilizou sete medidas de desempenho para propor um método de avaliação do nível de serviço da infraestrutura para pedestres, sendo elas: 1) Atratividade, a qual se relaciona com a sensação de prazer fornecida ao usuário; 2) Conforto, que considera fatores como condições de superfície e abrigo; 3) Conveniência, que se relaciona com a facilitação da caminhada proporcionada pela infraestrutura, como sinalização, rampas e piso tátil; 4) Segurança viária, que considera fatores que reduzam os conflitos entre veículos e pedestres, como semáforos em regiões de tráfego intenso; 5) Segurança pública, que considera fatores como iluminação, áreas obstruídas e sistema de vigilância; 6) Coerência do sistema, que leva em conta a percepção do pedestre em relação ao sistema, como por exemplo, quanto às atividades no local e à geometria da via; e 7) Continuidade do sistema, que leva em conta questões relacionadas à conectividade entre modos na via.

Gallin (2001) desenvolveu um método para determinação do nível de serviço em rotas de pedestres utilizando dez diferentes fatores. Os fatores utilizados foram distribuídos em três categorias: 1) Características físicas, como largura e qualidade da superfície; 2) Fatores de localização, como a conectividade das rotas e o potencial de conflito com veículos; e 3) Fatores relacionados aos usuários, como fluxo de pedestres (em pedestres por dia) e

segurança, a qual inclui a iluminação. Tais fatores tentam levar em consideração a percepção do pedestre quanto ao nível de serviço.

Ferreira e Sanches (2001) desenvolveram um método denominado Índice de Qualidade das Calçadas (IQC). Tal método utiliza cinco indicadores para avaliar o nível de serviço, sendo eles: 1) Segurança, que considera conflitos entre pedestres e veículos; 2) Manutenção, que seria o estado da pavimentação, considerando falhas como buracos e desníveis; 3) Largura efetiva, que seria a faixa livre; 4) Seguridade, que considera a presença de pedestres, policiamento e iluminação; e 6) Atratividade visual, que considera o entorno das calçadas. O método ainda pondera a influência dos indicadores no nível de serviço através de análises de percepção dos usuários.

Ferreira e Sanches (2005) propuseram avaliar as calçadas da perspectiva de pessoas em cadeiras de rodas. Para tanto utilizaram, como atributos na caracterização da infraestrutura, o perfil longitudinal da calçada, o estado de conservação da superfície da calçada, o tipo de pavimento utilizado, a largura efetiva e a adequação das travessias. Nas travessias, o método leva em consideração os equipamentos, sinalizações e facilidades oferecidas aos usuários.

Outra proposta de avaliação da infraestrutura para pedestres é dada pelo *Highway Capacity Manual 2010* (HCM 2010), o qual avalia segmentos, constituídos de calçadas e travessias, para definir o nível de serviço ofertado ao pedestre. O método do HCM considera indicadores como a velocidade de fluxo livre, a média de espaço para os pedestres (em unidade de área por pedestre) e o tempo de espera nas travessias (HCM, 2010), trazendo uma abordagem mais operacional e desconsiderando fatores qualitativos.

No que diz respeito a diretrizes para infraestrutura de pedestres, o guia *Footpath Design* orienta a divisão da calçada em três zonas: 1) a zona de fachadas; 2) a zona de pedestres; e 3) a zona de mobiliário. Esse zoneamento, associado à largura mínima de calçada, garante espaço ininterrupto para os pedestres. Entre outras recomendações, o guia orienta sobre a necessidade de pavimentação adequada e a presença de assistência a pessoas com deficiência visual, como o piso tátil (ITDP, 2013).

A NBR 9050/2015 elenca diretrizes normativas para construção de calçadas e outros equipamentos de acessibilidade no Brasil. Entre essas diretrizes, faz-se menção da necessidade de faixa livre sem degraus e da atenção quanto à inclinação transversal e longitudinal, além das dimensões mínimas das calçadas, tanto em largura quanto em altura. Outro exemplo de diretriz dada pela norma refere-se às travessias, as quais devem ter piso

tátil de alerta e direcional, além de rebaixamentos alinhados com o leito carroçável (pista), sem desníveis (ABNT, 2015).

O *Global Street Design Guide* (em tradução livre, “Guia Global de Projeto de Ruas”) é uma publicação que dá diretrizes para o projeto urbano, focando em garantir segurança e mobilidade para todos os usuários, em especial o pedestre. O guia elenca diretrizes para calçadas, como a necessidade de iluminação adequada, sombra e atividades no nível da rua. Além disso, o guia sugere que as calçadas devem ter faixa livre mínima de 1,8 m a 2,0 m, de forma a comportar dois cadeirantes ao mesmo tempo. Para as travessias, o guia elenca diretrizes como o espaçamento entre travessias (de 80 m a 100 m), além da necessidade de faixa de pedestres e largura mínima da travessia de 3 m (NACTO, 2016).

Santos *et al.* (2017) elencam princípios para a qualificação de calçadas, sendo eles: 1) Dimensionamento adequado, que diz respeito à largura das calçadas; 2) Acessibilidade universal, que considera a presença de piso tátil, de rebaixamento na calçada e a inclinação longitudinal; 3) Conexões seguras, que leva em conta a presença de faixa de pedestres por exemplo; 4) Sinalização coerente, como a presença de piso tátil e sinalização para pedestres; 5) Espaço atraente, em relação à vegetação e ao mobiliário urbano; 6) Segurança permanente, que se refere a iluminação pública e fachadas ativas 7) Superfície qualificada, a qual elenca tipos de pavimentação adequada; e 8) Drenagem eficiente, comportando a inclinação transversal e jardins de chuva.

Todos os métodos de avaliação do nível de serviço e as diretrizes elencadas prezam por tentar captar a percepção do pedestre, de forma a tornar o ambiente urbano mais favorável a este usuário. Com este mesmo intento, e utilizando os parâmetros de nível de serviço e as diretrizes para infraestrutura de pedestres, a literatura vem trabalhando com o conceito de caminhabilidade.

### **2.3 Caminhabilidade**

Uma das primeiras vezes que se tem notícia do aparecimento do conceito de *walkability* (caminhabilidade) foi no trabalho de Bradshaw de 1993. Nesse trabalho, Bradshaw propôs que o índice de caminhabilidade fosse utilizado como parâmetro para cálculo dos impostos sobre propriedades, já que a intensidade de uso do modo peatonal diria o grau de necessidade de infraestrutura veicular (BRADSHAW, 1993).

No mesmo trabalho, porém, foi percebido que este índice teria significados diversos, devido as variáveis envolvidas no processo de composição do mesmo,

compreendendo dez indicadores que vão desde a densidade populacional até a idade que uma criança poderia andar sozinha na rua. Assim, Bradshaw (1993) enumera que a caminhabilidade perpassa por quatro características:

- i. Um microambiente físico, criado pelo homem, que seja amigável a caminhada (calçadas largas e niveladas, ruas estreitas, pequenos cruzamentos, muitas lixeiras, iluminação de qualidade e ausência de obstruções);
- ii. Ampla disponibilidade de destinos nas proximidades (lojas, serviços, empregos, recreação, etc.);
- iii. Ambiente natural que atenua os efeitos climáticos extremos - vento, chuva, sol – enquanto diminui a demasia de atividades humanas, inibindo ruído, poluição, sujeira e resíduos do tráfego motorizado;
- iv. Cultura local de socialização e diversificada, de modo a aumentar o contato entre pessoas e as condições para o comércio social e econômico.

A partir desse, outros trabalhos também versaram acerca da medição da caminhabilidade. Emery, Crump e Bors (2003) avaliam um método de medição da caminhabilidade em vias com a presença de calçadas. Composto por indicadores como a presença de iluminação, material e largura das calçadas, além das condições de superfície, o índice foi considerado promissor para a avaliação do ambiente físico para pedestres.

Krambeck (2006) compôs um índice de caminhabilidade que primava pela segurança tanto física quanto patrimonial do pedestre, além da conveniência que o ambiente proporcionava a este usuário. O índice proposto chamado *Global Walkability Index* (Índice de Caminhabilidade Global) apresentava 14 variáveis, dispostas nas classes de segurança viária e pública, conveniência e atratividade, além de apoio político.

A versão inicial do Índice de Caminhabilidade Global formulada por Krambeck possuía 45 indicadores, tendo sido apresentada a uma conferência da associação de profissionais de ciclismo e pedestres de Chicago. A partir das discussões feitas sobre essa versão inicial, concluiu-se que, apesar de apropriado, o índice era muito complexo para ser aplicado na prática, o que o levou a fazer uma simplificação para 14 indicadores, dos quais pode-se citar a manutenção das vias de pedestres e a presença de equipamentos para pessoas com deficiência visual (KRAMBECK, 2006). Disso se depreende que um índice de caminhabilidade tem que ser efetivo, porém mais ainda pragmático, já que o intuito é fazer aplicações no âmbito de políticas públicas.

Frank et al. (2010) fez a composição de um índice de caminhabilidade, validando-o com o *Neighborhood Quality of Life Study* (Estudo de Qualidade de Vida da Vizinhança), um estudo que correlaciona o ambiente construído com a atividade física de adultos. O índice proposto apresentava quatro componentes: i) densidade residencial líquida; ii) proporção da área de “chão de varejo”, que seria uma divisão da área dos prédios varejistas pelo terreno total ocupado por ele; iii) densidade de interseções “verdadeiras” (três ou mais vias), uma razão do número de interseções e a área ocupada pelo grupo de blocos; iv) “Escore de entropia”, que indicava a diversidade de uso do solo.

Manaugh e El-Geneidy (2011) fizeram um trabalho de validação de índices de caminhabilidade encontrados na literatura. O trabalho analisou 44.266 viagens domiciliares cujos dados foram obtidos através da 2003 *Montréal Origin-Destination survey* (em tradução livre, “Pesquisa Montréal de Origem-Destino de 2003”). Para a análise, utilizaram modelagens estatísticas com intuito de verificar a correlação entre os índices de caminhabilidade e o comportamento de viagem dos indivíduos.

Como resultado, é mostrado que os índices de caminhabilidade possuem boa correlação com as viagens a pé para boa parte das viagens não relacionadas a trabalho (escola, lazer, etc.). Os resultados também mostram que os índices de caminhabilidade não tem a mesma correlação para todos os grupos de indivíduos ou famílias, sendo necessárias diferentes estratégias de incentivo a caminhada para cada grupo (MANAUGH; EL-GENEIDY, 2011).

Mayne et al. (2013), por sua vez, fizeram um estudo no qual propuseram um índice de caminhabilidade para a região metropolitana da cidade de Sidney, utilizando poucas variáveis, sendo elas densidade residencial, densidade de interseção, uso do solo e taxa de área de varejo. A variável taxa de área de varejo não foi aplicada em todos os locais devido a indisponibilidade de estabelecimentos de varejo em determinadas regiões. Nesse estudo observou-se que, com um incremento na capacidade de locomoção, havia um incremento também no percentual de pessoas que caminhavam ao trabalho, diferindo os percentuais com base na renda e na mobilidade dos grupos de pessoas (MAYNE *et al.*, 2013). Esse resultado também indica que os índices de caminhabilidade têm efeitos diferentes para cada grupo de indivíduos.

Giles-corti et al. (2014) fizeram a aplicação de um índice de caminhabilidade na Austrália através de uma ferramenta geoespacial proposta para automatizar o cálculo de índices naquele país, a partir da inserção de dados. O índice utiliza como parâmetros conectividade das ruas, densidade residencial e uso do solo. Os parâmetros foram calculados

para um denominado “nível caminhável”, o qual considerava um *buffer* de rede de vias que poderia ser percorrido com rapidez em 15 min ou um total de 1,6 km.

Stockton et al. (2016) desenvolveram um índice de caminhabilidade aplicado a cidade de Londres, testando-o através do *Whitehall II Study*, um estudo acerca dos determinantes sociais de saúde (MARMOT; BRUNNER, 2005). Os dados foram processados através do software *ArcGis*, uma ferramenta de geoprocessamento. Assim como em outros estudos, os parâmetros avaliados para composição do índice de caminhabilidade foram densidade residencial, conectividade das ruas e o uso do solo. Uma das conclusões desse estudo foi que a caminhabilidade tem relação com o tempo de caminhada de adultos, logo pode ser usada para os projetos urbanísticos dos bairros, de forma a promover a saúde pública. Além disso, o estudo observou que há um decaimento radial da caminhabilidade do centro para as periferias (STOCKTON *et al.*, 2016), onde depreende-se que a caminhabilidade tem fortes relações com o fenômeno da distribuição urbana.

Gullón et al. (2017) fizeram um estudo acerca da relação entre o nível socioeconômico e a caminhabilidade, avaliando também um possível efeito de modificação na dinâmica dos bairros. Com aplicação na cidade de Madri, a caminhabilidade foi medida considerando como parâmetros a densidade residencial, a densidade populacional, os destinos de varejo e a conectividade das ruas. Uma das conclusões do estudo foi que, em Madri, o nível socioeconômico teria relação inversa com a caminhabilidade: locais de maior nível socioeconômico apresentariam caminhabilidade menor, não se aplicando porém essa observação em áreas recentemente construídas (GULLÓN *et al.*, 2017). Isso corrobora a necessidade de que estudos de caminhabilidade sejam feitos nas diferentes áreas, pois haverá relações diversas para cada área estudada.

Em meio a esses métodos, surge o Índice de Caminhabilidade proposto pelo Instituto de Políticas de Transportes & Desenvolvimento (ITDP) – iCam. Tal índice utiliza como unidade de estudo a calçada, avaliando também o seu entorno e as travessias ligadas a ela. O índice une indicadores comumente utilizados na avaliação do nível de serviço, como largura das calçadas, fatores de acessibilidade e atratividade do ambiente, com indicadores frequentemente utilizados na literatura de caminhabilidade, como a diversidade do uso do solo e a disponibilidade de destinos - através dos usos públicos disponíveis na face de quadra (ITDP, 2018b).

Além disso, o iCam é embasado em diretrizes dadas por guias como o *Footpath Design* e a NBR 9050/2015, possibilitando a avaliação do espaço urbano a partir da ótica do

pedestre. Com isso, o iCam procura representar a experiência da caminhada através dos seus 15 indicadores de caminhabilidade (ITDP, 2018b).

## **2.4 Índice de Caminhabilidade ITDP - iCam**

O ITDP (do inglês, *Institute for Transportation and Development Policy*) lançou a primeira versão do Índice de Caminhabilidade – iCam – em 2016, quando foi feita uma aplicação piloto no Centro da cidade do Rio de Janeiro (ITDP, 2016). Inicialmente o índice era composto de 21 indicadores agrupados em 6 categorias distintas, sendo elas: Segurança Viária, Atração, Calçada, Ambiente, Mobilidade e Segurança Pública.

Nessa aplicação piloto foi estudada especificamente a chamada Área 1 que correspondia a Praça Tiradentes. O intuito era que o Índice servisse como ferramenta de definição de diretrizes e ações preferenciais para atuação em um programa de reestruturação do centro da cidade, chamado Programa Centro para Todos. A aplicação resultou em recomendações de intervenções com base nos resultados dos indicadores obtidos no iCam e nas observações da Praça.

O iCam, então, seria uma ferramenta que busca registrar as condições do espaço urbano sob a ótica do pedestre, de modo a fazer também o monitoramento do impacto de qualificações desse espaço (ITDP, 2018b). Para tanto, o ITDP procurou adequar os indicadores às categorias, dando viabilidade para a coleta dos dados. Dessa procura resultou a versão 2.0 do iCam.

### **2.4.1 Versão 2.0 do iCam**

Durante os anos de 2016 e 2017 o ITDP promoveu diversas discussões acerca do iCam, com o intuito de facilitar a coleta dos dados, organizar as informações e fazer o aperfeiçoamento dos indicadores, de modo a aumentar sua aplicação em cidades brasileiras. Como resultado, houve uma revisão da ferramenta. Deste esforço surgiu uma nova versão do Índice de Caminhabilidade: a versão 2.0 do iCam.

Nesta versão, o índice é composto por 15 indicadores (6 a menos que a versão inicial), divididos nas mesmas categorias: Segurança viária, Atração, Calçada, Ambiente, Mobilidade e Segurança pública. Cada categoria é considerada uma lente imprescindível para avaliação da caminhabilidade, sendo utilizadas como pontos centrais de referência no iCam

(ITDP, 2018b). A simbologia que representa cada categoria está apresentada na Figura 1, a qual mostra também as cores representativas de cada categoria.

Figura 1 - Simbologia das categorias do iCam



Fonte: ITDP (2018b)

#### 2.4.2 Composição do Índice

Como dito anteriormente, a composição atual do iCam compreende 15 indicadores, listados e divididos por categorias, conforme a Figura 2.

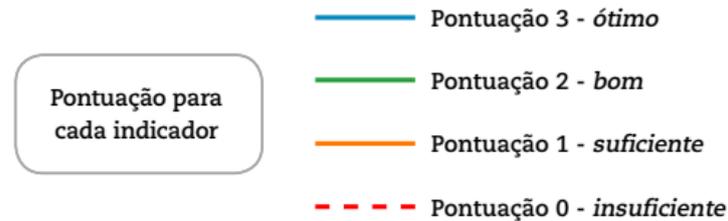
Figura 2 - Indicadores do iCam

	<b>CALÇADA</b> Largura e pavimentação
	<b>MOBILIDADE</b> Dimensão das quadras e Distância ao transporte
	<b>ATRAÇÃO</b> Fachadas fisicamente permeáveis, Visualmente ativas, Uso público diurno e noturno, e Usos mistos
	<b>Segurança Viária</b> Tipologia das ruas e Travessias
	<b>Segurança Pública</b> Iluminação e Fluxo de pedestres diurno e noturno
	<b>Ambiente</b> Sombra e abrigo, Poluição sonora e Coleta de lixo e limpeza

Fonte: ITDP (2018b, com adaptações)

Como a unidade básica do iCam é o segmento de calçada, para cada indicador é dada uma pontuação para o segmento que vai de 0 a 3, associada a uma classificação qualitativa da experiência do pedestre em relação ao indicador em análise, conforme Figura 3.

Figura 3 - Classificação dos indicadores



Fonte: (ITDP, 2018b)

Após os segmentos serem pontuados de acordo com cada indicador, pode-se efetuar o cálculo da classificação de cada categoria e do própria iCam, conforme Figura 4.

Figura 4 - Pontuação final das categorias e do iCam



Fonte: (ITDP, 2018b)

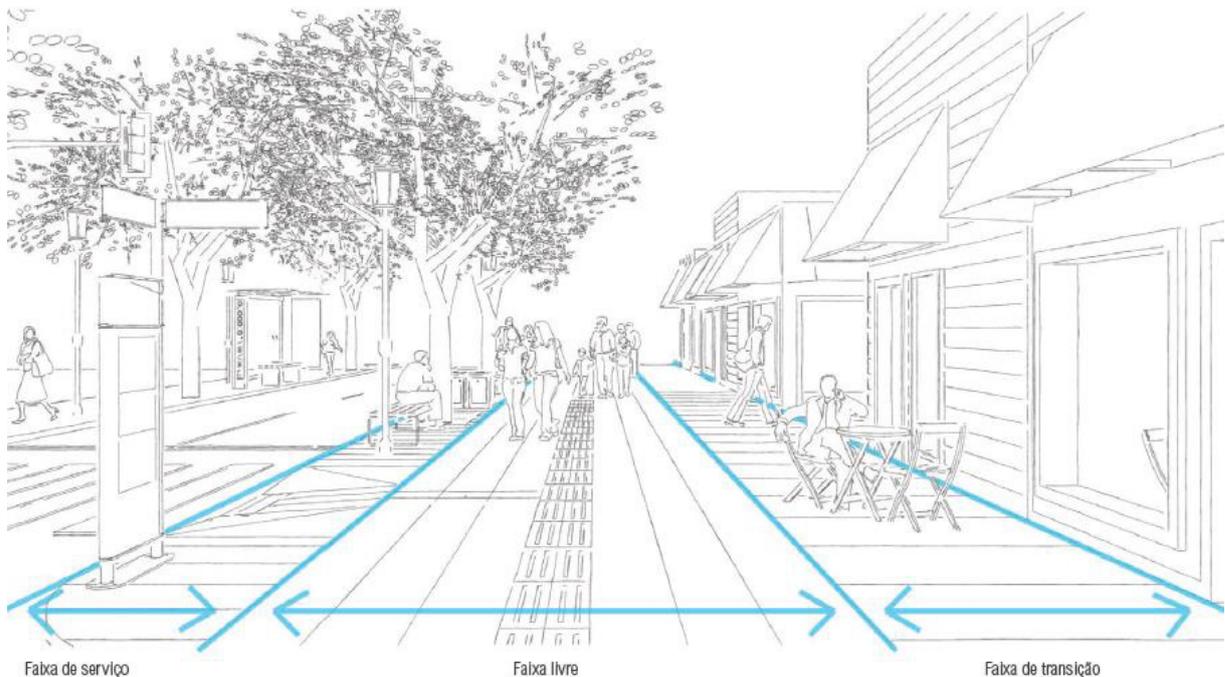
### 2.4.3 Indicadores do iCam

Cada indicador que compõe o Índice de Caminhabilidade possui particularidades e critérios de classificação diversos. Devido a isso, o Manual da Versão 2.0 do iCam traça os parâmetros de adequação dos valores obtidos para cada classe (ótimo, bom, suficiente e insuficiente). Esses parâmetros serão apresentados a seguir, onde procurou-se também adicionar referências aos indicadores.

### 2.4.3.1 Calçada

De modo a funcionar de maneira correta, as calçadas devem ter dimensões que acomodem o ambiente de caminhada, sendo a largura o indicador utilizado na literatura para fazer a avaliação desse fator (BRADSHAW, 1993; HALL, 2010). O iCam considera a Largura Mínima como indicador, ou largura de faixa livre, a qual é isenta de obstáculos. A Figura 5 traz a representação da largura considerada no iCam. Além disso, como critério para a largura de calçada, o iCam considera o fluxo de pedestres, já que é preciso que essa largura esteja em conformidade com a demanda do segmento no período de maior fluxo (SANTOS *et al.*, 2017).

Figura 5 - Exemplo de largura de faixa livre



Fonte: Santos *et al.* (2017)

A qualidade do piso da calçada também é amplamente utilizada na literatura como fator da caminhabilidade, onde procuram-se pisos pavimentados, sendo considerado inclusive seus estados de conservação (FERREIRA; SANCHES, 2001; KEPPE JUNIOR, 2008). O iCam chama de Pavimentação o indicador que se refere a isso, tendo como critério de classificação o número de desníveis e de buracos no segmento de calçada.

#### 2.4.3.2 Mobilidade

A categoria Mobilidade no iCam trata do acesso ao transporte público e do quão permeável é a malha urbana ao pedestre, através de dois indicadores:

- i. Dimensão das quadras: uma rede de pedestres conectada e com quarteirões de pequena dimensão facilitam a caminhada (HALL, 2010);
- ii. Distância a pé ao transporte: a literatura aponta a importância da localização dos pontos de ônibus para a caminhabilidade, sendo a distância até esses pontos fator decisivo no comportamento das viagens a pé (EWING; CERVERO, 2010)

#### 2.4.3.3 Atração

A categoria Atração tem o intuito de considerar as características do ambiente que o tornam mais atrativo ao pedestre. Essa categoria é composta de quatro indicadores, sendo eles:

- iii. Fachadas fisicamente permeáveis: a variabilidade e permeabilidade das fachadas têm grande influência na atratividade para a caminhada. Fachadas “cegas” desencorajam a caminhada (HALL, 2010; ITDP, 2017);
- iv. Fachadas Visualmente Ativas: quanto mais visível as atividades do interior do edifício, mais coisas e eventos ficam à disposição da vista do pedestre, tornando a caminhada mais prazerosa (ITDP, 2017; PARK, 2008);
- v. Uso público diurno e noturno;
- vi. Usos mistos: a diversidade de uso do solo também é apontada na literatura como tendo uma forte influência na caminhabilidade (FRANK *et al.*, 2010; MAYNE *et al.*, 2013).

#### 2.4.3.4 Segurança viária

A categoria Segurança Viária trata de um ponto de grande importância dentro do iCam, devido a condição de vulnerabilidade do pedestre. São dois os indicadores que compõem a mesma:

- vii. Tipologia da rua: tanto a segregação entre pedestres e veículos, quanto as velocidades desses últimos, são apontados na literatura como indicadores da

caminhabilidade, tendo forte relação com a probabilidade de sobrevivência dos pedestres em caso de acidentes (HALL, 2010; PARK, 2008);

- viii. Travessias: a presença de semáforos com tempo de travessia adequado, com faixa visível e que garanta acessibilidade são fatores de grande importância na caminhabilidade (NANYA, 2016).

Um dos fatores considerados no indicador Travessias é a presença de rampas, como parte dos requisitos de acessibilidade. No Brasil, apenas 5,4% das moradias possuem rampas adequadas em seu entorno, sendo que em moradias com condição considerada inadequada essa proporção é de apenas 0,2% (SNPD, 2012), o que torna esse fator ainda mais relevante para estudos de caminhabilidade no país.

#### *2.4.3.5 Segurança pública*

A sensação de segurança que o ambiente público transmite ao pedestre é considerada na categoria Segurança Pública, e compreende dois indicadores representativos, sendo eles:

- i. Iluminação: a qualidade da iluminação é um dos indicadores primordiais da caminhabilidade, sendo apontada já no trabalho de Bradshaw de 1993 como uma das características básicas da caminhabilidade;
- ii. Fluxo de pedestres diurno e noturno.

#### *2.4.3.6 Ambiente*

Os indicadores da categoria Ambiente buscam retratar as condições ambientais e de conforto com efeito sobre a qualidade da caminhada. Um total de três indicadores são observados nesta categoria na composição do iCam, sendo eles:

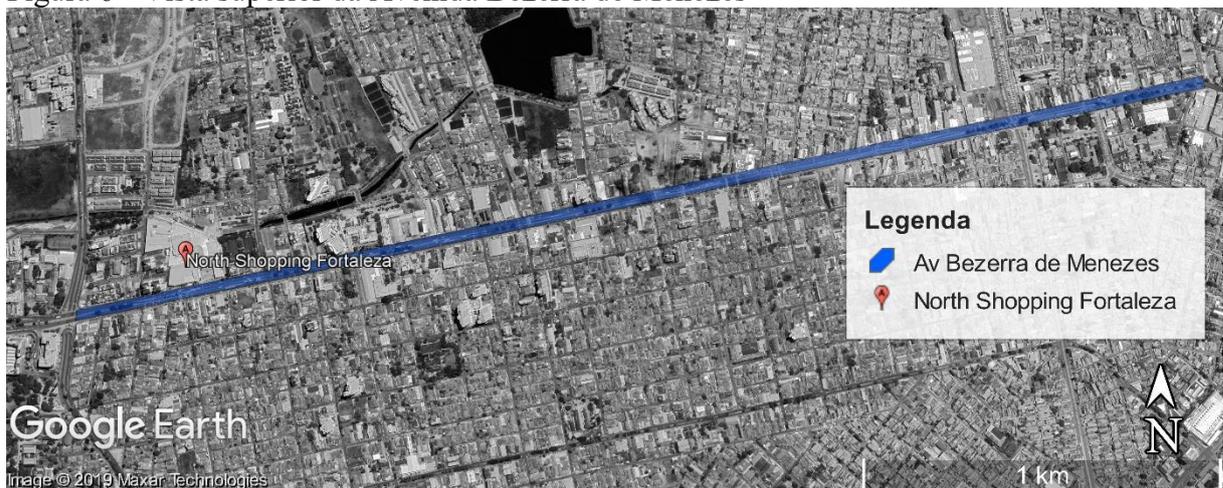
- i. Sombra e abrigo: a presença de sombra e abrigo é retratada na literatura como um componente da caminhabilidade devido ao fator conforto, de modo a moderar os fatores extremos do clima (BRADSHAW, 1993; HALL, 2010; ITDP, 2017);
- ii. Poluição sonora: níveis altos de ruído são considerados contrários à caminhabilidade (BRADSHAW, 1993; PARK, 2008);
- iii. Coleta de lixo e limpeza.

### 3 MÉTODO

Para a determinação da caminhabilidade, o presente trabalho utilizará o método proposto pelo ITDP denominado Índice de Caminhabilidade - iCam. Como manual de implementação do mesmo, será utilizada a publicação “Índice de Caminhabilidade Versão 2.0 – Ferramenta”, disponível no site oficial do ITDP, a qual será referenciada apenas como Manual do iCam.

Será avaliada neste estudo de caso a Avenida Bezerra de Menezes (Figura 6), uma via arterial de aproximadamente 3,3 km de extensão, com proposta de multimodalidade, marcada pela presença de BRT (*Bus Rapid Transit*), 10 estações de ônibus elevadas no canteiro central e de ciclovia em toda extensão da avenida (Figura 7).

Figura 6 - Vista superior da Avenida Bezerra de Menezes



Fonte: Google Earth (2019, com adaptações)

Figura 7 – Esquema de vista transversal da Avenida Bezerra de Menezes



Fonte: StreetMix (2019, com adaptações)

Sendo assim, o método proposto nesse trabalho consiste em duas macroetapas: 1) Obtenção dos dados e 2) Resultados e análise.

### 3.1 Obtenção dos dados

O iCam possui diversos indicadores, cada um com particularidades que estabelecem o grau de dificuldade para sua determinação. Neste trabalho serão utilizadas duas formas de obtenção de dados, apontadas pelo ITDP (2018b): 1) Coleta de dados via documentação preexistente e/ou recursos de georreferenciamento, como o *Google Earth*, e 2) Coleta manual em campo. Apesar da opção 1 ter primazia devido a maior facilidade de coleta que a mesma oferece, a maior parte dos dados foi coletada em campo. A Tabela 1 apresenta os métodos de coleta empregados neste trabalho.

Tabela 1 - Método de coleta, segundo indicador do iCam

<b>Categoria</b>	<b>Indicador</b>	<b>Forma de coleta</b>	<b>Descrição</b>
<b>Calçada</b>	Largura	Em campo	Trena
	Pavimentação	Em campo	Levantamento visual
	Dimensão das quadras	Google Earth	Ferramenta <i>Régua</i>
<b>Mobilidade</b>	Distância a pé ao transporte	Google Maps	Ferramenta <i>Rotas</i> , do meio do segmento com destino ao Centro de Fortaleza
<b>Atração</b>	Fisicamente permeáveis, Uso público e Usos Mistos	Em campo	Levantamento visual
	Visualmente Ativas	Em campo	Medição em passos
	Travessias	Em campo	Levantamento visual e cronômetro <sup>a</sup>
<b>Segurança Viária</b>	Tipologia	Em campo	Levantamento visual
<b>Segurança pública</b>	Iluminação	Em campo	Levantamento visual, segundo levantamento alternativo <sup>b</sup>
	Fluxo de Pedestres	Em campo	Levantamento visual
	Sombra e abrigo	Em campo	Medição em passos
<b>Ambiente</b>	Poluição sonora	Em campo	Aplicativo <i>Sound Meter</i> <sup>c</sup>
	Coleta de lixo e limpeza	Em campo	Levantamento visual

Fonte: elaborada pelo autor.

a - O cronômetro foi utilizado para medição dos tempos semafóricos;

b - Levantamento alternativo visual, proposto pelo Manual do iCam;

c – Aplicativo para Android, distribuído pela Abc Apps. Erro médio após calibração com decibelímetro de 1 dB.

Devido ao número de variáveis e às exigências envolvendo períodos para coleta de determinados indicadores, fez-se necessária a elaboração de um plano de coleta, que consiste basicamente na determinação das variáveis a serem coletadas em cada etapa, além da quantidade de segmentos a serem coletados em cada dia. Isso torna-se essencial devido a extensão da via e a quantidade reduzida da equipe de coleta, a qual consistiu em um ou dois (em poucas ocasiões) pesquisadores.

Para a elaboração do Plano, fez-se uma coleta inicial em um trecho da via escolhido aleatoriamente, correspondendo a dois segmentos de calçada frontais entre si. Partindo-se dessa coleta determinou-se as diretrizes do Plano. Assim a coleta deu-se da seguinte forma:

- i. as coletas foram feitas em grupos de no máximo 5 segmentos por dia por pesquisador em campo, devido o intervalo de tempo determinado para a coleta de *Fluxo de Pedestres Diurno e Noturno* (de duas horas em cada turno);
- ii. devido à indisponibilidade de dois pesquisadores para todas as coletas, à largura da via com presença de canteiro central e às estações de ônibus, não foi feita a coleta de Fluxo dos dois segmentos paralelos ao mesmo tempo, como orienta o Manual;
- iii. o Fluxo foi coletado em dois períodos apenas, opção facultada pelo Manual do iCam;
- iv. devido ao número diminuto de pesquisadores, a coleta foi feita em duas etapas, sendo a primeira etapa a coleta de *Fluxos, Uso público e Poluição Sonora*, indicadores considerados correlacionados no tempo. Na segunda etapa fez-se a coleta dos demais indicadores.

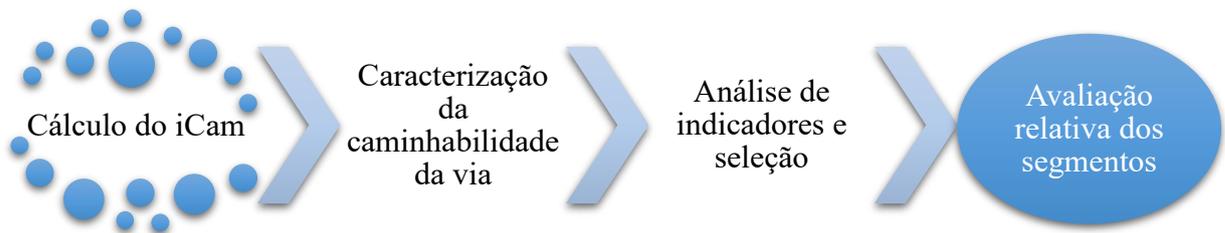
No indicador *Fachadas Fisicamente Permeáveis*, consideraram-se todas as entradas de estabelecimentos sem sinais de abandono ou falta de uso por períodos prolongados, de forma a não se sobrepor estatisticamente ao indicador Uso Público Diurno e Noturno. Essa consideração visa também afastar um pouco o caráter de temporalidade pontual do índice, já que muitos indicadores representam uma única observação. Em um corredor como a Bezerra de Menezes, a oscilação dos usos e da ocupação é muito alta, fator que seria perdido sem a consideração elencada.

Com a coleta dos dados também serão comentadas as dificuldades encontradas na aplicação do método. Serão relatados também os tempos de coleta, de modo a dar uma referência para futuras aplicações do índice.

### 3.2 Resultados e análise

Posteriormente a etapa de coleta, faz-se a compilação dos dados e prossegue-se para a etapa de análise dos resultados, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Etapas do processo de análise



Fonte: elaborada pelo autor.

#### 3.2.1 Cálculo do *iCam*

Obtidos os dados de cada indicador poderá se proceder com o cálculo do Índice de Caminhabilidade. Cada indicador recebe uma pontuação para o segmento que vai de 0 a 3, conforme apresentado anteriormente na Figura 4, que nas análises serão referenciadas também como classes. Obtida a pontuação para cada indicador é feita uma média ponderada pelo percentual que cada segmento de calçada representa na extensão total dos segmentos analisados, conforme Equações 1 e 2.

$$Pi1 = \frac{(e1*100)}{\Sigma(e1;e2;e3;...)} \quad (1)$$

$$RI1 = \frac{\Sigma(Pi1;Pi2;...)}{100} \quad (2)$$

Onde:

Pi1 = pontuação ponderada do segmento de calçada para cada indicador;

e1; e2; e3; ... = extensão de cada segmento de calçada;

$i_1$  = pontuação atribuída ao segmento para cada indicador (0-1-2-3);

RI1 = resultado final de cada indicador.

É calculada também a classificação referente a cada uma das 6 categorias do iCam, conforme Equações 3 e 4.

$$Ci_1 = \frac{(Pi_1; Pi_2; \dots)}{n_i} \quad (3)$$

$$RC_1 = \frac{\sum(Ci_1; Ci_2; \dots)}{100} \quad (4)$$

Onde:

$Ci_1; Ci_2; \dots$  = pontuação ponderada do segmento de calçada para cada categoria;

$Pi_1; Pi_2; \dots$  = pontuação ponderada do segmento de calçada para cada indicador;

$n_i$  = número de indicadores pertencentes à categoria;

RC1 = resultado final de cada categoria.

Por fim, o resultado final do iCam para o trecho estudado é obtido por meio da média aritmética das pontuações das categorias, conforme Equação 5.

$$RI = \frac{\sum(RC_1; RC_2; \dots)}{n_c} \quad (5)$$

Onde:

RI = resultado final do iCam;

$RC_1; RC_2; \dots$  = resultado final de cada categoria;

$N_c$  = número de categorias pertencentes ao iCam.

Todo o processo de cálculo dos resultados será feito a partir da Planilha de Cálculo da Ferramenta iCam 2.0, disponível no site oficial do ITDP Brasil. Obtido o resultado final de cada categoria e do iCam, estes recebem uma classificação tal qual a dos indicadores, como mostra a Figura 4. Os esquemas de cores serão utilizados para demonstrar os resultados do iCam em mapas temáticos utilizando software *QGIS*.

### ***3.2.2. Caracterização da caminhabilidade da via***

Com os dados referentes a cada um dos 15 indicadores do iCam, será feita uma caracterização geral da via com base nos resultados das próprias variáveis. A apresentação dessa caracterização será feita primordialmente pela confecção de mapas temáticos através do software *QGIS* e de recursos gráficos. Nesta etapa é também apresentada dados de estatística descritiva referentes aos dados coletados.

Em posse dos resultados, são apresentados também os mapas temáticos de cada categoria e os resultados finais do iCam, obtendo assim a caracterização da via no que diz respeito a caminhabilidade.

### ***3.2.3. Análise dos indicadores e seleção para avaliação complementar***

Diante dos dados obtidos, que caracterizam a caminhabilidade de uma via arterial por completo, vê-se como um ponto importante a análise exploratória dos dados, elencando relações e tendências nas variáveis do índice. Assim, é possível ter um entendimento maior da caminhabilidade no trecho. Não é do conhecimento do autor estudos que tenham feito esse tipo de análise, avaliando indicador a indicador do iCam, com uma amostra como a utilizada neste trabalho (todos os segmentos de uma via arterial).

Além disso, é provável que para um único índice padronizado, independentemente de sua gama de indicadores, existam certas dificuldades na diferenciação de segmentos próximos dentro de uma escala classificatória. Assim, após o cálculo do iCam e a avaliação da caminhabilidade em um contexto geral a partir dos seus resultados, parte-se para uma seleção de indicadores para uma avaliação complementar, baseada nos resultados do trecho e na análise exploratória dos indicadores. Com essa avaliação complementar, pretende-se mostrar a caminhabilidade do trecho estudado em um contexto relativo (entre os segmentos), determinando assim os seguimentos críticos observando os parâmetros do iCam.

Para auxiliar na seleção de indicadores da avaliação complementar, optou-se por fazer inicialmente um cálculo do iCam com menos categorias, de forma a ter uma maior variação nas pontuações e ter ideia do efeito da perda de indicadores do índice nas relações analisadas. Esse iCam será referenciado nas análises como iCam composição, sendo apenas um auxílio para visualizar tendências dos indicadores junto ao iCam completo. Para selecionar as categorias utilizadas no iCam composição, será feita uma avaliação da variação

das pontuações obtidas em cada categoria, através do desvio padrão entre pontuações e da correlação das categorias com o iCam.

A avaliação relativa dos trechos, por sua vez, contará com os indicadores do iCam que, através de análise gráfica e/ou estatística, demonstrarem maior relação com as pontuações de iCam (ou classes de iCam). Essa análise de relações com o iCam é que contará com o auxílio do iCam composição. A análise se baseará em observações de tendência e concordância com o comportamento esperado acerca do indicador. Para tanto serão utilizados pacotes gráficos e estatísticos da linguagem R de programação.

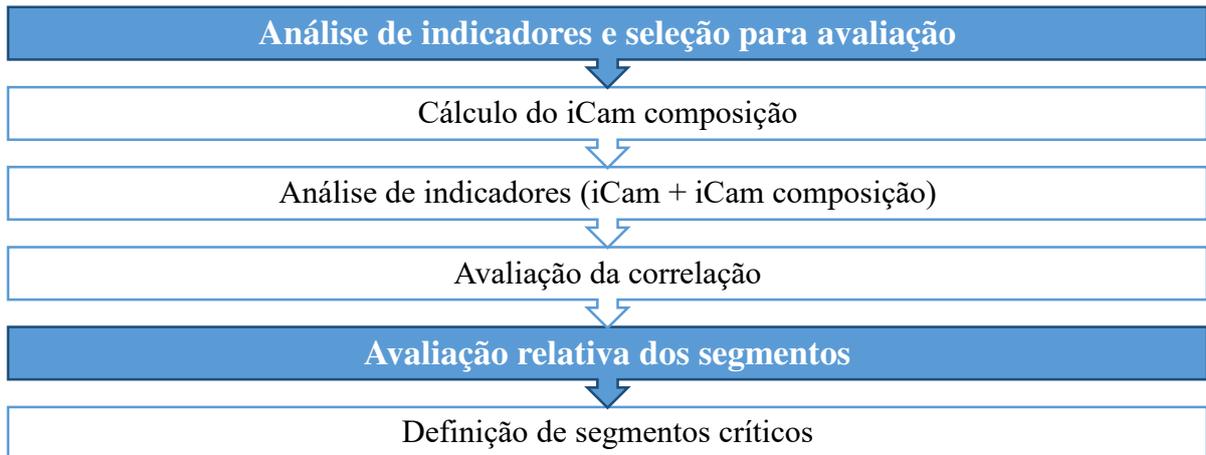
Assim, por exemplo, determinada variável representante de um indicador possui uma tendência esperada positiva em relação ao resultado de iCam. Caso seja possível observar essa tendência, a partir de variações dos valores obtidos dessa variável entre as classes de iCam, tal variável será selecionada para a avaliação complementar do trecho. Nessa observação das variáveis serão utilizadas tanto a perspectiva do iCam completo, quanto do iCam composição.

Com o resultado desse processo, obtêm-se os indicadores com maior efeito na diferenciação entre classes do iCam completo, de forma que avaliação relativa irá se focar apenas nos indicadores capazes de diferenciar os segmentos. Na avaliação se procederá com um cálculo do iCam apenas com os indicadores selecionados, utilizando o mesmo cálculo apresentado para as categorias na Equação 5. Os resultados dessa avaliação serão mostrados a partir de um mapa temático, com o mesmo esquema de cores proposto para o iCam completo pelo Manual.

Salienta-se que a proposta é apenas visualizar a diferença entre os segmentos, mantendo, porém, a compatibilidade com o iCam completo. A avaliação relativa servirá apenas como um filtro, aplicado ao trecho estudado, para visualização dos segmentos mais críticos e menos críticos, no que diz respeito à caminhabilidade. Logo, de modo a analisar se o iCam formado apenas com os indicadores selecionados para o segmento não diverge em tendência do iCam completo, será feita uma análise de correlação de Kendall, a qual é indicada para análises de tendência entre classificações.

O coeficiente de correlação de classificação de Kendall pode ser considerado uma alternativa ao uso do coeficiente de Pearson (STEPANOV, 2015). Ele avalia a similaridade entre dois conjuntos de classificações atribuídos a um mesmo conjunto de objetos (ABDI, 2008), sem considerar a linearidade da relação entre as classificações, como faz a correlação de Pearson. Devido a isso, optou-se por utilizar a correlação de Kendall nesta análise.

Figura 9 - Método de seleção de segmentos críticos



Fonte: elaborada pelo autor.

## 4 RESULTADOS

No que se refere ao processo de coleta, alguns desafios podem ser elencados, como o próprio tempo destinado à coleta, que no total foi de 15 dias úteis (em diferentes horários). Salienta-se que para terminar a coleta neste período o pesquisador ainda precisou do apoio de terceiros, os quais contribuíram com a coleta em campo.

A coleta de fluxos foi a etapa mais dispendiosa do processo, devido a necessidade de se coletar duas vezes no mesmo segmento, em um mesmo dia e em horários distintos. Durante o período diurno, pode-se citar a dificuldade relativa ao clima de Fortaleza e à disponibilidade de abrigos. Desse modo, o pesquisador precisou utilizar equipamentos como protetores de braço (mangas) e bonés do tipo árabe (com proteção para o pescoço).

Durante o período noturno a dificuldade de coleta se referia a questões de segurança do pesquisador. Por conta disso, para coleta de segmentos com menor movimentação de pedestres, foi necessário o acompanhamento de terceiros, de modo a tentar evitar incidentes, considerando os aspectos de segurança pública de Fortaleza, no que se refere à criminalidade. Apesar das dificuldades elencadas, obteve-se êxito na coleta de todos segmentos.

A primeira etapa de coleta, referente aos fluxos, iniciou em 16 de agosto de 2019, sendo a coleta inicial de base do plano de coleta. Iniciou-se novamente a coleta de fluxos em 09 de setembro de 2019 a qual se estendeu até 11 de outubro de 2019, tendo sido necessários 10 dias úteis de coleta em campo para sua conclusão. Na coleta de fluxos, que incluía a coleta de *Uso Público e Poluição Sonora*, teve-se um dispêndio médio de coleta por segmento de 36 minutos, os quais incluem os 15 minutos de coleta de fluxo em cada período (totalizando 30 minutos) mais 6 minutos gastos no deslocamento entre segmentos e na coleta dos demais indicadores.

A segunda etapa se estendeu até dia 23 de outubro de 2019, sendo necessários 5 dias úteis de coleta em campo para sua conclusão. Teve-se um gasto médio de coleta de 10 minutos por segmento, o qual compreende a coleta dos demais indicadores não observados na Etapa 1. Com isso, foram coletados 50 segmentos de calçada referentes a toda a Avenida Bezerra de Menezes, um esforço que gerou 6.004 metros de calçadas coletadas (APÊNDICE A – IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS EM ESTUDO). Considerando as duas etapas de coleta, teve-se uma média de 46 minutos por segmento, totalizando mais de 38 horas de coleta em campo. Salienta-se que este tempo desconsidera o deslocamento ao trecho, além de revisitas aos trechos para verificação de informações da coleta.

## 4.1 Resultados do iCam e caracterização da via

Este tópico apresentará a compilação da coleta através dos resultados de iCam obtidos, dividindo-os por categoria e mostrando também o resultado final.

### 4.1.1 Categoria Calçada

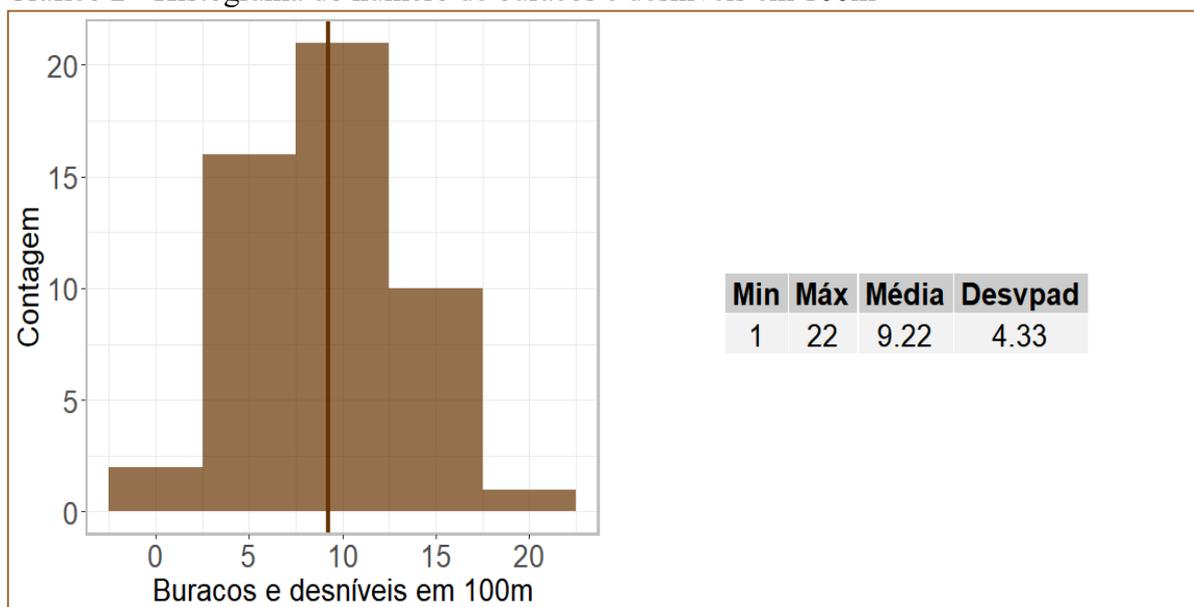
A categoria Calçada compreende os indicadores *Pavimentação* e *Largura*. No que diz respeito ao indicador *Pavimentação*, tem-se a variável N° de buracos e desníveis em 100m. Um exemplo desses defeitos de pavimentação nas calçadas do trecho em estudo encontra-se na Figura 10-a, que representa um buraco. Observa-se pelo Gráfico 2 que o número desses defeitos tende a seguir uma distribuição normal, apresentando uma média em torno de 9 buracos e/ou desníveis a cada 100 metros de calçada, sendo um valor médio alto pelo critério do iCam.

Figura 10 – Problemas nos segmentos relativos à categoria Calçada



Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 2 - Histograma do número de buracos e desníveis em 100m



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto ao indicador *Largura*, tem-se como variável principal a Largura mínima, ou largura de faixa livre. A Figura 10-b apresenta a largura de faixa livre de um dos segmentos da Bezerra de Menezes, comprometida devido à presença de lixo e entulho. Essa situação é bastante comum na avenida, chegando a comprometer totalmente a faixa livre de um segmento, como é possível observar pelo valor mínimo apresentado na Tabela 2. O valor máximo apresentado na tabela refere-se a um segmento com um calçadão, disposto para atividades físicas da população.

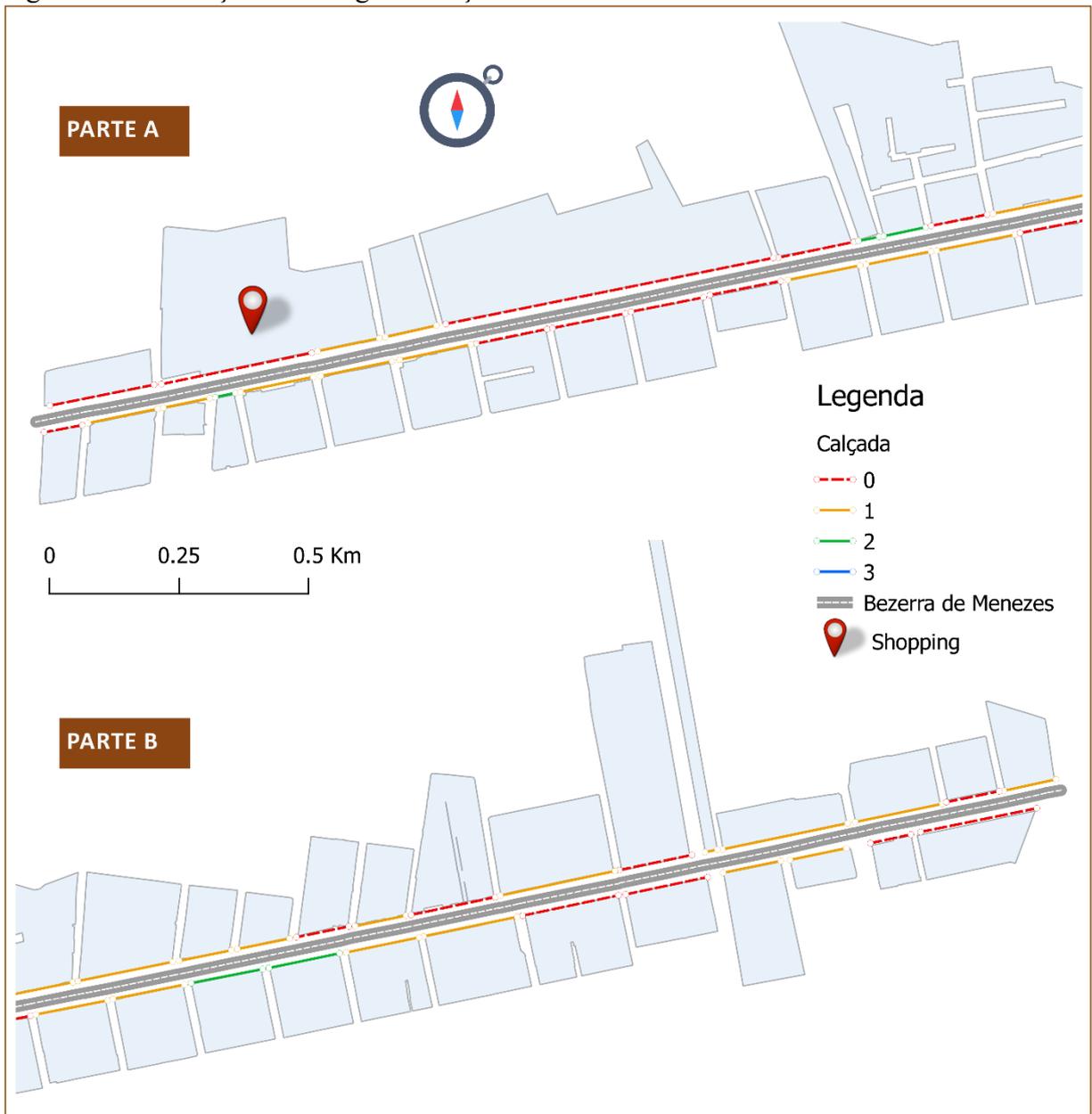
Tabela 2 - Resumo estatístico da variável Largura mínima

Mín (cm)	Máx (cm)	Média (cm)	DesvPad (cm)
0	410	153,14	59,73

Fonte: elaborada pelo autor.

Assim, a Figura 11 apresenta as pontuações obtidas para os segmentos da Avenida Bezerra de Menezes no que tange a categoria Calçada do iCam. Observa-se que a pontuação máxima atribuída foi 2, ocorrendo em apenas 5 dos 50 segmentos.

Figura 11 - Pontuações na categoria Calçada



Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.1.2 Categoria Mobilidade

Obtidos os resultados dos indicadores *Dimensão das quadras* e *Distância ao Transporte*, pôde-se calcular os resultados da categoria Mobilidade, mostrados na Figura 12. Pode-se observar que essa categoria possui uma tendência inversa à da anterior, tendo como regra boas pontuações. Isso se deve a dimensão média das quadras, que é baixa, e a distância média ao transporte também (Tabela 3). Esta última é resultado da existência das estações elevadas no canteiro central, garantindo acesso facilitado aos ônibus.

Figura 12 - Pontuações na categoria Mobilidade



Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3 - Resumo estatístico das variáveis da categoria Mobilidade

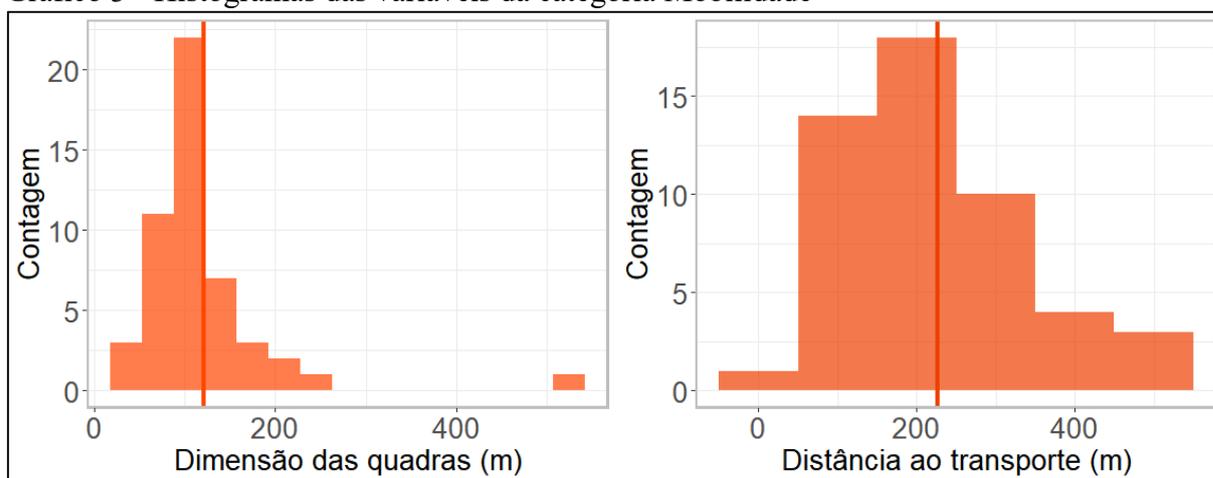
Variável	Mín (m)	Máx (m)	Média (m)	DesvPad (m)
<b>Dimensão das quadras</b>	19,5	516	120,08	71,76
<b>Distância ao transporte</b>	46	500	226,9	119,3

Fonte: elaborada pelo autor.

Como é possível observar pelo Gráfico 3, o valor máximo de Dimensão das quadras destoia do restante dos valores, sendo um *outlier*. Esse valor se refere à quadra da Secretaria de Desenvolvimento Agrário. No local há uma entrada de pedestres no meio da quadra, porém a mesma não fica aberta 15 horas por dia (como define o Manual do iCam) e pode haver restrições ao acesso. Quanto aos valores de Distância ao transporte, se devem a própria distribuição das estações escolhida pela Prefeitura. Assim, os dois segmentos no extremo esquerdo da avenida (Figura 12, PARTE A), por exemplo, tiveram distância ao transporte de 450m e de 500m.

Quando observados os segmentos da extrema direita (Figura 13, PARTE B) o quadro é o oposto. Esses segmentos estão mais próximos ao Centro da cidade, e já não demandam a utilização das estações de ônibus da via para o deslocamento ao Centro. Utilizando de paradas de ônibus convencionais, até mesmo de outras vias diferentes da Bezerra de Menezes, esses segmentos apresentaram distância ao transporte entre 87m e 190m.

Gráfico 3 - Histogramas das variáveis da categoria Mobilidade



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1.3 Categoria Atração

A categoria Atração é a maior das categorias em número de indicadores, possuindo quatro: *Fachadas fisicamente permeáveis*, *Fachadas visualmente ativas*, *Uso público diurno e noturno* e *Usos mistos*. Com os resultados de cada indicador foi possível calcular o conceito final dos segmentos na categoria, exposto na Figura 13. Como é possível notar, esta categoria possui grande variação nos resultados, apesar de nenhum dos segmentos apresentar pontuação 3.

Figura 13 - Pontuações na categoria Atração

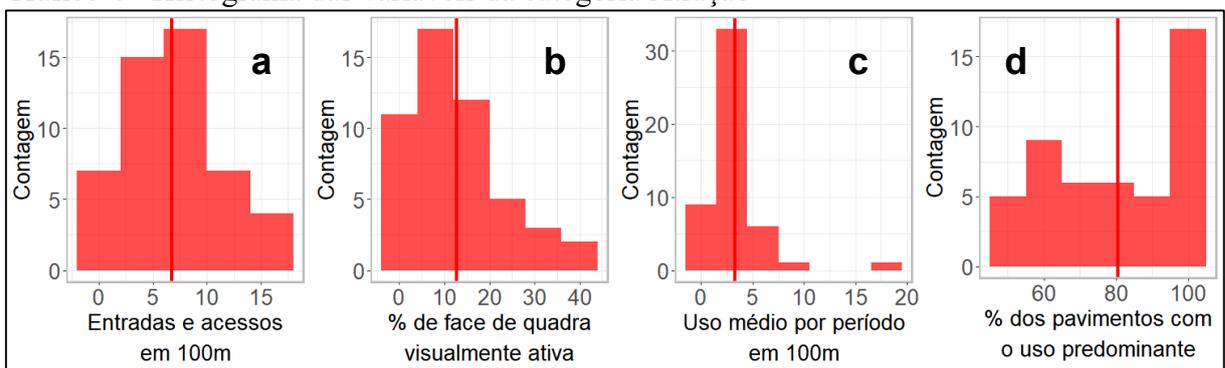


Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se que os segmentos nas adjacências do shopping apresentaram uma pontuação boa nessa categoria, devido à forte característica de comércio e lazer apresentada nos mesmos, que se reflete em bons resultados nas variáveis de Atração. Paralelamente a isso, tem-se, por exemplo, os dois segmentos da extrema direita da via (PARTE B), os quais apresentam baixos números de uso e concentram-se totalmente em atividades comerciais. Um desses segmentos tem a quadra ocupada totalmente por um único estabelecimento varejista.

O Gráfico 4 apresenta a distribuição das variáveis que compõem a categoria Atração. Representante do indicador *Fachadas fisicamente permeáveis*, a variável N° de entradas e acessos de pedestres em 100m (a) apresenta-se bem distribuída ao redor da média de aproximadamente 7, sendo este um bom valor pelo critério do iCam. Quanto à variável Porcentagem de face de quadra visualmente ativa (b), representante do indicador *Fachadas visualmente ativas*, tem-se uma concentração maior em valores inferiores à média de 12,8%, o que é insuficiente segundo os critérios do iCam.

Gráfico 4 - Histograma das variáveis da categoria Atração



Fonte: elaborada pelo autor.

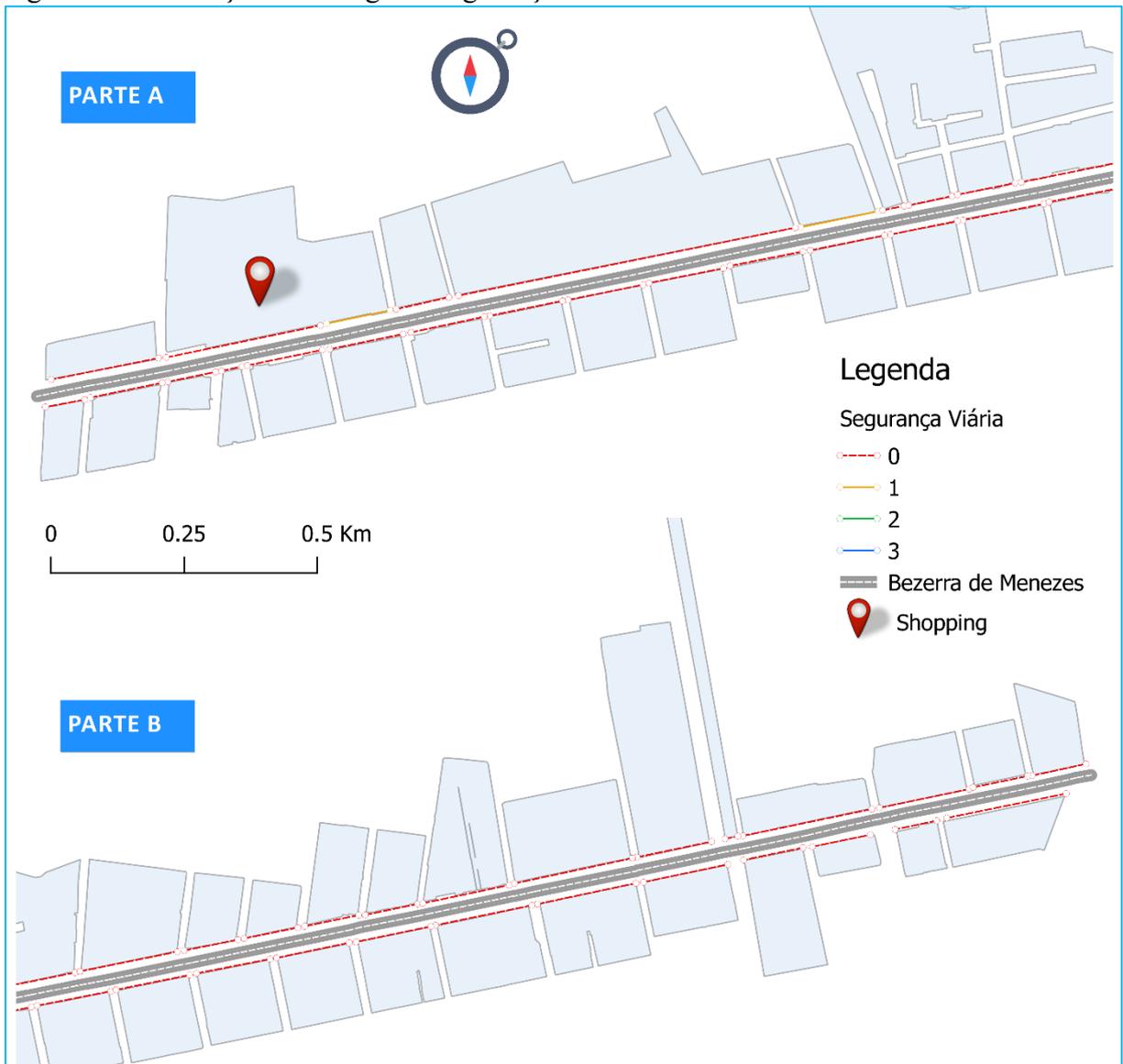
Ainda pelo Gráfico 4, observa-se na variável Uso médio por período em 100m (c), considerada nesta análise inicial como representante do indicador *Uso público diurno e noturno*, uma forte tendência dos valores concentrarem-se próximos a média. O valor discrepante desse comportamento refere-se ao segmento confrontante ao *shopping*, que devido suas características, possui uma alta concentração de usos nos dois períodos do dia.

Ademais, no que diz respeito à variável Porcentagem dos pavimentos com uso predominante, representante do indicador *Usos mistos*, tem-se uma tendência de uniformidade entre os valores. No entanto, observa-se uma alta concentração no valor 100% (17 segmentos), que é explicada pelo forte caráter comercial apresentado pela avenida, caracterizando muitos segmentos como áreas estritamente comerciais.

#### 4.1.4 Categoria Segurança Viária

Com os resultados dos indicadores *Tipologia da rua e Travessias*, obtiveram-se as pontuações da categoria Segurança Viária, apresentadas na Figura 14. Observa-se uma forte predominância da pontuação 0, com apenas 2 segmentos tendo pontuação 1.

Figura 14 - Pontuações na categoria Segurança Viária



Fonte: elaborada pelo autor.

Esses resultados devem-se ao fato de que todo o trecho teve pontuação 0 no indicador Tipologia da rua, por ser uma via arterial, com calçadas segregadas e velocidade regulamentada de 60 km/h. Quanto ao indicador *Travessias*, o trecho apresenta pontuações baixas, com 47 dos 50 segmentos recebendo conceito 0. Isso ocorre devido os tempos de vermelho altos e de verde baixos para os pedestres nos semáforos, além de falta de rampas, piso tátil e faixa de pedestres. Maiores detalhes destes dados serão observados no tópico 4.2.4 Categoria Segurança Viária deste trabalho.

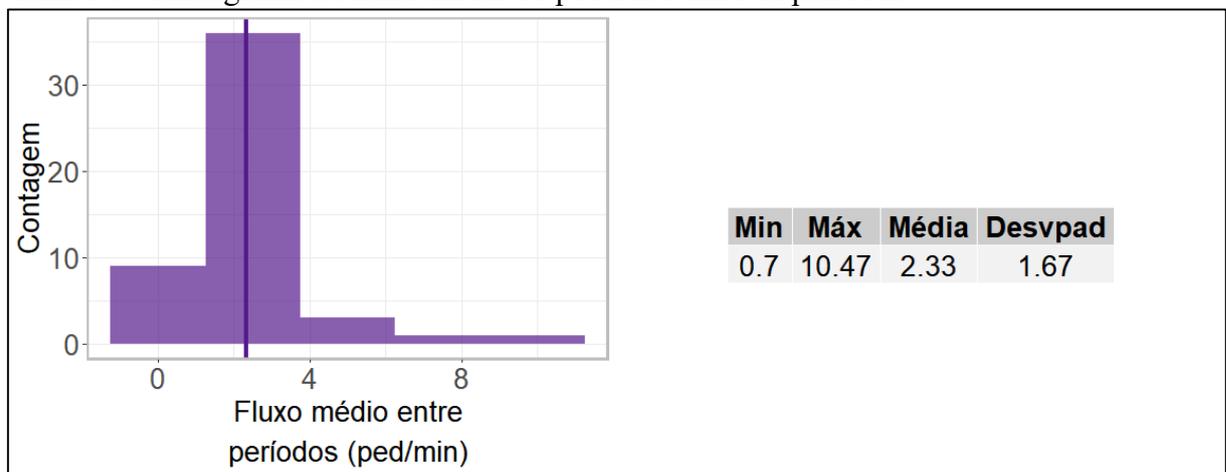
#### 4.1.5 Categoria Segurança Pública

São dois os indicadores representantes desta categoria no iCam: 1) *Iluminação* e 2) *Fluxo de pedestres diurno e noturno*. No que diz respeito ao indicador *Iluminação*, utilizou-se o levantamento alternativo proposto pelo Manual do iCam, o qual consiste na observação de existência de equipamentos de iluminação no segmento e atribuição de pontuação (0-110) com base na existência desses equipamentos, sendo eles iluminação para o pedestre, para a via e para a travessia, além de considerar também a existência de obstruções.

Observou-se grande homogeneidade nas condições de infraestrutura de iluminação na Bezerra de Menezes, o que se refletiu em notas de 2 ou 3 em todos os segmentos no indicador *Iluminação*. Os segmentos que receberam nota 2 neste indicador apresentavam os equipamentos requeridos pelo iCam, porém tiveram seu conceito diminuído devido à presença de obstruções, como as árvores.

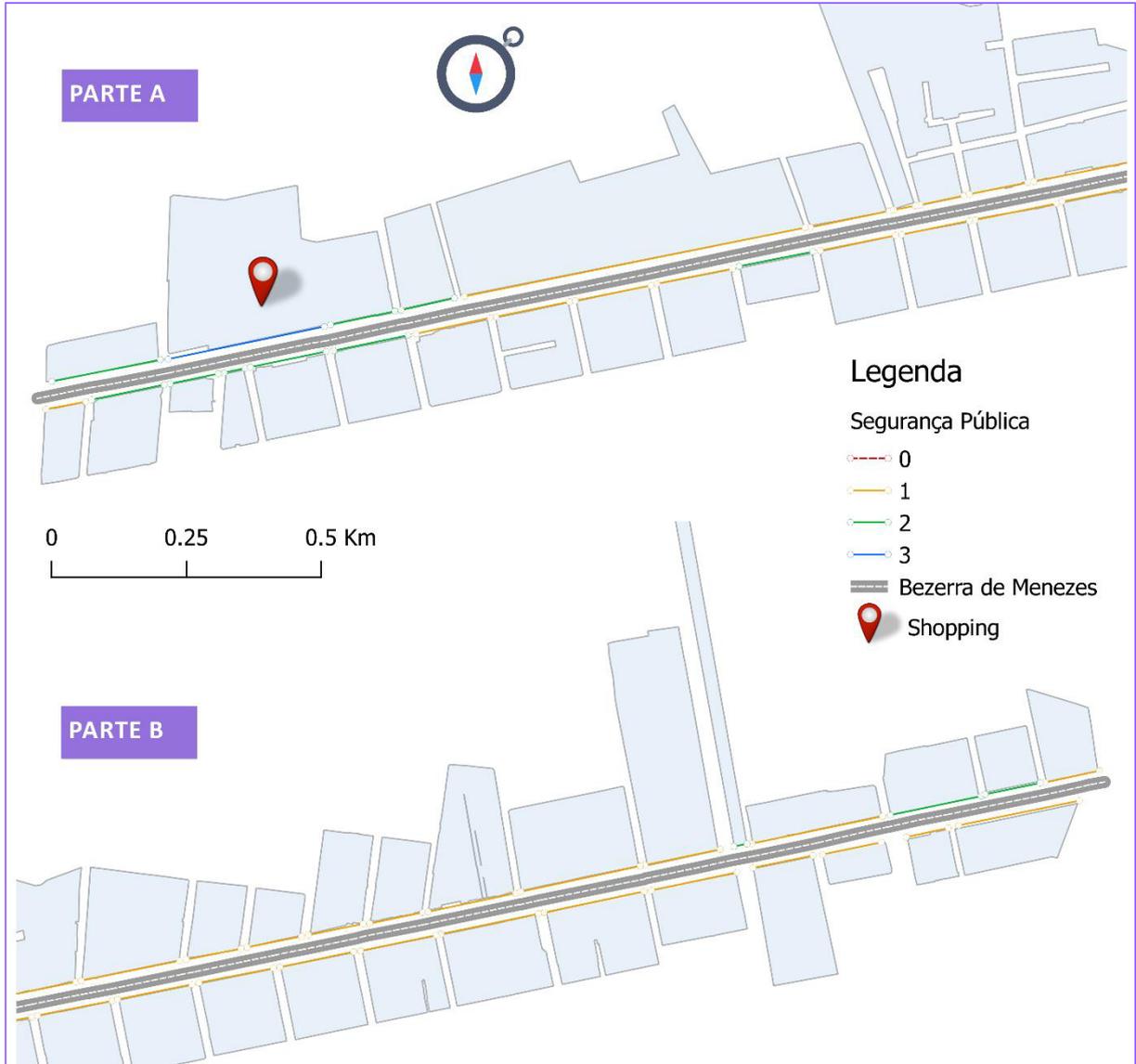
No indicador *Fluxo de pedestres diurno e noturno*, o iCam observa o fluxo médio entre os dois períodos. Assim, a distribuição dessa variável é apresentada no Gráfico 5. Observa-se um fluxo médio geral de 2,33 ped/min no trecho, estando 32 dos 50 segmentos estudados abaixo desta média. Dessa forma, os segmentos apresentaram nota entre 0 e 1 neste indicador, onde apenas dois segmentos apresentaram nota 2 e 3. Estes segmentos são o logo à frente do *shopping* e o confrontante a esse, representados no histograma na extrema direita. O segmento confrontante ao *shopping* é o que possui a maior média de fluxo entre todos os segmentos, de 10,47 ped/min. Assim, os segmentos ao redor do shopping apresentaram boas pontuações no indicador Segurança Pública, como se observa na Figura 15.

Gráfico 5 - Histograma do fluxo médio de pedestres entre os períodos



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 15 - Pontuações na categoria Segurança Pública



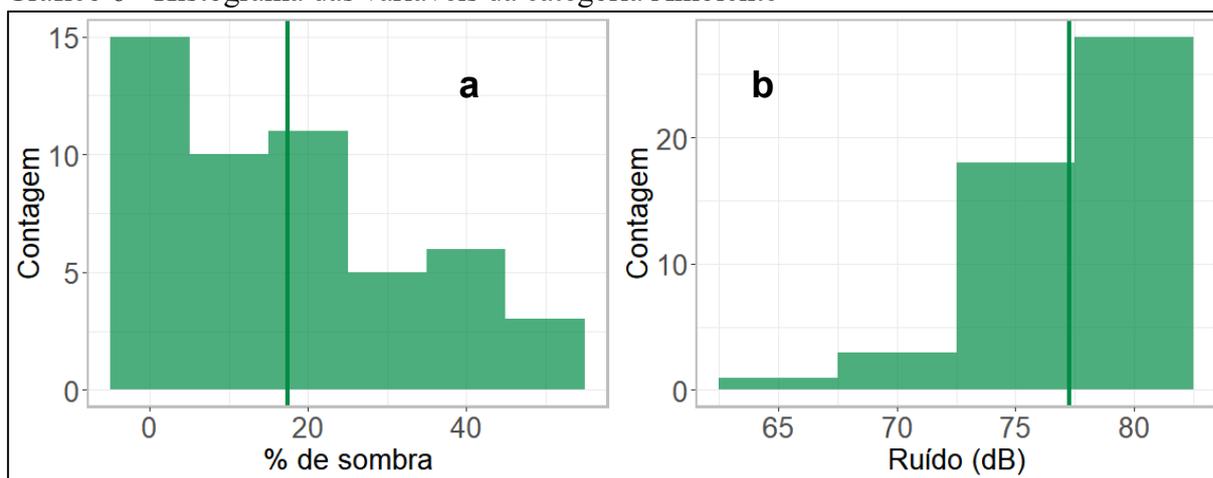
Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.1.6 Categoria Ambiente

No que diz respeito à categoria Ambiente, o iCam elenca três indicadores: 1) *Sombra e abrigo*; 2) *Poluição sonora* e 3) *Coleta de lixo e limpeza*. Assim, obtidas as pontuações destes indicadores, calculou-se o conceito final na categoria para cada segmento, apresentado na Figura 16 (página 56). Observa-se uma baixa variação nas pontuações, com apenas um segmento chegando a obter nota 2 na categoria, enquanto os demais com pontuações mais baixas, de 0 ou 1.

O indicador *Sombra e Abrigo* é representado pela variável Porcentagem de calçada com sombra, que será referenciada apenas como Porcentagem de sombra, enquanto o indicador *Poluição sonora* tem como variável o Ruído, expresso em decibéis (dB). As distribuições dessas variáveis são mostradas no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Histograma das variáveis da categoria Ambiente



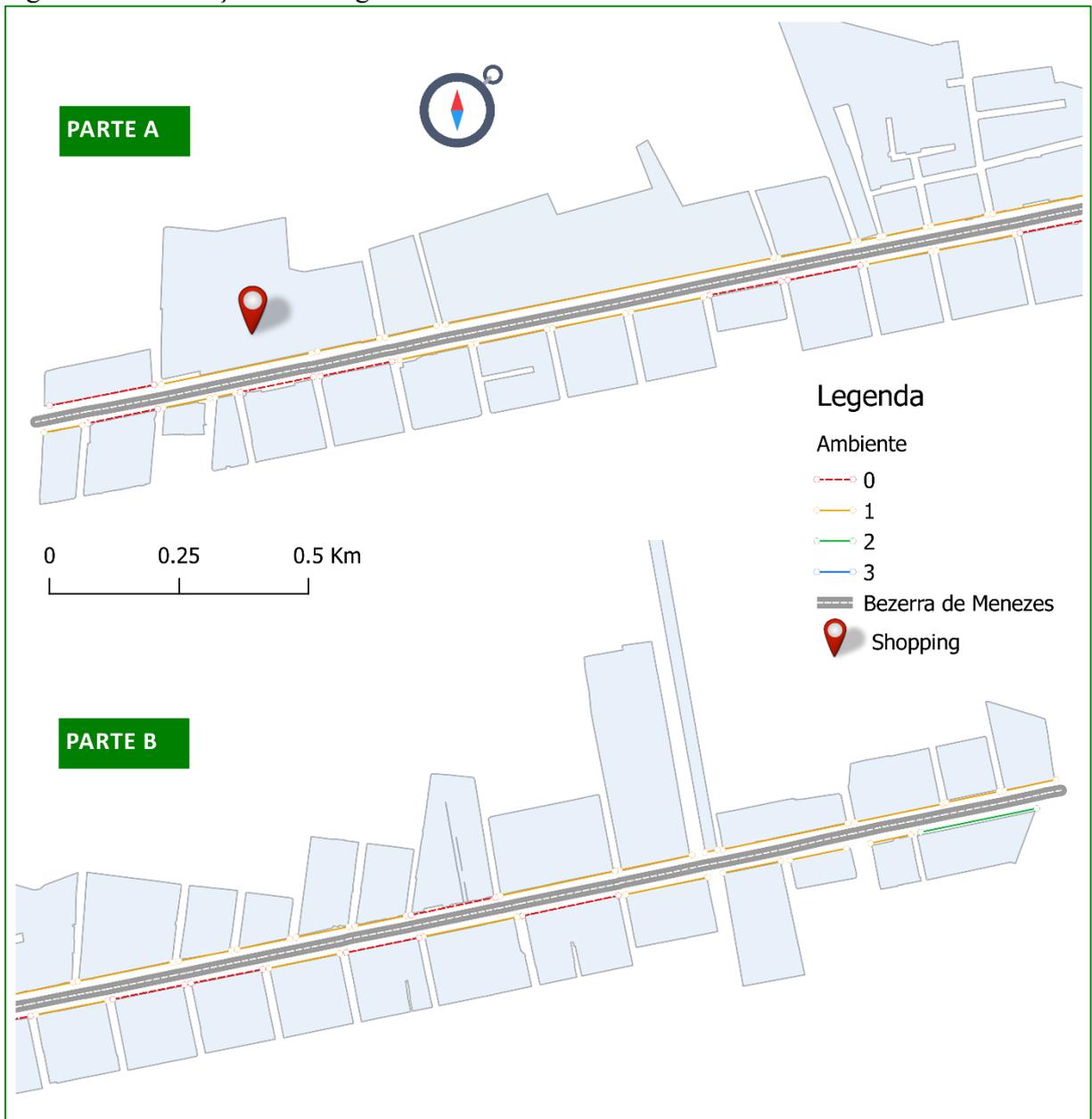
Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme se observa pelo gráfico acima, os dois indicadores apresentam comportamentos opostos, porém ambos prejudiciais para a pontuação da categoria. Enquanto a Porcentagem de sombra apresenta tendência de se concentrar em valores mais baixos, tendo média de 17%, o nível de ruído tende a se concentrar em valores maiores, tendo média de 77 dB. Devido ao comportamento dessas variáveis é que se observam as baixas pontuações mostradas na Figura 16.

Quanto ao indicador *Coleta de lixo e limpeza*, teve-se grande variação nas pontuações, havendo segmentos com notas de 0 a 3 no trecho, logo não sendo decisivo nas pontuações baixas do segmento. A Tabela 4 apresenta um resumo dos resultados desse indicador. É possível notar que grande parte dos segmentos apresentaram 3 sacos de lixo ou mais no momento da coleta.

Em um aspecto geral, as calçadas da avenida são limpas, já que apenas sete delas apresentaram um detrito a cada metro. Apesar disso, em 10 dos 50 segmentos estudados havia presença de bens irreversíveis na calçada, como o mostrado na Figura 17 (pagina 57). Maiores explicações acerca dos resultados deste indicador serão dadas no tópico 4.1.6 Categoria Ambiente

Figura 16 - Pontuações na categoria Ambiente



Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 4 - Resultados do indicador *Coleta de lixo e limpeza*

Nota média do indicador	Nº de segmentos			
	3 sacos de lixo ou mais	1 detrito a cada metro	Presença de lixo crítico	Presença de bens irreversíveis
2,14	22	7	1	10

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 17 - Entulho em segmento da Avenida Bezerra de Menezes



Fonte: elaborada pelo autor.

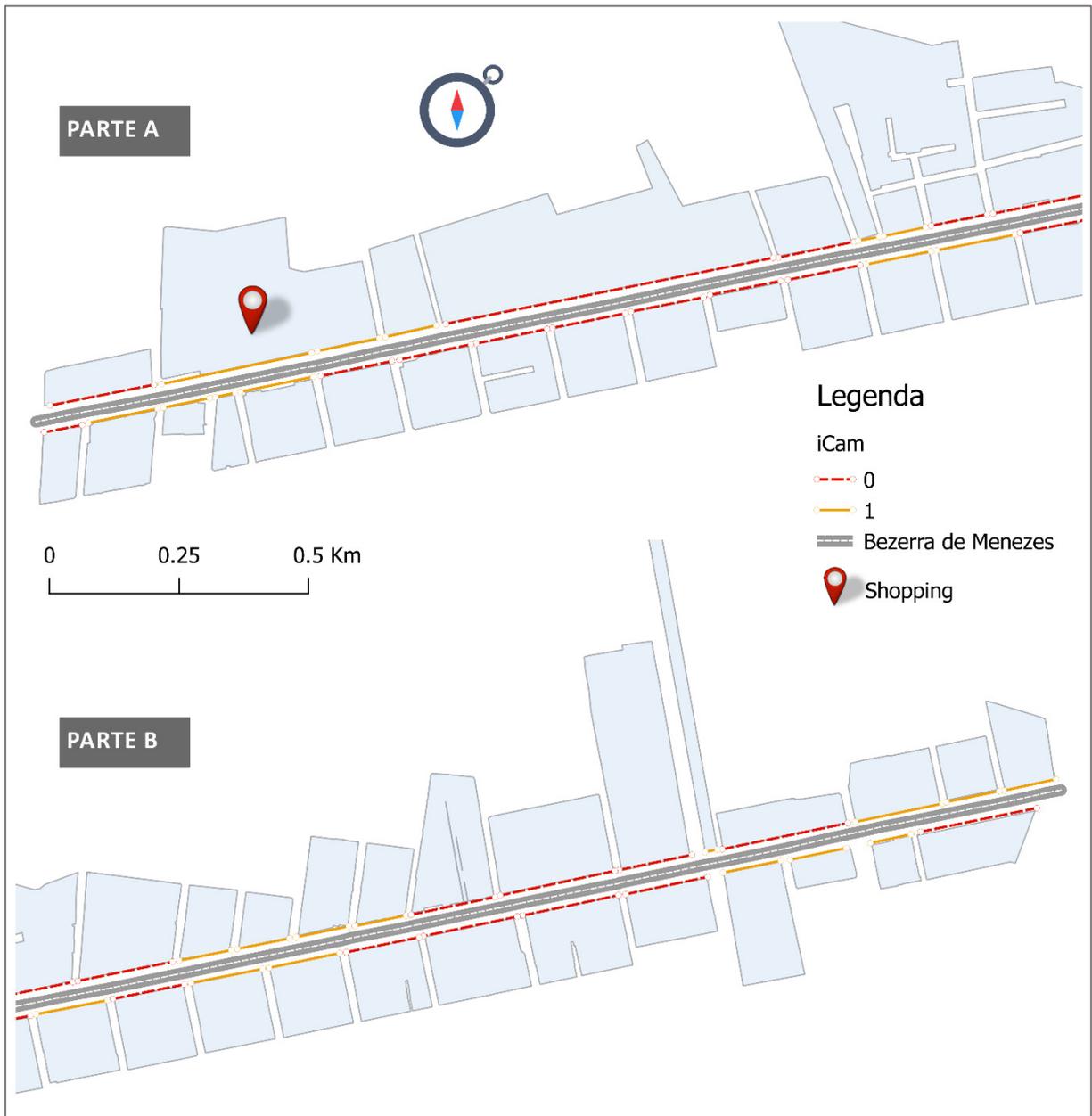
#### ***4.1.7 Resultado iCam completo***

Com os resultados de cada categoria em mãos, foi possível atribuir as pontuações finais a todos os segmentos, conceituando cada um nas classes de iCam (APÊNDICES B,C,D e E). Assim a Figura 18 apresenta os resultados finais do iCam, o qual considera todos os indicadores e categorias elencadas no Manual de referência do método. Os resultados mostram que existe um elevado grau de homogeneidade na Avenida Bezerra de Menezes, com as pontuações no iCam apresentando pouca variação.

Um ponto a se destacar na análise da Figura 18, é que os segmentos ao redor do *shopping* obtiveram conceito 1 no iCam, maior pontuação encontrada no trecho. Isso reflete os apontamentos feitos nas análises dos indicadores, como as boas notas em *Atração* e *Segurança Pública*. Além disso, é um efeito relacionado à característica da área de facilitar o acesso do pedestre, fornecendo um ambiente atrativo para este usuário.

Em resumo, segundo os critérios dispostos pelo ITDP e a coleta feita neste trabalho, os segmentos da Bezerra de Menezes obtiveram notas 0 ou 1, sendo igualmente divididos, 25 segmentos na classe 0 e 25 na classe 1. Assim, a média final de iCam para o trecho foi 1,13, conceituando-o como de caminhabilidade “suficiente”.

Figura 18 - Conceitos finais no iCam



Fonte: elaborada pelo autor.

Devido à baixa variação entre pontuações e à divisão entre elas (50% classe 0 e 50% classe 1), torna-se difícil elencar segmentos críticos partindo dessa perspectiva ampla dada pelo iCam. Assim, o tópico 4.2 Análise apresenta, além da análise exploratória dos dados, os resultados do método utilizado na seleção de indicadores para a avaliação relativa dos segmentos, de forma a definir os segmentos críticos no aspecto caminhabilidade a partir deles.

## 4.2 Análise dos indicadores e seleção para avaliação complementar

Inicialmente, observaram-se os desvios padrão das notas atribuídas às categorias, mostrados na Tabela 5. Percebe-se que as categorias *Calçada*, *Mobilidade* e *Atração* apresentaram maiores desvios padrão. Nessa análise, optou-se por observar o desvio padrão e não o coeficiente de variação devido às notas terem limites padronizados (indo de 0 a 3). Assim, como o interesse é observar variação das notas no geral, a relação dessa variação (desvio) com a média apresentada por cada categoria não tem efeito para a análise.

Tabela 5 - Resumo dos resultados das categorias

<b>Categoria</b>	<b>Pontuação Média</b>	<b>DevPad</b>
Calçada	0,72	0,64
Mobilidade	1,92	0,78
Atração	0,96	0,86
Segurança Viária	0,04	0,20
Segurança pública	1,28	0,50
Ambiente	0,78	0,46

Fonte: elaborada pelo autor.

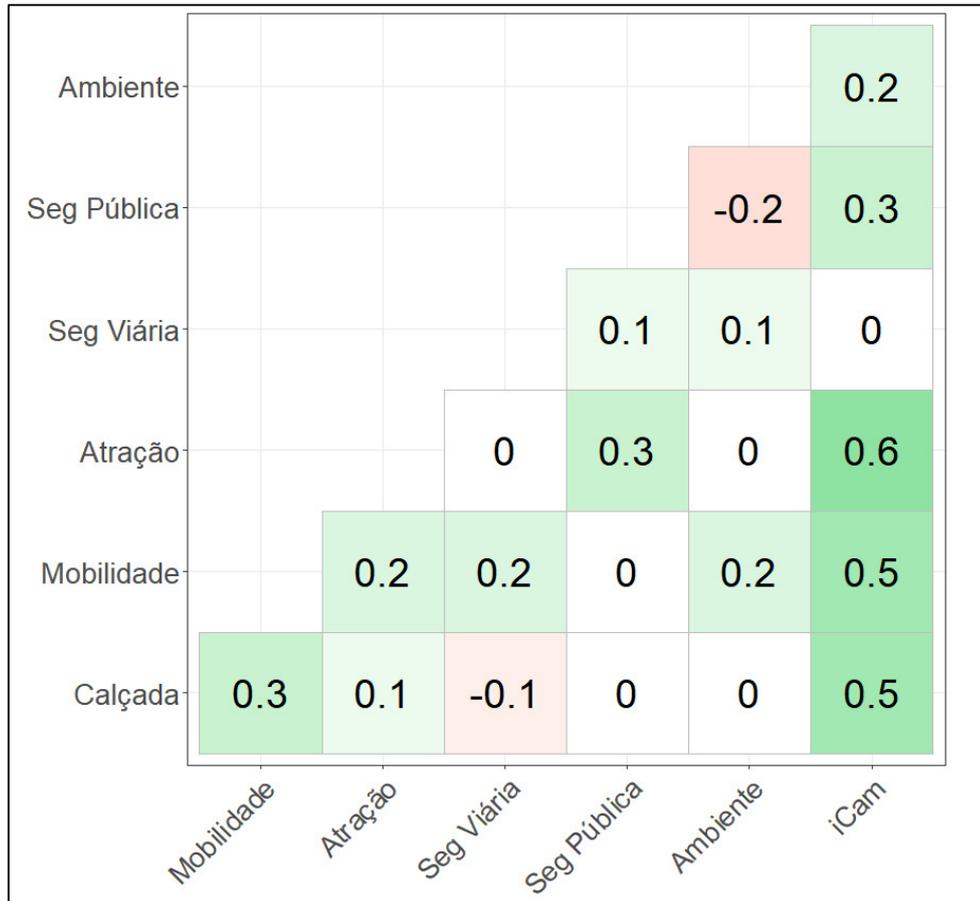
A Figura 19 apresenta a matriz de correlação de Kendall entre as notas das categorias e o iCam. Observa-se que as categorias *Atração*, *Mobilidade* e *Calçada* tiveram as maiores correlações, tendo as demais coeficiente de correlação baixos. Assim, para a composição do iCam para análise dos indicadores, serão utilizadas essas três categorias, devido ao desvio padrão e à correlação apresentados. O iCam formado apenas por estas categorias será referenciado nas análises como iCam composição, e servirá como uma segunda perspectiva de análise.

Um dos objetivos desta seção é avaliar se é possível observar diferenças e tendências entre os valores das variáveis componentes de cada indicador do iCam e as pontuações atribuídas pelo índice. Para tanto, será utilizado o iCam e o iCam composição. Esse esforço visa avaliar quais indicadores podem trazer maior ganho para a avaliação relativa do trecho, selecionando aqueles que motivam as diferentes pontuações atribuídas.

Composições entre categorias e entre variáveis podem acabar por perder a abordagem dada pelo índice completo, o que não é o intuito. Por conta disso, fazer o comparativo das variáveis com o iCam completo visa não alterar a distribuição geral de

pontuações, de forma a não deixar de lado a os métodos classificatórios dados pelo iCam e seus parâmetros.

Figura 19 - Matriz de correlação de Kendall entre notas das categorias e do iCam



Fonte: elaborada pelo autor.

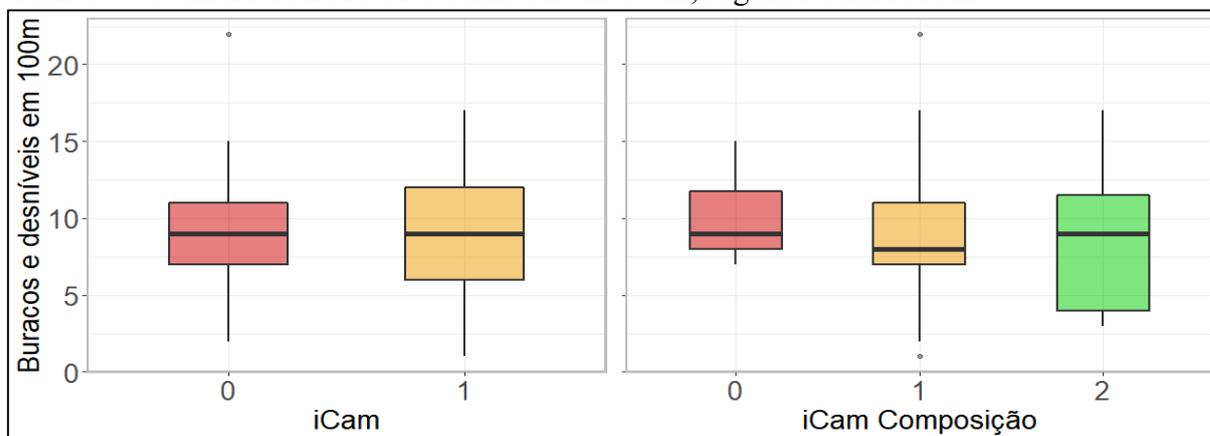
#### 4.2.1 Categoria Calçada

A Categoria Calçada é constituída por dois indicadores, *Largura e Pavimentação*, os quais, por sua vez, possuem como variáveis principais a Faixa livre e a Quantidade de buracos e desníveis a cada 100 metros de calçada, respectivamente. Assim, neste tópico serão analisadas essas duas variáveis como representativas dos seus indicadores.

Por meio do Gráfico 7 observa-se que não há uma variação significativa entre o número relativo de buracos e desníveis e as pontuações do iCam. As medianas são bem próximas, e o *boxplot* da classe 1 abrange totalmente o *boxplot* da classe 0, tanto no iCam completo quanto no composição, além de boa parte da classe 2 neste último. Visto que esses

valores são responsáveis por 50% da nota da categoria Calçada, observa-se que não há um padrão entre a ocorrência dessas falhas na pavimentação da calçada e a nota geral do iCam.

Gráfico 7 - Número de Buracos e desníveis em 100m, segundo classe iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

Através da Tabela 6 é possível observar que a média do número de buracos e desníveis nos segmentos é muito próxima. Além disso, a variável apresenta desvios padrão altos, o que corrobora com a tese da homogeneidade da mesma no decorrer dos segmentos analisados, tendo assim pouca influência relativa nos resultados de iCam.

Tabela 6 - Distribuição do nº de buracos e desníveis, segundo classe de iCam composição

iCam composição	Segmentos	Quantidade média em 100m	Desvio padrão
0	13	9,62	2,5
1	30	9,2	4,83
2	7	8,57	5,19

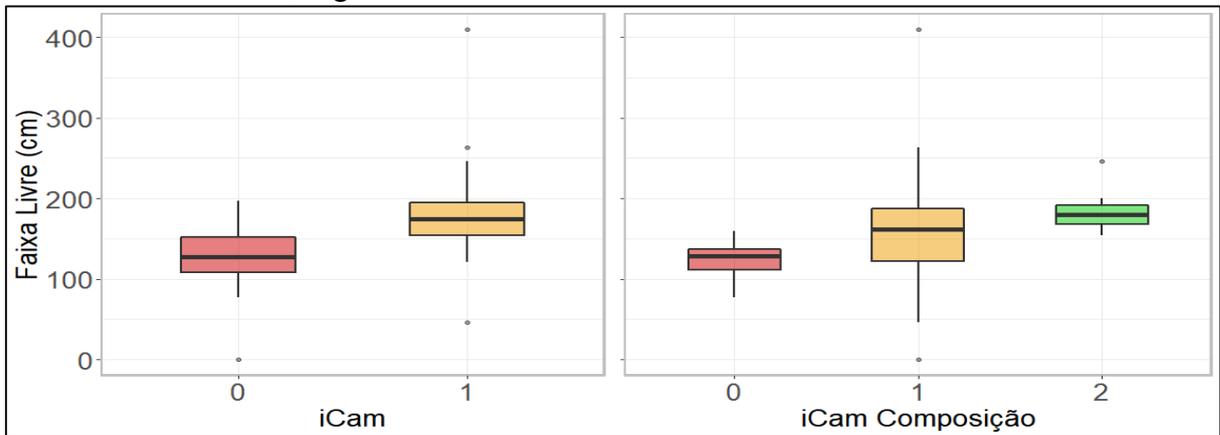
Fonte: elaborada pelo autor.

Essa homogeneidade pode ser ocasionada tanto pelo fato de que todas as calçadas possuem o mesmo tipo de pavimentação, tendo praticamente a mesma idade, quanto pelo fato de que se consideraram como buracos e/ou desníveis tampas de bueiros fora de nível com a calçada, ou pontos para plantio de árvores na calçada vazios. Essas considerações geram uma certa uniformidade da distribuição de parcela dos desníveis e buracos, já que a construção do trecho foi unificada (para a implementação do BRT).

Essa perspectiva de homogeneidade altera-se quando se observa o indicador *Largura*, representado pela variável Faixa Livre (ou largura mínima). Por meio do Gráfico 8 é possível observar uma variação crescente da faixa livre conforme aumenta a nota do iCam,

nos dois cenários. Assim, para os segmentos analisados a variável Faixa livre é mais crítica na pontuação relativa da categoria Calçada.

Gráfico 8 - Faixa livre, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 7 corrobora com essa análise, mostrando que a média de faixa livre é crescente com a pontuação do iCam. O desvio padrão da classe 1 é alto, por isso o *boxplot* desta classe abrange quase que totalmente os valores das outras classes no iCam composição. Apesar disso, esta variável será utilizada na avaliação relativa dos segmentos, já que as Classes 2 e 0 estão bem diferenciadas.

Tabela 7 - Distribuição da medida de faixa livre, segundo classe de iCam composição

iCam composição	Segmentos	Média faixa livre (cm)	Desvio padrão
0	13	123,62	21,48
1	30	168,33	87,13
2	7	185,71	30,45

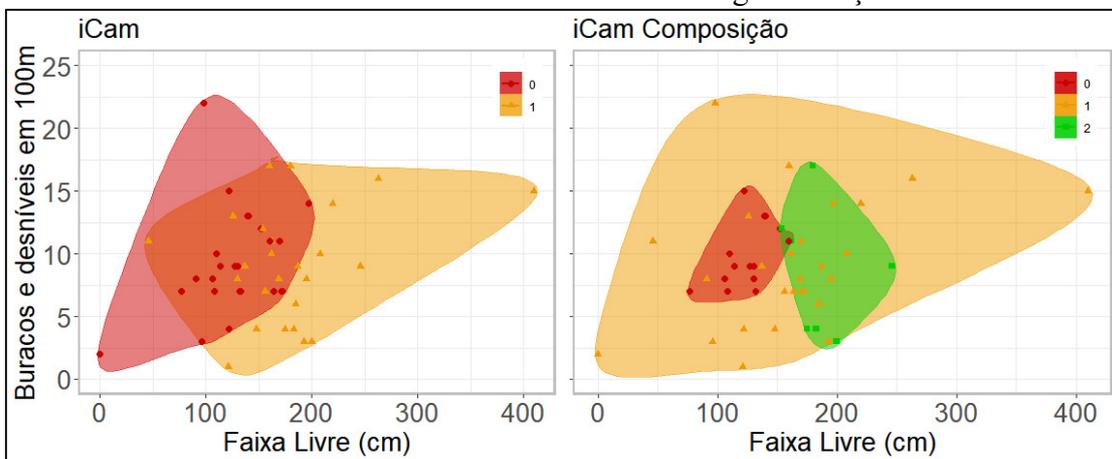
Fonte: elaborada pelo autor.

Nos *boxplots* apresentados pelo Gráfico 8 é possível ver um *outlier* com valor de zero na faixa livre. Esse ponto se refere ao segmento citado anteriormente que apresenta entulho em toda a largura da calçada, mostrado na Figura 17 (página 57). Na imagem, tirada em um momento posterior ao da coleta, a faixa livre não se encontra totalmente comprometida, porém percebe-se que a mesma possui pouco espaço para circulação de pedestres.

O Gráfico 9 mostra as envoltórias dos valores observados nas variáveis Faixa livre (eixo x) e Buracos e desníveis em 100 metros (eixo y). O gráfico representa um plano com

limites estabelecidos pelos pares ordenados dessas variáveis, definindo o espaço que cada classe de iCam ocupa em relação a elas. Observa-se que no iCam completo a envoltória da classe 0 é quase totalmente compreendida dentro da envoltória da classe 1 (com exceção de dois segmentos, representados pelos pontos no gráfico). No iCam composição, por sua vez, a envoltória da classe 1 cerca os valores das outras duas classes. Assim, todos os valores das classes 0 e 2 podem coincidir com valores encontrados na classe 1, não sendo possível visualizar diferenças entre essas classes com base na combinação dos valores das variáveis do indicador Calçada.

Gráfico 9 – Envoltórias dos valores das variáveis da categoria Calçada



Fonte: elaborado pelo autor.

Apesar disso é possível observar grande diferenciação no que diz respeito a Faixa livre das classes 0 e 2, o que corrobora a utilização do indicador *Largura* na avaliação relativa dos segmentos.

#### 4.2.2 Categoria Mobilidade

O Gráfico 10 apresenta a distribuição dos valores da variável Dimensão das quadras, representativa do indicador com o mesmo nome, em relação às pontuações do iCam. Observa-se que há uma tendência de diminuição da dimensão das quadras conforme o iCam aumenta, nos dois cenários. Essa tendência observada no gráfico demonstra que esta variável é representativa no resultado final do iCam, possuindo variação observável e correspondente ao esperado (quanto menor a dimensão da quadra, melhor para o pedestre). A Tabela 8 mostra ainda que aos valores médios de dimensão das quadras seguem a mesma tendência, embora a

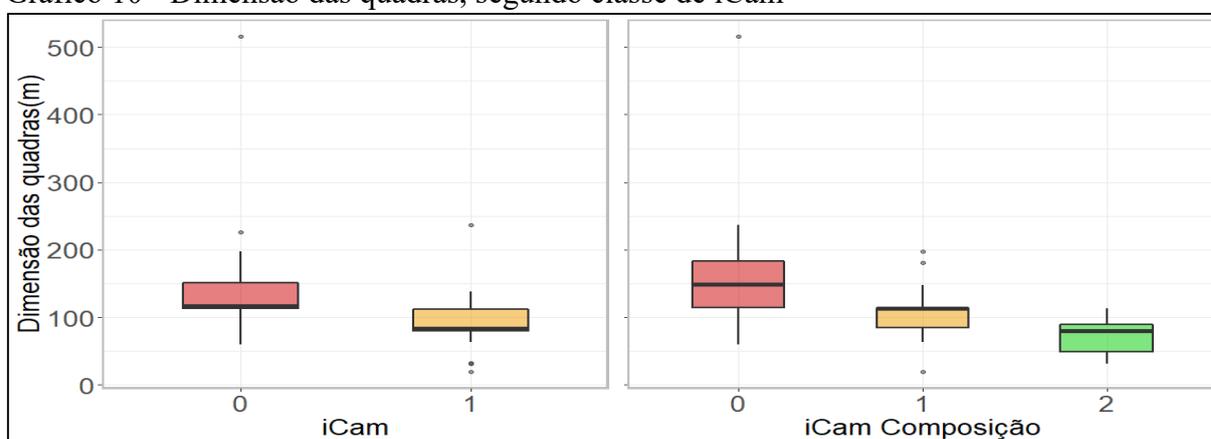
classe 0 possui um alto desvio padrão. Assim, o indicador *Dimensão das Quadras* será utilizada na avaliação relativa dos segmentos.

Tabela 8 - Distribuição da medida de dimensão das quadras, segundo classe de iCam composição

iCam composição	Segmentos	Média dimensão das quadras (m)	Desvio padrão
0	13	173,4	114,47
1	30	108,23	33,18
2	7	71,86	30,79

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 10 - Dimensão das quadras, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

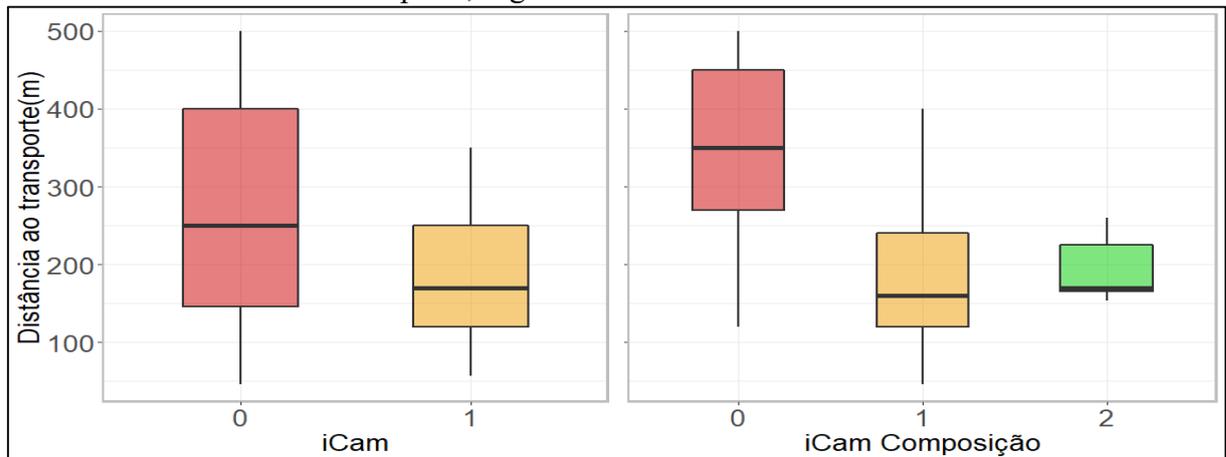
Quando observados os valores do indicador *Distância ao transporte*, não é constada qualquer tendência em relação aos valores do iCam composição, havendo, porém, uma leve tendência com os valores do iCam completo, como mostra o Gráfico 11. Como é a classe 2 do iCam Composição que diverge no comportamento, será utilizada a Tabela 9 para avaliar essa situação, que apresenta um resumo da variável Distância ao Transporte dos segmentos da classe 2 do iCam composição.

Tabela 9 - Resumo estatístico dos valores da variável Distância ao transporte, segundo classe 2 de iCam

Segmentos	Mín (m)	Máx (m)	Média (m)	Mediana (m)	Indicador (nota)	Mobilidade (nota)	iCam
7	153	260	194,71	170	3	2-3	1

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 11 - Distância ao transporte, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar pela tabela, os segmentos aos quais foram atribuídas a pontuação 2 no iCam composição apresentam nota 1 no iCam, e notas 2 ou 3 na categoria Mobilidade, a qual está sendo avaliada nesta seção. Além disso, todos os segmentos da classe 2 do iCam composição tem nota 3 no indicador *Distância ao Transporte*. Logo, da perspectiva deste indicador e da categoria a qual ele pertence, é esperado que estes segmentos apresentem boas notas de iCam, sendo a nota 2 recebidas por eles totalmente plausível.

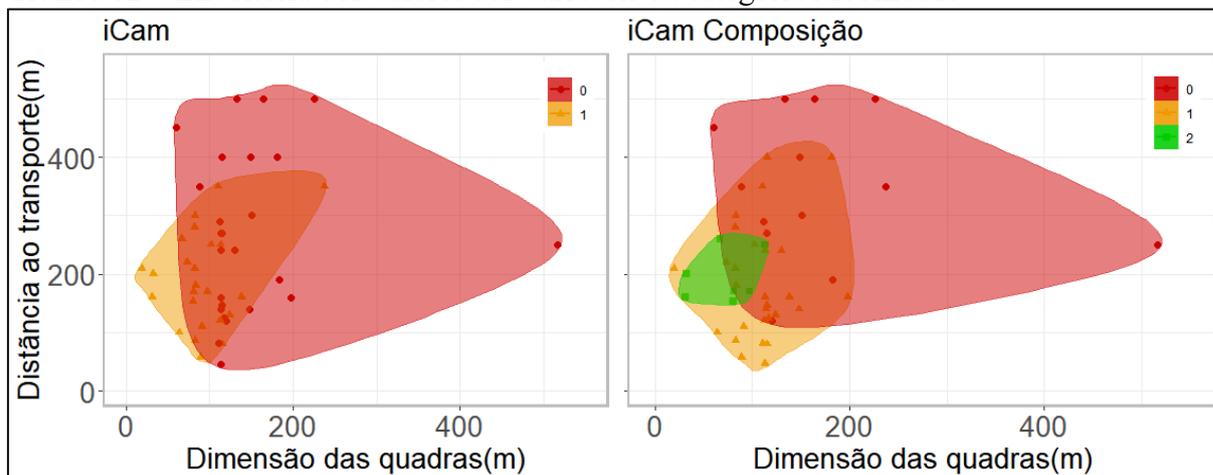
Entende-se, assim, que não há discrepância no comportamento apresentado pelos *boxplots* do iCam composto, e sim uma falta de tendência real entre a distância ao transporte e os valores de iCam do trecho. Salienta-se ainda que, no iCam completo, os valores da classe 0 correspondem quase totalmente aos da classe 1, o que é mais um indício do que está sendo afirmado.

Apesar do exposto, a categoria Mobilidade apresenta variações mais perceptíveis do que a categoria Calçada, como pode-se observar no Gráfico 12. Diferentemente da categoria apresentada anteriormente, a categoria Mobilidade apresenta apenas uma classe completamente circunscrita por outra (classe 2 interna à classe 1) no iCam composição. Um exemplo do efeito disso é observado quando se compara os valores de Dimensão das quadras e Distância ao transporte da classe 0 e classe 2 do iCam composto. Em 3 dos 7 segmentos na classe 2 de iCam composto se observam valores das duas variáveis que não são encontrados na classe 0, representando assim uma diferença numérica entre as duas classes, considerando as variáveis da categoria Mobilidade.

Quando observado o iCam não há circunscrição completa entre classes. Um exemplo numérico disso é que 12 dos 25 seguimentos da classe 0 do iCam apresentam valores

tanto de Distância ao transporte quanto de Dimensão das quadras que não podem ser observados no intervalo de valores encontrado na classe 1. Desse modo, diferencia-se numericamente, a partir das variáveis da categoria, as classes de iCam.

Gráfico 12 – Envoltória dos valores das variáveis da categoria Mobilidade



Fonte: elaborado pelo autor.

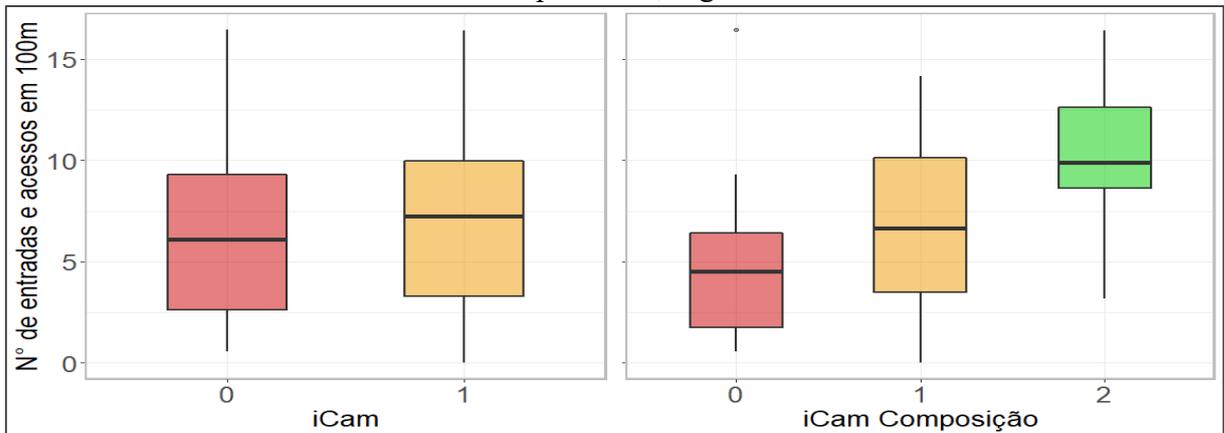
#### 4.2.3 Categoria Atração

Para o indicador *Fachadas fisicamente permeáveis*, o Gráfico 13 traz os resultados da variável N° de entradas e acessos de pedestres. A partir do gráfico, é possível visualizar uma tendência de crescimento dessa variável com o aumento da pontuação do iCam composição. No iCam completo observa-se um crescimento, porém muito leve, necessitando de outra perspectiva para complementar a análise.

O Gráfico 14 apresenta a distribuição de densidade de probabilidades do Número de entradas e acessos em relação aos cenários de iCam. Apesar de ser visível o deslocamento dos gráficos no sentido crescente do n° de fachadas no iCam composição, é possível observar melhor a sobreposição entre as classes no iCam completo. Devido a isso, não se utilizará este indicador na avaliação relativa dos segmentos.

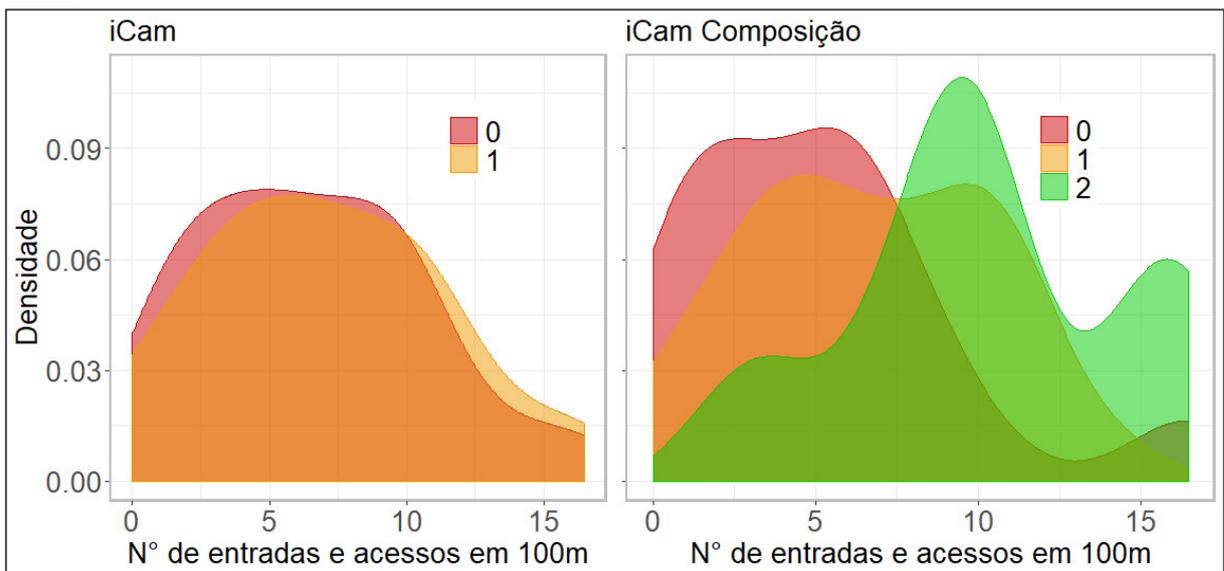
Quanto ao indicador *Fachadas visualmente ativas*, o Gráfico 15 (página 68) exhibe os valores da variável Porcentagem de face de quadra visualmente ativa, em relação aos cenários de índice de caminhabilidade. Observa-se que no iCam completo não há qualquer tendência, diferentemente do outro cenário, onde há uma tendência, principalmente quando observadas as medianas nos *boxplots*. Assim torna-se necessária uma segunda análise.

Gráfico 13 – N° de entradas e acessos de pedestres, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

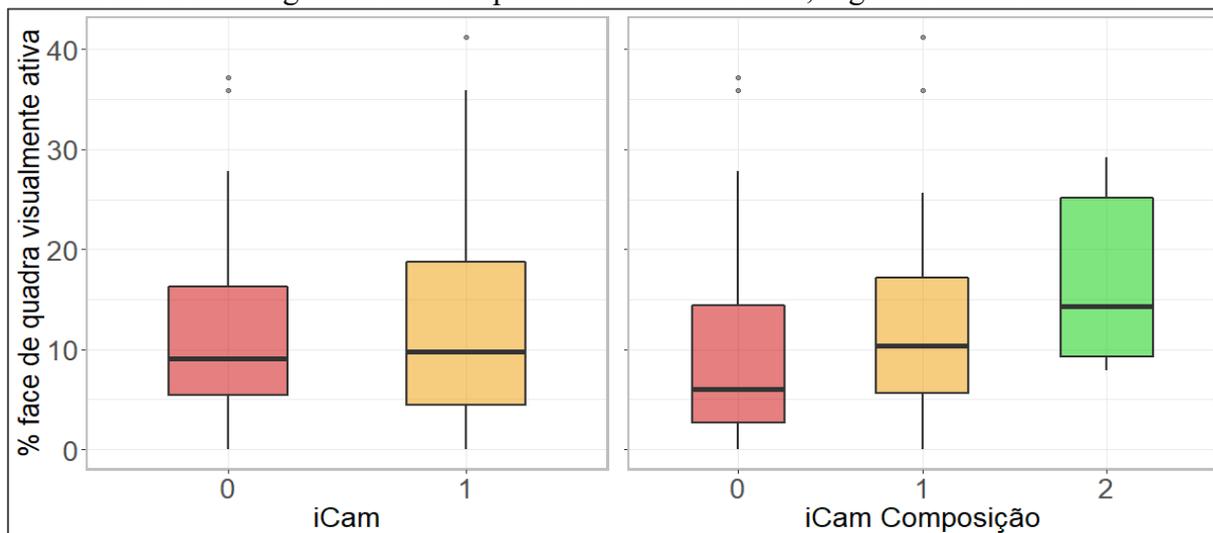
Gráfico 14 – Densidade de probabilidade do N° de entradas e acessos, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 10 mostra um resumo estatístico acerca dos valores da variável Porcentagem de face de quadra visualmente ativa, referente aos segmentos aos quais o iCam composição atribuiu nota 2. É possível perceber que os valores são baixos, tendo todos nota de 0 ou 1 no Indicador *Fachadas visualmente ativas*, sendo a nota da categoria igual a 2 para todos os segmentos. Assim entende-se que a tendência observada no iCam composição não se justifica do ponto de vista do indicador analisado, logo não será utilizada o indicador correspondente na avaliação relativa dos segmentos.

Gráfico 15 - Porcentagem de face de quadra visualmente ativa, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 10 - Resumo estatístico da variável Porcentagem de face de quadra visualmente ativa na classe 2 de iCam

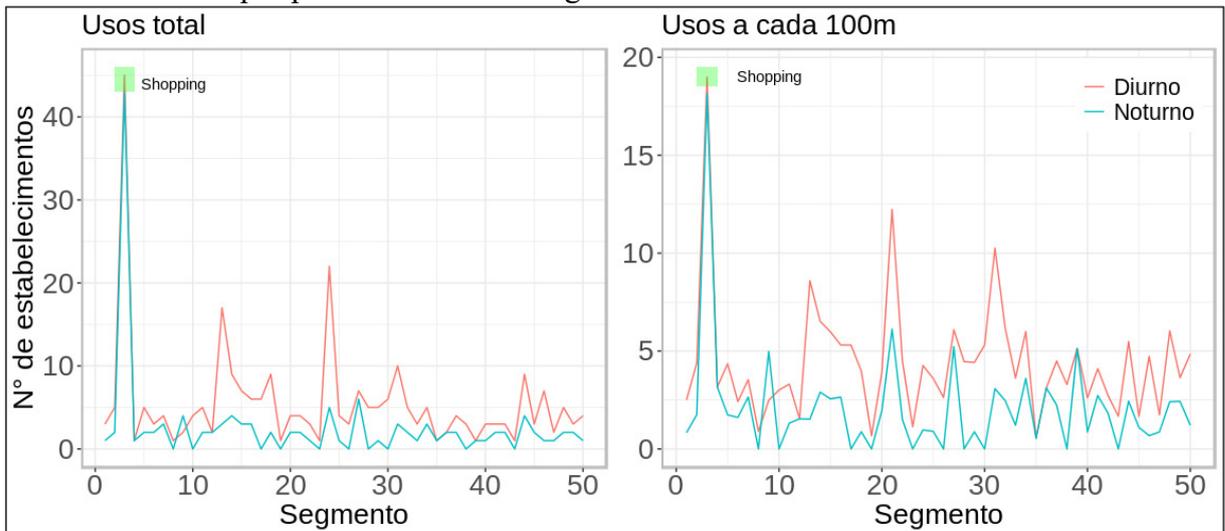
Segmentos	Mín (m)	Máx (m)	Média (m)	Mediana (m)	Indicador (nota)	Atração (nota)	iCam
7	7,91	29,19	17,16	14,3	0-1	2	1

Fonte: elaborada pelo autor.

Em relação ao indicador *Uso público diurno e noturno*, o Gráfico 16 apresenta a distribuição dos valores da variável N° de estabelecimentos abertos por período em cada segmento. Como esperado, o número de estabelecimentos abertos durante o período diurno é sempre maior que o noturno, com exceção de apenas um segmento, devido ao caráter comercial da Avenida Bezerra de Menezes.

Investigando o segmento discrepante observa-se que o uso diurno e noturno dele na prática é igual, porém no momento da coleta havia apenas dois estabelecimentos abertos no período diurno. Considerando que a proposta é que os usos sejam coletados no horário de coleta do fluxo, optou-se por deixar o valor coletado originalmente. Observa-se no gráfico um *outlier*, o qual representa o segmento confrontante ao *shopping*.

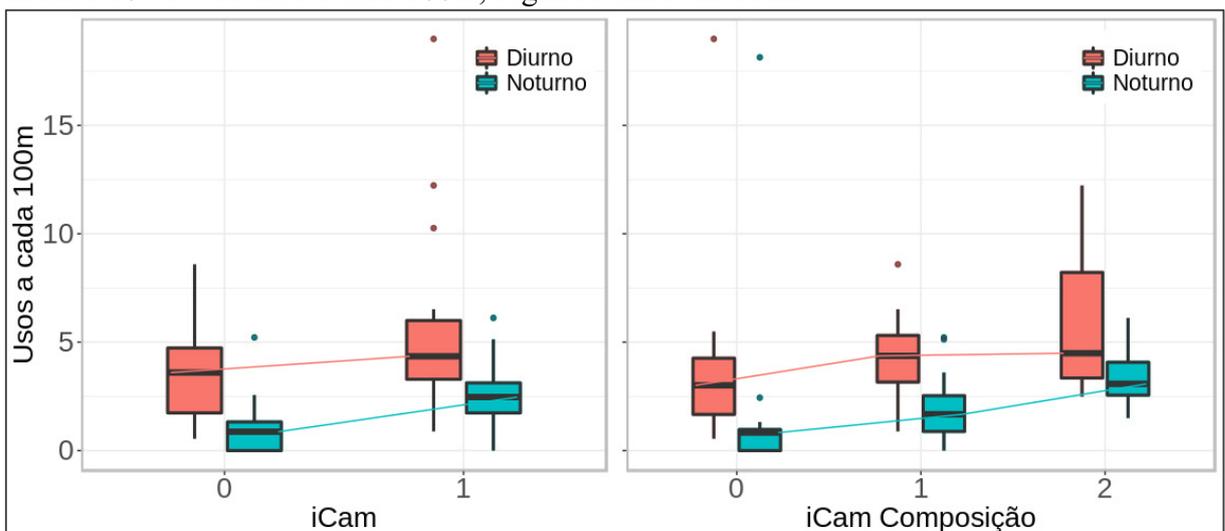
Gráfico 16 - Usos por período do dia nos segmentos em estudo



Fonte: elaborado pelo autor.

Como esse indicador observa duas variáveis ao mesmo tempo para fazer a composição da pontuação, a análise do mesmo também será dual. Assim, o Gráfico 17 apresenta a distribuição dos valores de N° de estabelecimentos por período a cada 100m em relação aos valores de iCam nos dois cenários. Observa-se que, apesar da tendência de crescimento do uso diurno em relação ao iCam nos cenários ser leve, há uma clara tendência quando se observa o uso noturno.

Gráfico 17 - N° de usos a cada 100m, segundo classe de iCam



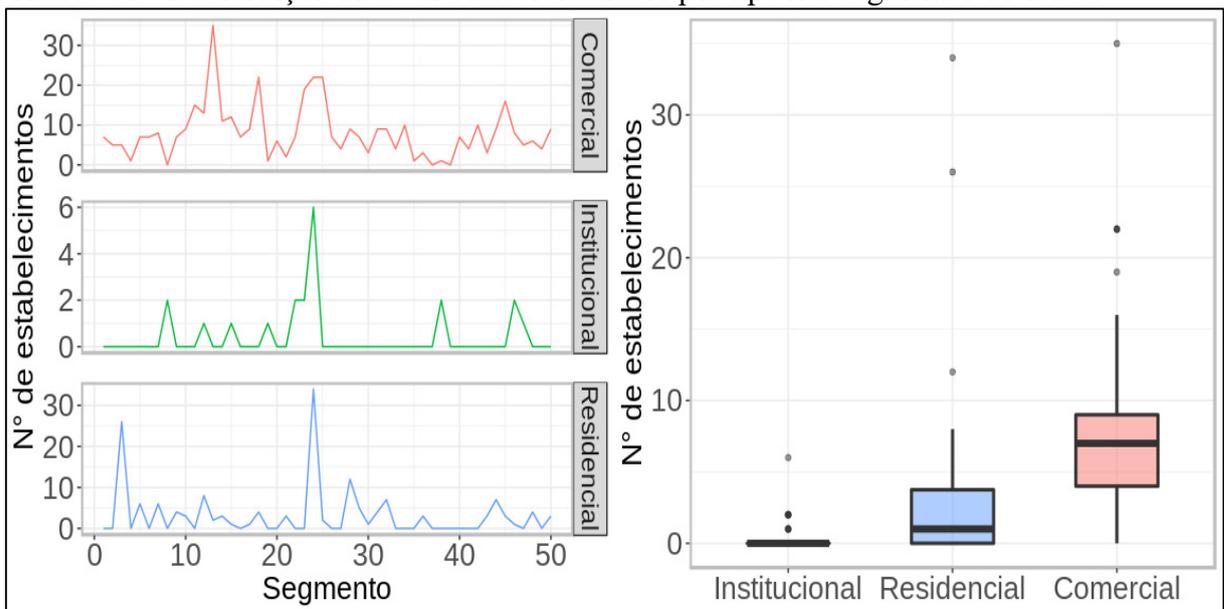
Fonte: elaborado pelo autor.

É importante salientar que, para o trecho estudado, o uso noturno é crítico (apresentando menor quantidade que o diurno em quase 100% dos segmentos) e o iCam

utiliza este parâmetro como determinante na pontuação. Assim, essa tendência observada já foi considerada suficiente para inserir o indicador *Uso público diurno e noturno* avaliação relativa dos segmentos.

No que diz respeito ao indicador *Usos Mistos*, o Gráfico 18 apresenta a distribuição dos tipos de uso encontrados no trecho em cada segmento. Observa-se a alta predominância do uso comercial, como esperado para um corredor arterial como a Avenida Bezerra de Menezes. Apenas seis segmentos apresentaram uso predominante diferente do comercial, sendo quatro deles devido a existência de condomínios confrontantes ao segmento. O uso institucional apresenta baixa ocorrência, com valor máximo igual a 6 estabelecimentos e mediana igual a 0. O uso residencial apresenta alguns *outliers* devido os condomínios confrontantes ao trecho. Não foram observados usos industriais no trecho.

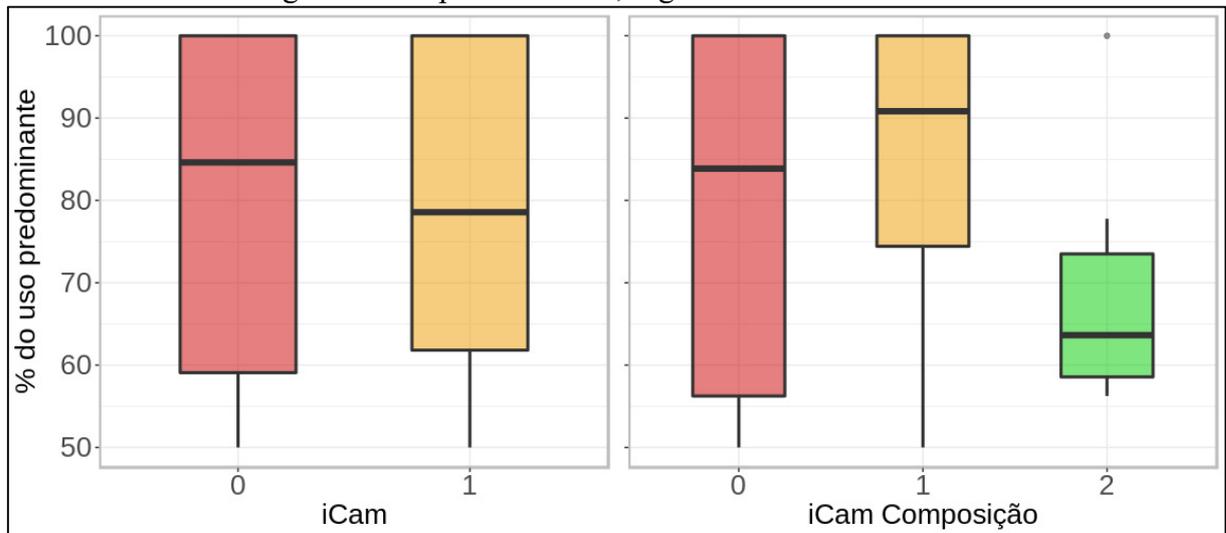
Gráfico 18 - Distribuição do nº de estabelecimentos por tipo nos segmentos de estudo



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto à variável representante do indicador *Usos mistos*, o Gráfico 19 apresenta a distribuição da variável Porcentagem do tipo de uso predominante. Como se observa pelo gráfico, apesar de haver um decréscimo na mediana em relação ao iCam completo, a classe 0 do mesmo abarca todos os valores da classe 1. Além disso, observando da perspectiva do iCam composição não há tendências. Assim, essa variável não será utilizada na avaliação relativa dos segmentos.

Gráfico 19 - Porcentagem do uso predominante, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.2.4 Categoria Segurança Viária

Como citado anteriormente, o indicador *Tipologia da rua* possui a mesma pontuação para todos os segmentos, já que está avaliando-se uma mesma avenida com tipo da rua (via arterial com calçadas segregadas) e velocidade regulamentada igual em toda a extensão (60 km/h). Assim, todo o trecho analisado recebeu pontuação 0 neste indicador, não havendo assim variações a serem observadas.

No que diz respeito ao indicador *Travessias*, o iCam trabalha com um sistema de pontuação (0-100), a partir do qual faz a classificação do segmento. Assim, travessias que possuem faixa de pedestres visível recebem uma pontuação maior que aquelas que não possuem, por exemplo. No trecho, foram observadas 75 travessias onde o pedestre atravessa veículos e 1 onde não atravessa (travessia que divide a quadra do *shopping*).

A Tabela 11 apresenta o resumo dos dados levados em consideração na composição da pontuação das travessias. Há uma predominância de travessias não semaforizadas, em geral localizadas entre segmentos adjacentes lateralmente. A avenida possui canteiro central, logo todas as travessias que a atravessam possuem este equipamento. Quanto ao tempo dos semáforos, são considerados conforme aqueles com verde superior a 10 segundos e vermelho inferior a 60 segundos.

Em um corredor arterial, como a avenida Bezerra de Menezes, é baixa a probabilidade de tempos de vermelho para o pedestre serem inferiores a 60 segundos, já que há uma atenção maior para os transportes motorizados. Logo, apesar da proposta de

multimodalidade da avenida, apenas 23% das interseções com semáforo para o pedestre possuem o tempo em conformidade com as necessidades deste usuário. Outro sinal da prioridade dada ao transporte motorizado é o fato de que apenas 49% das travessias possuem faixa de pedestre visível.

Tabela 11 - Resumo das variáveis do indicador Travessias

<b>Tipo de Travessia</b>	<b>n</b>	<b>Faixa visível</b>	<b>Rampa conforme</b>	<b>Piso tátil</b>	<b>Tempo conforme</b>	<b>Canteiro central (faixas&gt;2)</b>
<b>Semaforizada</b>	22	95%	50%	27%	23%	-
<b>Não semaforizada</b>	53	30%	32%	0%	-	100%
<b>Geral</b>	<b>75</b>	<b>49%</b>	<b>37%</b>	<b>8%</b>	<b>23%</b>	<b>100%</b>

Fonte: elaborada pelo autor.

Quanto aos parâmetros de acessibilidade das travessias, tem-se outros números que geram atenção. Apenas 37% das travessias possuem rampas em conformidade para utilização por cadeirantes ou idosos. Abre-se aqui um parêntese para dizer que, durante as coletas de campo, o pesquisador teve que auxiliar um cadeirante idoso a utilizar a rampa de um segmento. A rampa em questão descumpria a indicação normativa dada pela NBR 9050/2015, que ressalta que não deve haver desnível entre o rebaixamento da calçada e o leito carroçável. Este fator motivou a desclassificação de inúmeras rampas na avenida.

Outro ponto a ser destacado é a presença de piso tátil de alerta e direcional no acesso às travessias, que no trecho estudado foi de apenas 8%. Isso significa que em apenas 6 travessias das 75 avaliadas possuem esse equipamento, sendo três delas ligadas ao segmento confrontante à Sociedade de Assistência aos Cegos (conhecida como Instituto dos Cegos).

Devido a todos esses fatores, 94% dos segmentos da avenida foram avaliados com nota 0 pelo iCam no indicador *Travessias*. Assim, nenhuma variável da categoria Segurança Viária será observada na avaliação relativa dos segmentos, devido à baixa performance observada pela avenida como um todo nesta categoria, o que impossibilita observar quaisquer tendências.

#### **4.2.5 Categoria Segurança Pública**

No que diz respeito ao indicador *Iluminação*, todos os segmentos apresentaram iluminação para o pedestre e na via, e em apenas um segmento não se constatou iluminação

nas duas extremidades. Assim, a diferença entre pontuações de iluminação deu-se basicamente pela presença de obstruções, que diminuem a pontuação do segmento, como é possível perceber pela Tabela 12. Além disso o número de segmentos com obstrução nas duas classes de iCam é praticamente o mesmo. Logo, não é possível observar diferenças significativas entre as classes de modo a visualizar quaisquer tendências. Por estas questões este indicador não será utilizado na avaliação relativa dos segmentos.

Tabela 12 - Distribuição de segmentos com obstrução de iluminação, segundo iCam e categoria Iluminação

iCam	Categoria Iluminação	Segmentos	Segmentos com obstrução
0	2	12	12
0	3	13	0
1	2	10	10
1	3	15	0

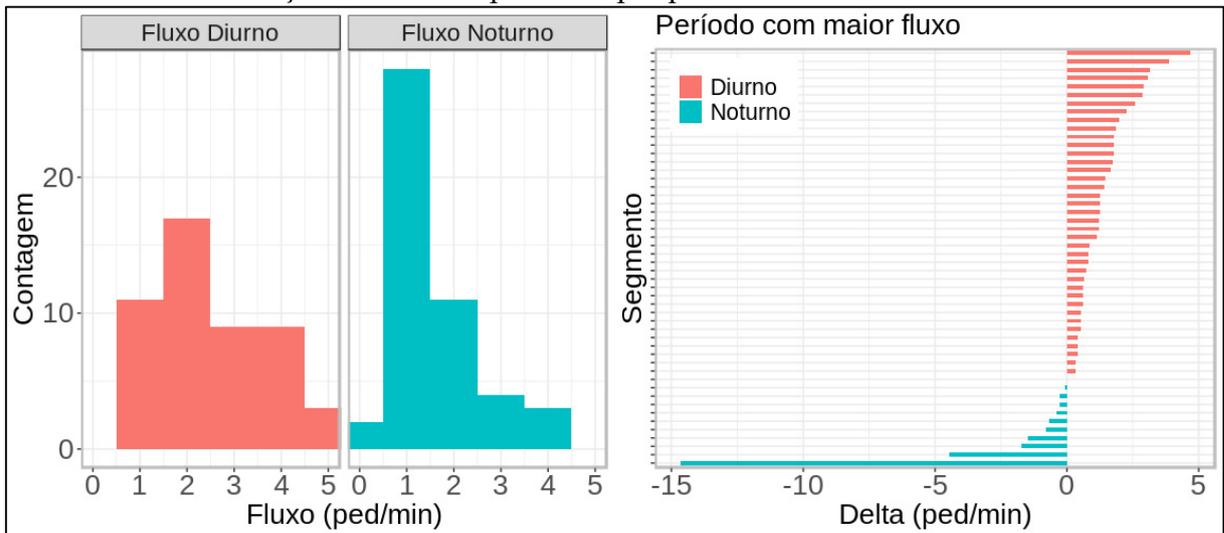
Fonte: elaborada pelo autor.

Para o indicador *Fluxo de pedestres diurno e noturno*, o Gráfico 20 apresenta a distribuição dos valores da variável Pedestres por minuto para cada período. Como é possível observar pelo histograma, o fluxo diurno possui uma distribuição mais uniforme, enquanto o fluxo noturno tem uma maior concentração de valores até 2 ped/minuto. Através do diagrama de barras divergentes é possível perceber a preponderância do fluxo diurno sobre o noturno no trecho, onde apenas 10 segmentos dos 50 apresentaram maior fluxo durante a noite. Dois destes segmentos são o confrontante ao shopping e o logo em frente a este. Esses resultados salientam mais uma vez o caráter comercial da avenida, a qual tem atividades concentradas durante o dia.

A classificação pelo iCam para indicador de *Fluxo de pedestres* considera a variável Fluxo médio de pedestres por minuto. Assim, o Gráfico 21 apresenta os valores encontrados da variável elencada, a partir da perspectiva dos cenários de iCam. Apesar de haver uma clara tendência de aumento dos quartis superiores dos *boxplots* com a classe de iCam nos dois cenários, as medianas e quartis inferiores não acompanham essa tendência. Assim, essa variável não será inserida observada na avaliação relativa dos segmentos.

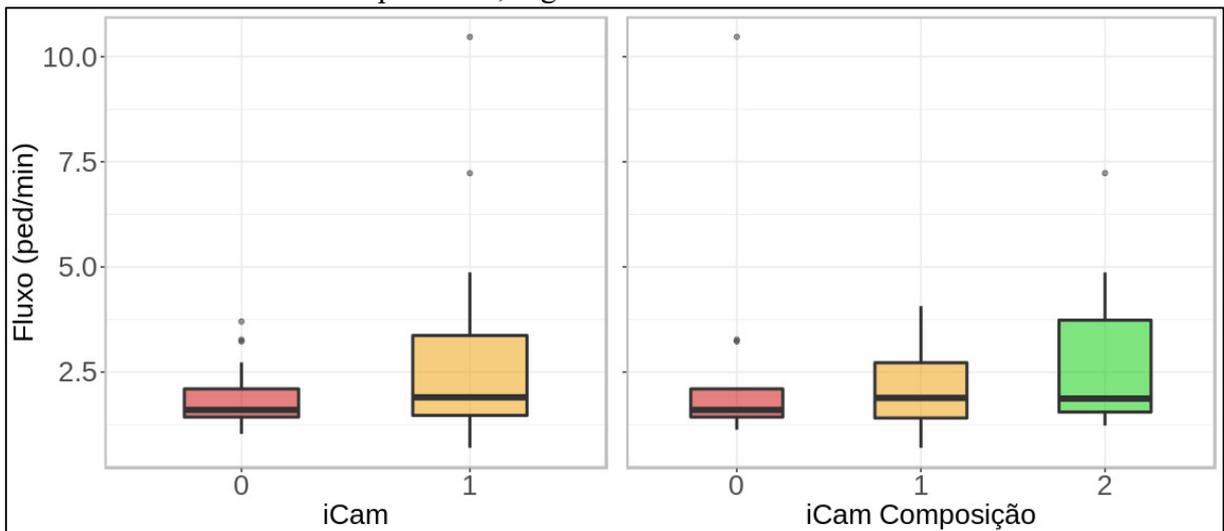
Salienta-se que os fluxos considerados podem não ser representativos, já que em cada segmento se tem apenas duas amostras de fluxo.

Gráfico 20 - Distribuição do fluxo de pedestres por período



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 21 - Fluxo médio de pedestres, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

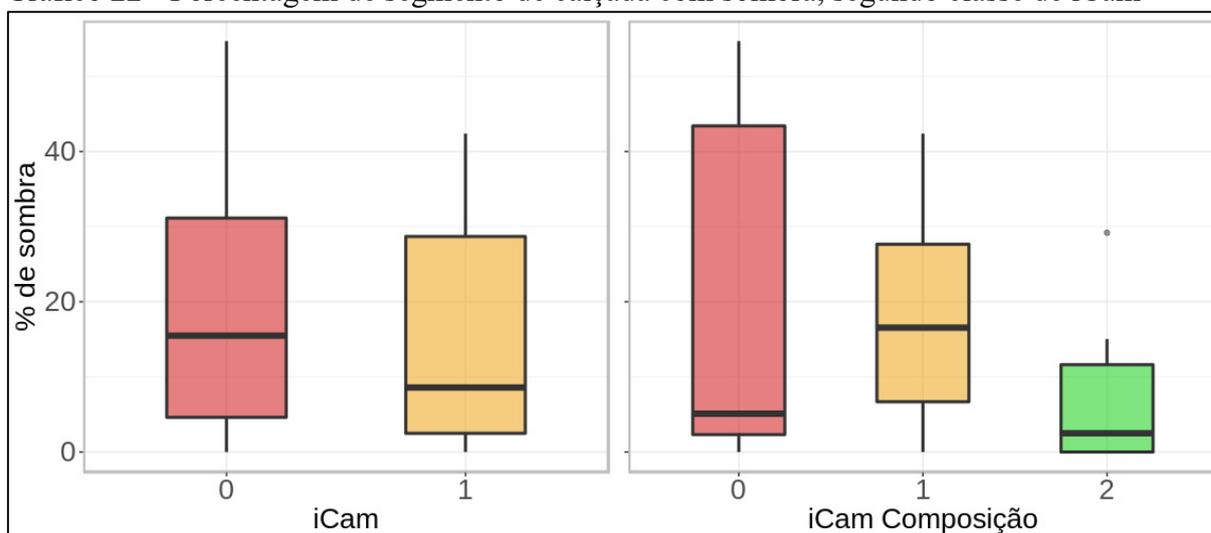
#### 4.2.6 Categoria Ambiente

Para o indicador *Sombra e abrigo*, o índice utiliza a variável Porcentagem da extensão do segmento com elementos adequados à sombra e abrigo, que será referenciada apenas como Porcentagem de sombra. O Gráfico 22 traz a representação dos valores dessa variável em relação ao iCam completo e o composição. É possível observar que há um comportamento adverso ao esperado, já que se espera que maiores porcentagens de sombra ocasionem maiores classificações no iCam.

No gráfico, observa-se uma tendência de decréscimo quando observada a mediana do iCam completo, ou quando observado o quartil superior do iCam composição. Assim, a variável Porcentagem de sombra não será considerada na avaliação relativa dos segmentos. Apesar disso, torna-se necessária uma segunda análise, para averiguar esse comportamento discrepante.

A Tabela 13 apresenta os resultados médios das categorias *Ambiente*, *Atração* e *Segurança Pública* em relação à pontuação dada pelo índice ao indicador *Sombra e abrigo*. Observa-se que as categorias *Atração* e *Segurança Pública* têm comportamento inverso ao do indicador. Assim, o Gráfico 23 apresenta as tendências das variáveis dessas categorias em relação à variável Porcentagem de sombra.

Gráfico 22 - Porcentagem de segmento de calçada com sombra, segundo classe de iCam



Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 13 - Pontuação em categorias, segundo nota do indicador Sombra e abrigo

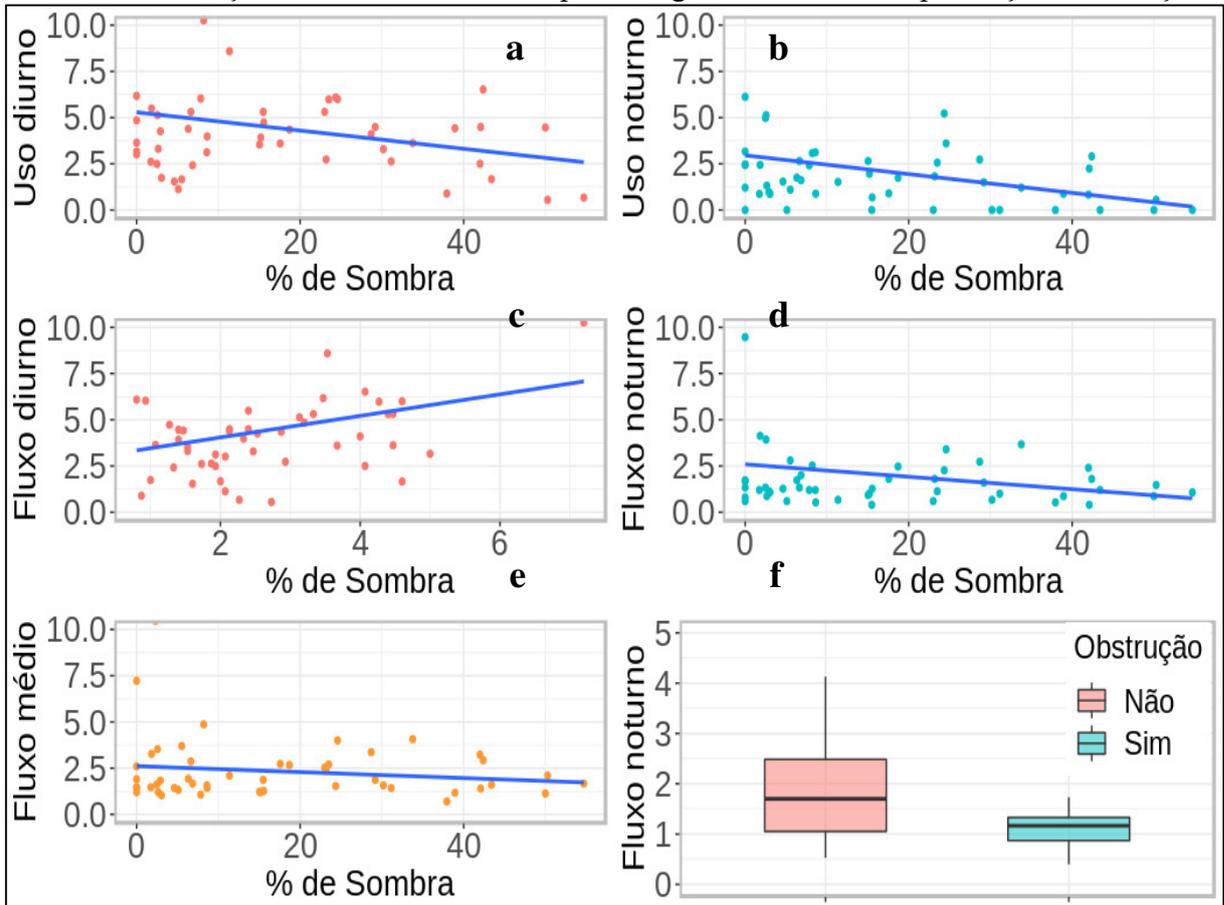
Nota Sombra	Cat. Ambiente	Cat. Atração	Cat. Seg. pública
<b>0</b>	0,7	1,1	1,3
<b>1</b>	1,0	0,6	1,2
<b>2</b>	1,3	0,0	1,0

Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se pelo gráfico que as variáveis do indicador *Uso público diurno e noturno* (a e b), da categoria *Atração*, tem uma tendência negativa em relação à Porcentagem de sombra. No trecho estudado, a maior parte das sombras consideradas deram-se pela presença de árvores. Observou-se durante a coleta que os locais com maior concentração de

lojas e estabelecimentos comerciais tendem a ter poucas árvores, sendo estas em geral localizadas confrontantes à muros ou casas. Isso pode ser uma das explicações para essa tendência observada.

Gráfico 23 - Relação de indicadores com a porcentagem de sombra e a presença de obstrução



Fonte: elaborado pelo autor.

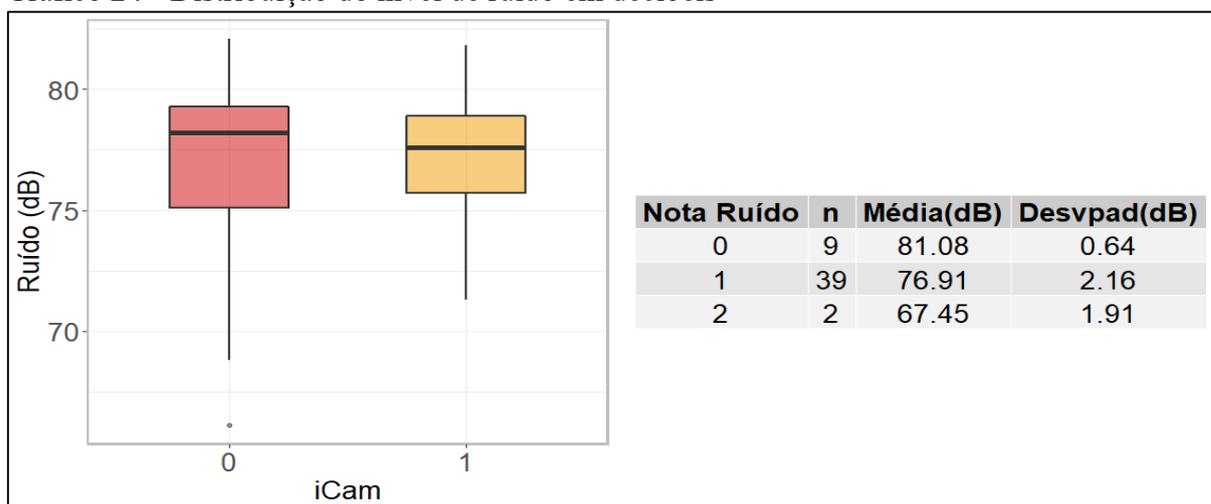
Ainda analisando o Gráfico 23, quando observado o fluxo médio (e), representante da categoria Segurança Pública, se observa uma tendência de decréscimo leve em relação a Porcentagem de sombra. Analisando separadamente, observa-se que o Fluxo diurno (c) tem uma tendência positiva, crescendo com a Porcentagem de sombra. Isso é esperado pois a sombra garante proteção ao pedestre das condições climáticas, principalmente em uma cidade de clima quente como Fortaleza.

Quando observado o Fluxo noturno (d), a situação é inversa. Locais com sombra, em geral, são evitados pelo pedestre durante a noite, devido a sensação de insegurança. Isso é evidenciado pelo *boxplot* apresentado (f), onde é possível observar um decréscimo no fluxo noturno devido à presença de obstruções, como árvores. Em média, o fluxo em locais onde

não haviam obstruções (dado do indicador *Iluminação*) foi duas vezes maior do que em locais onde elas ocorrem. Com base nessas observações, é possível avaliar que a tendência apresentada pelo Gráfico 22 (pagina 75) é plenamente aceitável.

Quanto ao indicador *Poluição sonora*, o iCam utiliza como variável o Ruído, medido em decibéis. O Gráfico 24 apresenta a distribuição dos valores de ruído em relação ao iCam, e apresenta um resumo dos valores encontrados. Como se pode observar pelos *boxplots*, não há uma variação considerável entre esses valores da perspectiva da classe atribuída pelo iCam. Além disso, observa-se pela tabela do gráfico que apenas dois segmentos obtiveram nota 2 no indicador, estando a maioria dos segmentos com nota 1. Assim, esse indicador não será utilizado na avaliação relativa dos segmentos.

Gráfico 24 - Distribuição do nível de ruído em decibéis



Fonte: elaborado pelo autor.

Para o indicador *Coleta de lixo e limpeza*, o iCam trabalha com um sistema de pontuações que variam de 0 a 100 para designar a pontuação final (0-3), tal como ocorre no indicador *Iluminação*. Esse sistema leva em consideração fatores como a presença de lixo e de bens irreversíveis, por exemplo. Assim, a Tabela 14 relaciona a classe de iCam com os parâmetros do indicador *Coleta de lixo e limpeza*. É possível observar que o parâmetro com maior tendência é a Presença de bens irreversíveis, que passará a ser referenciada apenas como Presença de entulho. A classe 0 de iCam possui 9 vezes mais segmentos com entulho que a classe 1.

Partindo-se disso, a Tabela 15 apresenta uma relação entre a Presença de entulho e as pontuações médias das categorias. Inicialmente percebe-se um decréscimo na média de iCam com a presença de entulho. Além disso, é possível perceber que as categorias com

maiores deltas entre as pontuações são as categorias Ambiente, da qual o indicador faz parte, e a categoria Atração. Assim esta última será analisada de forma a dar entendimento dessa relação.

O Gráfico 25 apresenta um resumo da relação entre a Presença de entulho e as variáveis da categoria Atração. Observa-se inicialmente que não há tendência entre a existência de entulho e o número de fachadas fisicamente permeáveis(a). Quando se observa a variável Porcentagem visualmente ativa, tem-se uma tendência de aumento dessa variável na ocorrência de entulho(b). Logo, numa observação inicial parece haver uma discrepância.

Tabela 14 - Variáveis do indicador Coleta de lixo e limpeza, segundo classe de iCam

iCam	% de segmentos			
	3 sacos de lixo ou mais	1 detrito a cada metro	Presença de lixo crítico	Presença de bens irreversíveis
<b>0</b>	56	20	4	36
<b>1</b>	32	8	0	4

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 15 - Nota média das categorias e do iCam, segundo presença de entulho

Presença de entulho	iCam	Ambiente	Calçada	Mobilidade	Atração	Seg. Viária	Seg. Pública
<b>Não</b>	1,6	0,9	0,8	2,0	1,1	0,1	1,3
<b>Sim</b>	1,1	0,3	0,7	1,7	0,4	0,0	1,3
$\Delta=$	0,5	0,6	0,1	0,3	0,7	0,1	0,0

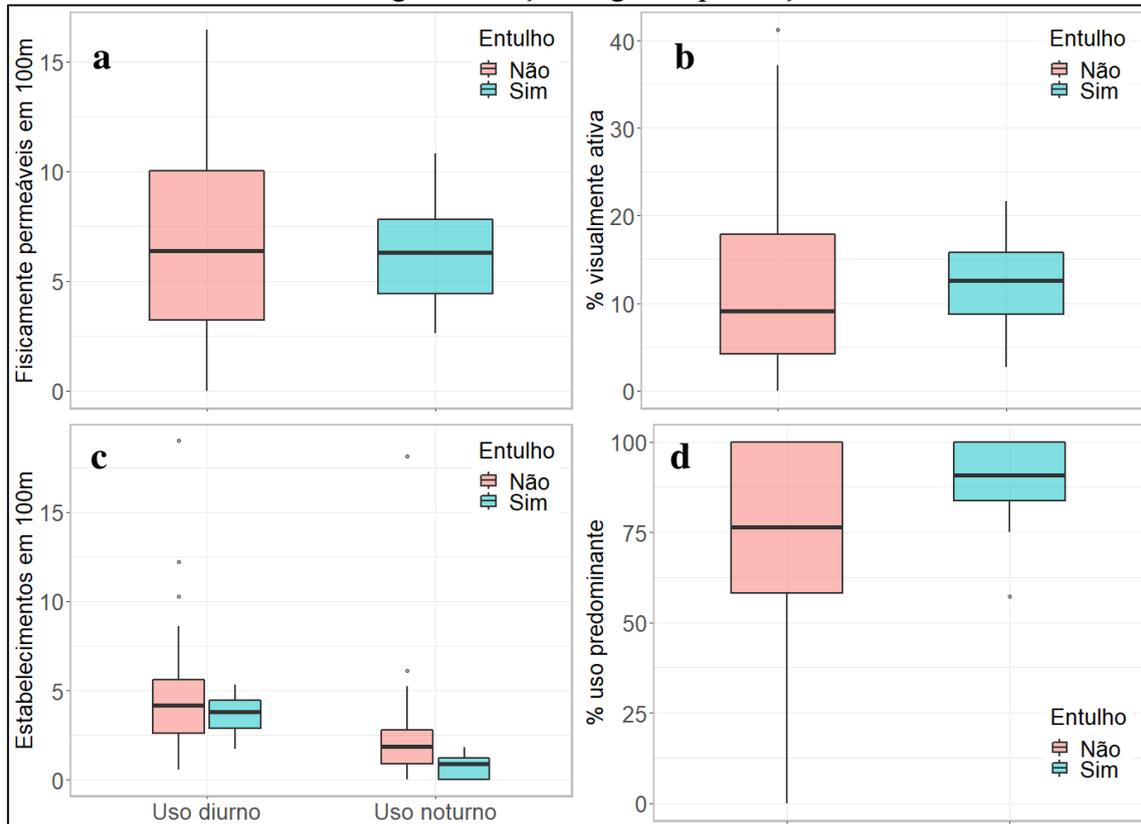
Fonte: elaborada pelo autor.

O indicador *Fachadas visualmente ativas* guarda uma relação forte com a Porcentagem de uso predominante, já que 88% dos usos predominantes nos segmentos em estudo é comercial. Logo, quando se observa o comportamento da Porcentagem de uso predominante (Gráfico 25-d) percebe-se que há uma tendência de crescimento pela existência de entulho, explicando de maneira indireta o comportamento apresentado pela Porcentagem visualmente ativa, que também cresce levemente na presença de entulho.

Quanto ao indicador *Uso público diurno e noturno*, observa-se no Gráfico 25 que há uma queda nos usos com a presença de entulho nos dois cenários, apesar da tendência de decréscimo no uso diurno ser baixa(Gráfico 25-c). A Tabela 16 evidencia as tendências apontadas nas análises dos gráficos a partir das médias das pontuações dos indicadores.

Assim, esses fatos somados, considerando principalmente os indicadores *Uso público* e *Usos mistos*, explicam a tendência de decréscimo da categoria Atração em relação a presença de entulho.

Gráfico 25 - Variáveis da categoria Atração, segundo presença de entulho



Fonte: elaborado pelo autor.

Devido a observação dos fatores elencados, o indicador *Coleta de lixo e limpeza* será inserido na avaliação relativa dos segmentos, apesar da relação com a Porcentagem visualmente ativa. Salienta-se que a sua inserção na avaliação dos segmentos, bem como a dos demais, será examinada a partir da correlação de Kendall.

Tabela 16 - Pontuações dos indicadores da categoria Atração, segundo presença de entulho

Presença de entulho	Pontuação média			
	Fisicamente permeável	Visualmente Ativo	Uso público	Usos Mistos
<b>Não</b>	2,3	0,25	1,38	2,03
<b>Sim</b>	2,4	0,1	0,3	0,9

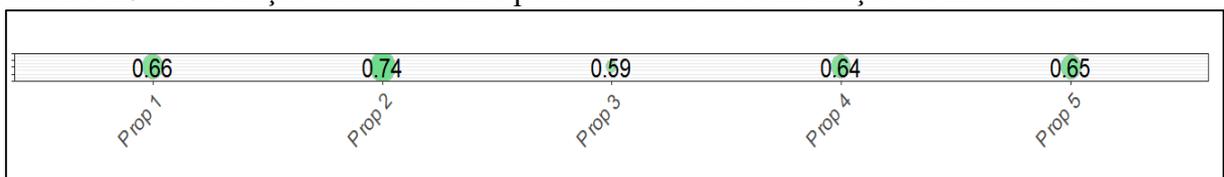
Fonte: elaborada pelo autor.

### 4.3 Avaliação relativa dos segmentos

Com as análises do tópico anterior elencaram-se quatro indicadores para compor a análise relativa dos segmentos: 1) *Largura*, o qual preza pela acomodação do fluxo de pedestres, dando uma perspectiva operacional à avaliação; 2) *Dimensão das quadras*, indicador relacionado a mobilidade, que preza pela oferta de rotas mais diretas para o pedestre; 3) *Uso público diurno e noturno*, o qual considera a oferta de atividades de utilização pública para o pedestre, prezando pela atratividade do ambiente em todos os períodos do dia e 4) *Coleta de lixo e limpeza*, o qual considera o nível de higiene do ambiente, prezando pelo conforto e garantindo a saúde e integridade do pedestre. A partir nas notas atribuídas a estes indicadores, fizeram-se cinco propostas para avaliação, através de combinações entre os indicadores.

Em cada combinação de indicadores, calculou-se um iCam utilizando apenas as notas atribuídas aos indicadores componentes. Posteriormente, calculou-se a correlação de Kendall entre as notas atribuídas pelo iCam e as notas atribuídas pelas combinações. Os resultados estão apresentados no Gráfico 26. Observa-se que a Proposição 2, composta pelos indicadores *Largura*, *Dimensão das quadras* e *Uso público diurno e noturno* apresentou a maior correlação entre suas pontuações e a do iCam, com um alto coeficiente de correlação, de 0,74. Assim, a avaliação relativa dos segmentos observará os indicadores dessa proposição.

Gráfico 26 - Correlação entre o iCam e possibilidades de combinação de indicadores



Fonte: elaborado pelo autor.

Onde:

Prop 1: combinação composta pelos 4 indicadores;

Prop 2: combinação dos indicadores *Largura*, *Dimensão das quadras* e *Uso público diurno e noturno*;

Prop 3: combinação dos indicadores *Largura*, *Dimensão das quadras* e *Coleta de lixo e limpeza*;

Prop 4: combinação dos indicadores *Largura*, *Uso público diurno e noturno* e *Coleta de lixo e limpeza*;

Prop 5: combinação dos indicadores *Dimensão das quadras*, *Uso público diurno e noturno* e *Coleta de lixo e limpeza*;

A Tabela 17 apresenta a distribuição de segmentos entre as pontuações de iCam e da combinação de indicadores selecionada para a avaliação. Observa-se que os 11 segmentos aos quais a combinação atribuiu pontuação 0 obtiveram a mesma pontuação no iCam. Além disso, todos os segmentos com nota 2 ou 3 na combinação obtiveram nota 1 no completo, a máxima para o trecho. Dessa forma, observa-se uma concordância relativa na designação dada aos segmentos, e uma filtragem de segmentos críticos.

Tabela 17 - Número de segmentos, segundo iCam e combinação de indicadores

<b>Pontuação no iCam</b>	<b>Pontuação na combinação</b>	<b>Número de segmentos</b>
<b>0</b>	0	11
<b>0</b>	1	14
<b>1</b>	1	6
<b>1</b>	2	16
<b>1</b>	3	3

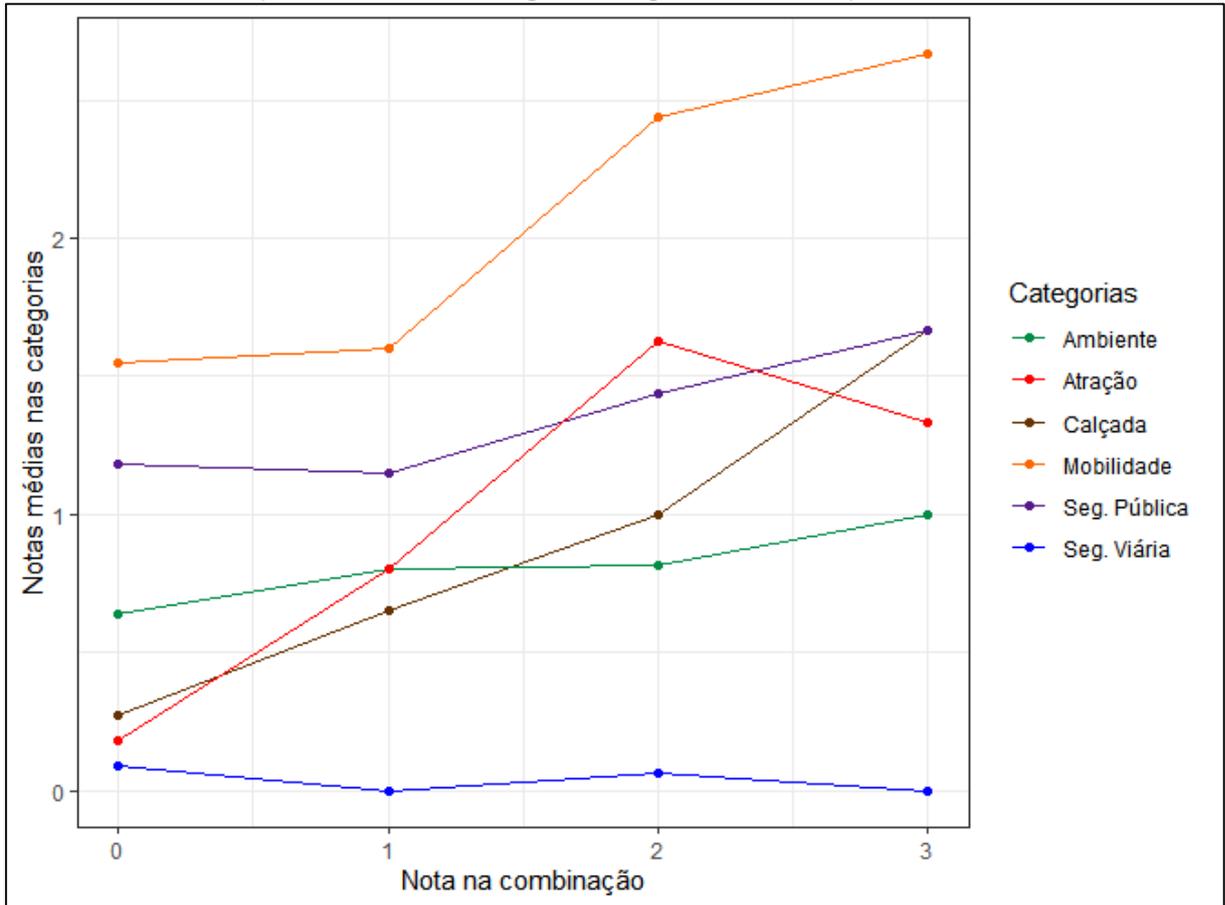
Fonte: elaborada pelo autor.

O Gráfico 27 apresenta as pontuações médias em cada categoria para as notas dadas pela combinação de indicadores. Observa-se uma tendência geral de crescimento em relação as notas. Essa tendência não é observada nas categorias: 1) Segurança Viária, na qual existem apenas dois segmentos com pontuação diferente de 0, impossibilitando analisar tendências e 2) Atração, da qual se considerou um indicador, o *Uso público diurno e noturno*.

Ocorrências como essa eram esperadas já que um índice composto por três indicadores não comporta os nuances de um índice de 15 indicadores. Assim, observando a correlação apresentada com o iCam, a compatibilidade nas pontuações 0 entre os indicadores e a tendência geral apresentada no Gráfico 27, entende-se que a combinação de indicadores satisfaz o objetivo de filtrar os segmentos críticos no trecho em estudo.

Por fim, a Figura 20 (página 83) apresenta os resultados da combinação de indicadores selecionadas, explicitando os 11 segmentos críticos encontrados, dos 25 indicados pelo iCam, aos quais se atribuiu pontuação 0.

Gráfico 27 - Pontuações médias nas categorias, segundo combinação de indicadores



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 20 - Resultados da avaliação relativa de segmentos, segundo notas da combinação de indicadores



Fonte: elaborada pelo autor.

## 5 CONCLUSÕES

O pedestre, como usuário dos sistemas de transporte, deve ser visto como tal dentro das novas concepções do planejamento urbano. Com os novos entendimentos de mobilidade e acessibilidade demarcados pelas políticas públicas, esse usuário deve assumir posição central nas decisões relacionadas aos transportes. A caminhabilidade deve ser entendida como um novo parâmetro a ser levado em consideração nessas decisões, visto sua capacidade de proporcionar um entendimento da visão do pedestre em relação ao meio urbano.

O índice de caminhabilidade do ITDP, iCam, é uma ferramenta que visa proporcionar o entendimento da perspectiva do pedestre dentro do ambiente urbano. Por meio dos seus 15 indicadores, busca-se ter uma visão holística das condições de caminhabilidade no meio urbano. Diante disso, este trabalho se propôs a fazer a aplicação do método iCam nos segmentos da Avenida Bezerra de Menezes, uma via arterial da cidade de Fortaleza no Ceará.

Neste trabalho, avaliaram-se todos os 50 segmentos de calçadas da via, totalizando 6.004 metros de calçadas analisadas. Coletando em 15 diferentes dias úteis, teve-se um dispêndio médio por segmento de 46 minutos, o que totalizou mais de 38 horas de coleta em campo. Apesar de dificuldades referentes a esse tempo de coleta e às características da cidade de Fortaleza, como o clima e a segurança pública, obteve-se êxito nesse processo.

Com esse esforço pode-se ter o entendimento da caminhabilidade na totalidade do trecho, observando a baixa variação de pontuações entre os segmentos. Com os resultados de todos os indicadores e das categorias, o trecho recebeu média geral no iCam de 1,13, conceituando a via como de caminhabilidade “suficiente”. De forma a entender as relações entre indicadores no trecho, fez-se uma análise exploratória dos dados.

Nessa análise exploratória pode-se observar fatores como relações entre a porcentagem de sombra no trecho e os fluxos diurno e noturno, os quais possuíram tendências diferentes e contrárias, já que a presença de sombra apresentou relação positiva com o fluxo diurno e negativa com o fluxo noturno.

Além disso, pode-se citar também a relação do fluxo noturno e a presença de obstruções no trecho, a qual foi uma relação negativa. Observou-se que média de fluxo noturno na presença de obstruções é metade da apresentada em segmentos sem obstruções. Disso chegou-se à conclusão que locais com obstruções são evitados pelo pedestre durante a noite devido à sensação de insegurança.

Outras observações importantes são feitas acerca da acessibilidade da avenida, mostrando que apenas 37% das travessias possuem rampas em conformidade e apenas 8% delas possuem piso tátil de alerta e direcional. Isso deixa explícita a falta de infraestrutura da avenida para atender usuários com mobilidade reduzida e/ou deficiências visuais.

Paralelamente a essas observações, verificou-se uma homogeneidade nos resultados mostrado pelo iCam (com pontuações variando entre 0 e 1). Devido a isso utilizou-se a etapa de análise exploratória dos dados para selecionar indicadores para uma avaliação relativa entre os segmentos, de forma a conseguir diferenciar os segmentos mais críticos com base nos parâmetros do iCam.

Para fazer essa avaliação, fez-se necessária a seleção dos indicadores com maior relação com as tendências de pontuações apresentadas pelo iCam. De modo a auxiliar nessa seleção, fez-se uma composição das categorias com maior variabilidade de pontuações e maior correlação com iCam, a qual denominou-se iCam composição. Essa composição assumiu o papel de fornecer uma segunda perspectiva para as variações observadas dentro do iCam, de modo a refinar a seleção de variáveis para a avaliação relativa do trecho.

Através de análises gráficas e estatísticas, quatro indicadores foram selecionados: *Largura*, *Dimensão das quadras*, *Uso público diurno e noturno* e *Coleta de lixo e limpeza*. A partir disso, com o intuito de proporcionar à avaliação relativa a maior relação possível com o iCam, analisaram-se as combinações entre os quatro indicadores. Essa análise partiu da verificação do coeficiente de correlação de Kendall, mais indicado para comparações entre classificações.

Após essa análise, definiu-se a combinação de indicadores a serem observados na avaliação, sendo ela composta pelos indicadores *Largura*, *Dimensão das quadras* e *Uso público diurno e noturno*. Essa combinação de indicadores obteve coeficiente de correlação de Kendall com o iCam de 0,74. Com as notas atribuídas por tal combinação, fez uma análise comparativa com os resultados das categorias e do iCam.

Nessa análise observou-se que a combinação de indicadores selecionou como trechos críticos (aqueles com pontuação 0) apenas segmentos que o iCam completo também elencou, fazendo assim uma filtragem dos mesmos. Além disso, observou-se que a pontuação das categorias do iCam, em geral, apresentaram comportamento esperado em relação as pontuações atribuídas pela combinação de indicadores.

Associando esses fatos à correlação calculada anteriormente, concluiu-se que a combinação definida, composta por três indicadores do iCam, foi capaz de filtrar os segmentos críticos no trecho, mantendo o entendimento dado pelo iCam completo. Essa

seleção de segmentos críticos pode ser utilizada, por exemplo, na definição de locais prioritários em intervenções por parte do poder público.

Salienta-se que o método de análise apresentado pode ser aplicado a outros segmentos e contextos. Com isso, o iCam, aliado a esse método, pode auxiliar o poder público na seleção de segmentos críticos. Esses segmentos podem torna-se foco de intervenções e projetos de caminhabilidade, acessibilidade e mobilidade, mesmo em áreas com características homogêneas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, H. Kendall Rank Correlation Coefficient. *The Concise Encyclopedia of Statistics*. [S.l: s.n.], 2008. .
- ABNT. *NBR 9050. Associação Brasileira de*. [S.l: s.n.], 2015
- AGUIAR, F. DE O. *Análise de métodos para avaliação da qualidade das calçadas*. . São Paulo: Universidade Federal de São Carlos. , 2003
- ANTP. *Relatório Geral 2016*. . [S.l: s.n.], 2018
- BRADSHAW, C. Creating -- And Using -- A Rating System For Neighborhood Walkability Towards An Agenda For “Local Heroes”. 1993, [S.l: s.n.], 1993. Disponível em: <[https://www.cooperative-individualism.org/bradshaw-chris\\_creating-and-using-a-rating-system-for-neighborhood-walkability-1993.htm](https://www.cooperative-individualism.org/bradshaw-chris_creating-and-using-a-rating-system-for-neighborhood-walkability-1993.htm)>.
- BRASIL. *Lei 12.587*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm)>. , 2012
- EMERY, J.; CRUMP, C.; BORS, P. Reliability and validity of two instruments designed to assess the walking and bicycling suitability of sidewalks and roads. *American Journal of Health Promotion*, 2003.
- EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, v. 76, n. 3, p. 265–294, 21 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944361003766766>>.
- FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. DA P. Índice de qualidade das calçadas - IQC. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, v. 23, p. 47–60, 2001.
- FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. DA P. *Rotas acessíveis: formulação de um índice de acessibilidade das calçadas*. . Goiânia: 15º Congresso de Transporte e Trânsito. , 2005
- FRANK, L. D. *et al.* The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British Journal of Sports Medicine*, v. 44, n. 13, p. 924–933, 1 out. 2010. Disponível em: <<http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2009.058701>>.
- FRUIN, J. J. Designing for pedestrians. A level- of- service concept. *Highw Res Rec*, 1971.
- GALLIN, N. Quantifying pedestrian friendliness - Guidelines for assessing pedestrian level of service. 2001, [S.l: s.n.], 2001.
- GILES-CORTI, B. *et al.* Developing a research and practice tool to measure walkability: A demonstration project. *Health Promotion Journal of Australia*, 2014.
- GOOGLE EARTH. *Vista superior da Avenida Bezerra de Menezes*.
- GULLÓN, P. *et al.* Intersection of neighborhood dynamics and socioeconomic status in

small-area walkability: The Heart Healthy Hoods project. *International Journal of Health Geographics*, 2017.

HALL, R. A. HPE's Walkability Index – Quantifying the Pedestrian Experience. 2010, [S.l: s.n.], 2010.

HAMED, M. M. Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings. *Safety Science*, 2001.

HCM. Highway Capacity Manual 2010. *Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC*, 2010.

IBGE. *Censo Demográfico*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/pesquisa/23/25207?tipo=ranking>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

ITDP. *Aplicação da Ferramenta Índice de Caminhabilidade (Walkability Index): Santo Cristo, Rio de Janeiro, Brasil*. . [S.l: s.n.]. , 2018<sup>a</sup>

ITDP. *Footpath Design: A guide to creating footpaths that are safe, comfortable, and easy to use*. . [S.l: s.n.]. , 2013

ITDP. *Índice de Caminhabilidade - Aplicação Piloto*. . [S.l: s.n.]. , 2016

ITDP. *Índice de Caminhabilidade - Versão 2.0 - Ferramenta*. . [S.l: s.n.]. , 2018b

ITDP. *Pedestrians First, Tools For a Walkable City*. . New York: [s.n.]. , 2018c

ITDP. TOD Standard. *Institute for Transportation and Development Policy*, 2017.

KEPPE JUNIOR, C. L. G. Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias. *Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP*, n. 24, p. 144, 1 dez. 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43591>>.

KHISTY, C. J. Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept. *Transportation Research Record*, 1994.

KRAMBECK, H. V. *The Global Walkability Index. Department of Urban Studies and Planning and the Department of Civil and Environmental Engineering*. [S.l: s.n.]. , 2006

LITMAN, T. A. Economic Value of Walkability. 2003, [S.l: s.n.], 2003.

MANAUGH, K.; EL-GENEIDY, A. Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, p. 306–3015, 2011.

MARMOT, M.; BRUNNER, E. Cohort profile: The Whitehall II study. *International Journal of Epidemiology*, 2005.

MAYNE, D. J. *et al.* An objective index of walkability for research and planning in the Sydney Metropolitan Region of New South Wales, Australia: An ecological study. *International Journal of Health Geographics*, 2013.

MERRIAN-WEBSTER DICTIONARY. “Walkable”. Disponível em: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/walkable>>. Acesso em: 18 jun. 2019.  
NACTO. *Global Street Design Guide*. [S.l: s.n.], 2016.

NANYA, L. M. *DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA AUDITORIA DA CAMINHABILIDADE EM ÁREAS ESCOLARES*. 2016. 150 f. UFSCar, São Carlos, 2016.

OECD; FORUM, I. TRANSPORT. Pedestrian Safety, Urban Space and Health. *International Transport Forum*, 2012.

OMS. Pedestrian safety: A road safety manual for decision-makers and practitioners. *World Health Organization*, 2013.

ONSV. *Estatísticas: Total de mortes em acidentes de trânsito no Brasil por ano*. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/portaldados/#/tables>>. Acesso em: 3 out. 2019.

PARK, S. *Defining, Measuring, and Evaluating Path Walkability, and Testing Its Impacts on Transit Users' Mode Choice and Walking Distance to the Station*. 2008. 240 f. University of California, 2008. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/0ct7c30p>>.

PREFEITURA DE FORTALEZA. *Apresentação - Caderno de boas práticas de calçadas*. Disponível em: <[https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/apresentacoes-oficias/apresentacao\\_caderno\\_de\\_boas\\_praticas\\_de\\_calçadas\\_do\\_plano\\_de\\_caminhabilidade.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/apresentacoes-oficias/apresentacao_caderno_de_boas_praticas_de_calçadas_do_plano_de_caminhabilidade.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2019a.

PREFEITURA DE FORTALEZA. *Cartilha de boas práticas para calçadas de Fortaleza*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/apresentacoes-oficias/CARTILHA-PMCFOR.pdf>>. , 2018b

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. . [S.l.]: Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org/>>. , 2019

SANTOS, P. M. DOS *et al.* *8 princípios das calçadas*. . [S.l: s.n.]. , 2017

SNPD. *Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência*. . Brasília: [s.n.]. , 2012

STEPANOV, A. *On the Kendall Correlation Coefficient*. . [S.l: s.n.]. , 2015

STOCKTON, J. C. *et al.* Development of a novel walkability index for London, United Kingdom: Cross-sectional application to the Whitehall II Study. *BMC Public Health*, 2016.

STREETMIX. *Esquema de vista transversal da Avenida Bezerra de Menezes*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <[www.streetmix.net](http://www.streetmix.net)>. , 2019

VARGAS, J. C. B. *Forma urbana e rota de pedestres*. . [S.l: s.n.]. , 2015

## APÊNDICE A – IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS EM ESTUDO

<b>ID</b>	<b>Segmento</b>	<b>ID</b>	<b>Segmento</b>
<b>A1</b>	Seg-A1-Pao-de-Acucar	<b>24</b>	Seg-24-CEBRAC
<b>A2</b>	Seg-A2-Casas-Freitas-Pao	<b>25</b>	Seg-25-Casa-Blanca
<b>1</b>	Seg-1-North-Shopping	<b>26</b>	Seg-26-Nao-Pelo
<b>2</b>	Seg-2-BB-North-Shopping	<b>27</b>	Seg-27-Marcelino-Freitas
<b>3</b>	Seg-3-Farmacia-FTB-North	<b>28</b>	Seg-28-Odonto-Rios
<b>4</b>	Seg-4-Fanor	<b>29</b>	Seg-29-North-S-Parte-2
<b>5</b>	Seg-5-Cabeleiros-Pele-Macia	<b>30</b>	Seg-30-Arcopy
<b>6</b>	Seg-6-Secretaria-de-Seguranca	<b>31</b>	Seg-31-Suple-Pet
<b>7</b>	Seg-7-Pague-Menos-Aco	<b>32</b>	Seg-32-Cantinho-da-Racao
<b>8</b>	Seg-8-Aco-Aluminio	<b>33</b>	Seg-33-Assai-Fim
<b>9</b>	Seg-9-Posto-Gaviao	<b>34</b>	Seg-34-Acalanto
<b>10</b>	Seg-10-Lado-Posto-Gaviao-Av-Jose-Jatahy	<b>35</b>	Seg-35-Praca-Otavio-Bonfim
<b>11</b>	Seg-11-Trilhos-Bar	<b>36</b>	Seg-36-Delegacia-3-Distrito
<b>12</b>	Seg-12-Pizzaria-Doro	<b>37</b>	Seg-37-Calcao
<b>13</b>	Seg-13-Auto-Escola-Jose-Felix	<b>38</b>	Seg-38-Normatel
<b>14</b>	Seg-14-Papelaria-Tukano	<b>39</b>	Seg-39-Fortunato-Tend-Tudo
<b>15</b>	Seg-15-Banco-do-Nordeste	<b>40</b>	Seg-40-Invictus-Idiomas
<b>16</b>	Seg-16-Jacauna	<b>41</b>	Seg-41-Clinica-CEM
<b>17</b>	Seg-17-Instituto-dos-Cegos	<b>42</b>	Seg-42-Habibs
<b>18</b>	Seg-18-Drogasil-Pao	<b>43</b>	Seg-43-Carmehil
<b>19</b>	Seg-19-Mega-Acai	<b>44</b>	Seg-44-EEEP-Presidente
<b>20</b>	Seg-20-Tropicos-Lanches	<b>45</b>	Seg-45-Giga-Play
<b>21</b>	Seg-21-Igreja-São-Gerardo	<b>46</b>	Seg-46-IZ-Com
<b>22</b>	Seg-22-Colegio-Master	<b>47</b>	Seg-47-Dom-Speto
<b>23</b>	Seg-23-Prepara-Cursos	<b>48</b>	Seg-48-R7-Informática



## APÊNDICE C – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (A1-23): PARTE 2

ID	Indicadores		Categoria	Indicadores		Categoria	Indicadores			Categoria	iCam
	Tipologia da rua	Travessias		Segurança viária	Iluminação		Fluxo de pedestres diurno e noturno	Segurança pública	Sombra e Abrigo		
A1	0,00 insuficiente	0,11 insuficiente	0,05 insuficiente	2,57 bom	0,48 insuficiente	1,52 suficiente	0,32 insuficiente	0,89 insuficiente	2,05 bom	1,09 suficiente	1,13 suficiente
A2	0	2	1	2	1	1	1	0	3	1	0
1	0	0	0	3	3	3	0	1	3	1	1
2	0	0	0	3	2	2	0	0	3	1	1
3	0	0	0	3	1	2	0	0	1	0	1
4	0	0	0	3	0	1	0	1	3	1	1
5	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	1
6	0	0	0	2	0	1	1	1	3	1	1
7	0	0	0	2	0	1	0	1	2	1	1
8	0	0	0	3	0	1	0	1	1	0	0
9	0	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0
10	0	0	0	2	0	1	0	1	3	1	0
11	0	0	0	2	1	1	0	1	2	1	0
12	0	0	0	3	1	2	1	1	3	1	1
13	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0
14	0	0	0	2	1	1	0	1	3	1	1
15	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0
16	0	0	0	3	0	1	0	2	1	1	0
17	0	0	0	2	0	1	0	0	3	1	0
18	0	0	0	2	0	1	0	0	3	1	1
19	0	0	0	3	0	1	0	1	3	1	1
20	0	0	0	3	0	1	1	1	3	1	1
21	0	0	0	3	0	1	0	1	3	1	0
22	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	0
23	0	0	0	3	1	2	0	1	0	0	0

## APÊNDICE D – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (24-50): PARTE 1

ID	Indicadores		Categoria		Indicadores		Categoria		Indicadores			Categoria		
	Pavimentação	Largura	Calçada		Dimensão das quadras	Distância a pé ao transporte		Mobilidade	Fachadas fisicamente permeáveis	Fachadas visualmente permeáveis	Uso público diurno e noturno	Usos Mistos	Atração	
24	0	0	0	0	2	2	2	2	1	0	0	0	0	
25	1	0	0	0	2	1	1	1	3	0	3	3	2	
26	1	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	
27	0	2	1	1	2	3	2	2	3	0	0	0	0	
28	2	0	1	1	2	3	2	2	3	0	0	0	0	
29	0	2	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	2	
30	0	2	1	1	3	3	3	3	3	1	2	3	2	
31	0	2	0	0	3	3	3	3	3	0	1	3	1	
32	0	0	0	0	1	3	2	3	0	1	0	0	2	
33	1	0	0	0	3	3	3	3	2	0	3	3	0	
34	1	0	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	2	
35	0	3	1	1	3	3	3	3	0	0	2	3	1	
36	1	2	1	1	3	3	3	3	2	0	0	0	0	
37	0	3	1	1	3	2	2	2	0	0	3	0	0	
38	1	0	0	0	2	2	2	2	1	1	0	0	0	
39	1	2	1	1	3	2	2	2	2	0	2	3	1	
40	1	2	1	1	3	1	2	2	3	0	1	3	1	
41	1	0	0	0	3	0	1	1	1	0	0	0	0	
42	1	0	0	0	1	0	0	0	3	2	2	3	2	
43	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	
44	1	2	1	1	2	3	2	2	3	0	0	0	0	
45	2	0	0	0	2	3	2	2	1	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	3	2	2	2	3	2	2	3	2	
47	1	2	1	1	3	2	2	2	3	0	2	3	2	
48	1	2	1	1	3	2	2	2	3	1	1	3	1	

## APÊNDICE E – DISCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS (24-50): PARTE 2

ID	Indicadores		Categoria	Indicadores		Categoria	Indicadores			Categoria	iCam
	Tipologia da rua	Travessias		Segurança viária	Iluminação		Fluxo de pedestres diurno e noturno	Segurança pública	Sombra e Abrigo		
24	0	0	0	3	0	1	1	2	1	1	0
25	0	0	0	3	0	1	0	1	3	1	0
26	0	0	0	3	0	1	2	0	1	1	0
27	0	0	0	2	0	1	1	0	3	1	0
28	0	0	0	3	1	2	0	1	1	0	0
29	0	3	1	3	1	2	0	1	3	1	1
30	0	0	0	3	1	2	0	1	3	1	1
31	0	0	0	2	1	1	1	0	3	1	1
32	0	0	0	3	1	2	1	1	3	1	1
33	0	0	0	2	1	1	2	1	3	2	0
34	0	0	0	2	0	1	0	1	3	1	1
35	0	0	0	2	0	1	1	1	3	1	1
36	0	0	0	2	0	1	1	1	3	1	1
37	0	0	0	3	1	2	0	1	2	1	1
38	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	0
39	0	0	0	3	1	2	1	1	3	1	1
40	0	0	0	3	1	2	0	1	1	0	1
41	0	0	0	2	0	1	1	1	3	1	0
42	0	0	0	3	1	2	0	0	1	0	0
43	0	0	0	2	1	1	0	1	2	1	0
44	0	0	0	2	0	1	0	1	2	1	0
45	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	0
46	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	1
47	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	1
48	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	1