

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Franciele Oliveira Rauber**

**APLICAÇÃO DE MÉTODO PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE  
CAMINHABILIDADE: ANÁLISE DE ENTORNO DE  
EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL SEM VAGA DE  
ESTACIONAMENTO**

Porto Alegre  
Setembro/2023

**FRANCIELE OLIVEIRA RAUBER**

**APLICAÇÃO DE MÉTODO PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE  
CAMINHABILIDADE: ANÁLISE DE ENTORNO DE  
EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL SEM VAGA DE  
ESTACIONAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de  
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia  
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Ana Margarita Larrañaga Uriarte**

Porto Alegre  
Setembro/2023

**FRANCIELE OLIVEIRA RAUBER**

**APLICAÇÃO DE MÉTODO PARA CÁLCULO DE ÍNDICE DE  
CAMINHABILIDADE: ANÁLISE DE ENTORNO DE  
EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL SEM VAGA DE  
ESTACIONAMENTO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 11 de setembro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Ana Margarita Larrañaga Uriarte (UFGRS)**  
Dra. Pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

**Prof. Letícia Dexheimer (UFPEL)**  
Dra. Pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Eng. Giovana Facchini (UFRGS)**  
Mestranda Pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço e compartilho esse momento com minha família e amigos, que me acompanharam até aqui e fizeram tudo ser mais bonito e divertido.

Agradeço ao meu pai, Ilário, que sempre me acompanhou e me incentivou a ser independente desde pequena e vencer os desafios da vida.

Agradeço a minha mãe, Rosângela, minha parceira de vida e de conversas, que é meu exemplo de felicidade e amor ao próximo.

Agradeço ao meu amor, Guilherme, por me acompanhar em todos esses anos de graduação, que fez tudo ser mais leve, mais lindo e mais especial. Que segurou minha mão em todos os momentos e sempre me fez acreditar que é possível.

Agradeço à minha orientadora Ana, por ser tão querida e prestativa em nossas trocas.

Por fim, agradeço à oportunidade que tive de cursar Engenharia Civil em uma universidade pública e de qualidade como a UFRGS, de conhecer pessoas e me desenvolver intensamente a partir disso.

“Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos  
extraordinários.”  
*C.S Lewis*

## RESUMO

A caminhabilidade diz respeito à qualidade do ambiente construído em relação aos deslocamentos a pé. Em um contexto de Brasil em que a população de baixa renda é frequentemente alocada em áreas mais baratas e, conseqüentemente, periféricas, pensar em caminhabilidade nunca foi uma das prioridades para esse público. Em contraponto, incorporadoras que constroem para habitação de interesse social estão buscando maneiras de ocupar áreas mais centrais, visando um aumento do preço de venda em detrimento aos aumentos de custo na construção. Ao encontro disso o empreendimento America Residence, que se localiza no bairro Jardim Carvalho, a 200 metros de uma avenida, conseguiu esse feito na redução de suas vagas de estacionamento em 100%, adensando ao máximo o terreno. Nesse cenário, o presente trabalho buscou mensurar a caminhabilidade no entorno do empreendimento America Residence, visando entender se a escolha de implantação do empreendimento foi adequada em relação à estrutura de mobilidade oferecida aos seus moradores. Para isso, aplicou-se o método de cálculo de índice de caminhabilidade desenvolvido por Arellana et al. (2019), que demonstrou que o índice de caminhabilidade no entorno do empreendimento ainda é baixo, devido ao seu histórico de ocupação residencial, com ruas e calçadas estreitas. Entende-se que a caminhabilidade das ruas mais próximas do empreendimento é adequada, sendo ainda afetada negativamente por fatores como segurança viária e segurança pessoal, que receberam valores baixos em suas análises.

Palavras-chave: Índice de caminhabilidade. Habitação de interesse social. Vaga de estacionamento. Bairro Jardim Carvalho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho radiocêntrico de Porto Alegre em 1928.....	16
Figura 2 - Fatores e componentes definidos para cálculo da caminhabilidade.....	22
Figura 3 - Implantação do empreendimento America Residence.....	25
Figura 4 - Localização do empreendimento America Residence no bairro Jardim Carvalho.....	26
Figura 5 - Delimitação do raio caminhável de 500 metros a partir do centro do empreendimento.....	27
Figura 6 - Identificação dos segmentos viários a serem analisados.....	28
Figura 7 - Distância entre o ponto de policiamento mais próximo e o America Residence.....	33
Figura 8 - Mapa de caminhabilidade para raio caminhável no entorno do empreendimento analisado.....	38
Figura 9 - Classificação dos segmentos por grupos de índice de caminhabilidade.....	39
Figura 10 - Via com melhor índice de caminhabilidade atribuído na região.....	40
Figura 11 - Pior via analisada no valor de índice de caminhabilidade.....	41
Figura 12 - Trecho da Via de Acesso Nove, exemplo de via com caminhabilidade ruim	42
Figura 13 - Trecho da Via Sete, exemplo de via com caminhabilidade ruim.....	42
Figura 14 - Trecho da Av. Antônio de Carvalho, exemplo de via com caminhabilidade mediana.....	43
Figura 15 - Mapa de caminhabilidade com foco no entorno do empreendimento America Residence.....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ranking de variáveis de impacto muito negativo na caminhabilidade no Brasil.....	19
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos definidos para os 5 fatores para análise da caminhabilidade.....	22
Tabela 2 - Pesos definidos para os 25 componentes para análise da caminhabilidade.....	23
Tabela 3 - Definição dos valores atribuídos para largura da calçada.....	29
Tabela 4 - Definição dos valores atribuídos para qualidade da calçada.....	29
Tabela 5 - Definição dos valores atribuídos para continuidade da infraestrutura.....	30
Tabela 6 - Definição dos valores atribuídos para estacionamento de veículos.....	30
Tabela 7 - Definição dos valores atribuídos para obstáculos na calçada.....	31
Tabela 8 - Definição dos valores atribuídos para velocidade veicular.....	31
Tabela 9 - Definição dos valores atribuídos para volume veicular.....	32
Tabela 10 - Definição dos valores atribuídos para tempo de cruzamento da via.....	32
Tabela 11 - Definição dos valores atribuídos para movimentação.....	34
Tabela 12 - Definição dos valores atribuídos para limpeza.....	35
Tabela 13 - Definição dos valores atribuídos para árvores.....	35
Tabela 14 - Definição dos valores atribuídos para visibilidade agradável.....	36
Tabela 15 - Definição dos valores atribuídos para zona comercial.....	37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	13
2.1 OBJETIVOS .....	13
2.2 JUSTIFICATIVA .....	13
2.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES.....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
3.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E SEUS PADRÕES ESPACIAIS .....	15
3.2 ESCALAS DE MEDIÇÃO DA CAMINHABILIDADE .....	17
3.3 VARIÁVEIS RELEVANTES NA ANÁLISE DE CAMINHABILIDADE SOB A ÓTICA DO PEDESTRE .....	18
3.4 HIERARQUIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS NA COMPRA DE UM IMÓVEL .....	20
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	21
4.1 SELEÇÃO DOS FATORES E COMPONENTES .....	21
4.2 ESTIMATIVA DE PESO PARA CADA COMPONENTE E FATOR .....	22
4.3 COLETA DE DADOS.....	23
4.4 CÁLCULO DE ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE.....	24
<b>5 ESTUDO DE CASO</b> .....	25
5.1 EMPREENDIMENTO ESTUDADO .....	25
5.2 DEFINIÇÃO DOS VALORES ATRIBUÍDOS.....	28
5.3 RESULTADOS .....	38
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Incorporar um empreendimento de habitação popular é sempre um desafio, já que, por ser um produto com venda direcionada a um público majoritariamente de renda mais baixa, é preciso buscar um baixo custo de investimento para conciliar com um preço de venda adequado aos parâmetros deste mercado.

Nesse contexto, historicamente tem-se como padrão operacional a instalação desse modelo de empreendimento em zonas mais periféricas das cidades, onde os parâmetros de custo e preço podem ser alinhados de forma efetiva e gerar lucro para as incorporadoras (RUBIN e BOLFE, 2014).

Em contraponto, nos últimos anos, houve um aumento expressivo nos custos da construção civil, o que fez com que as incorporadoras precisassem inovar, justificando um aumento nos preços de vendas para regulação do mercado imobiliário. Uma das estratégias utilizadas, para alcance de novas faixas de renda, foi a busca por espaços em regiões mais centrais, em que os preços de aquisição de terrenos são, conseqüentemente, mais altos (CNN, 2021; EDITAL CONCURSOS BRASIL, 2023).

Para que os empreendimentos continuassem sendo viáveis com esse upgrade na localização, foi necessário um adensamento ao máximo da área a ser construída, ou seja, conseguir inserir o máximo de unidades habitacionais possíveis no terreno disponível. Para alcançar o índice de aproveitamento máximo do terreno, diminuir áreas de lazer e vagas de estacionamento foram saídas para viabilizar essa estratégia.

Nesse sentido, o empreendimento America Residence, que está sendo construído e comercializado no Bairro Jardim Carvalho, na cidade de Porto Alegre, é alvo do presente trabalho, justamente por ser um empreendimento de habitação popular localizado em uma microrregião habitada por empreendimentos de médio padrão (VANACOR, 2016). O que possibilitou esse feito: 0 vagas de estacionamento presentes no empreendimento.

Diante desse contexto a caminhabilidade, que pode ser definida como a qualidade do ambiente construído em relação aos deslocamentos a pé, torna-se um aspecto relevante e valorizado na análise de compra de tal imóvel, justamente pela necessidade de deslocamentos a pé gerados pelo novo produto.

Dessa forma, o presente trabalho visa mensurar a caminhabilidade no entorno do empreendimento America Residence, através do método desenvolvido por Arellana et al. (2019), que objetiva calcular o índice de caminhabilidade em uma cidade latino-americana, através da percepção de usuários de cidades latino-americanas.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

### **2.1 OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo mensurar a caminhabilidade no entorno de um empreendimento de habitação popular sem vaga de estacionamento, localizado na cidade de Porto Alegre/RS. A quantificação será feita através da aplicação de um método desenvolvido por Arellana et al. (2019), que visa calcular um índice de caminhabilidade baseado nas percepções de usuários de cidades latino-americanas.

### **2.2 JUSTIFICATIVA**

Viu-se como pertinente tal análise para entender sobre a caminhabilidade no entorno do empreendimento America Residence, já que o mesmo não possui vagas de estacionamento e uma das formas de locomoção que serão mais utilizadas por seus moradores será o deslocamento a pé. A partir de tal estudo será possível analisar se a escolha do local de implantação do produto foi correta, oferecendo condições adequadas de viagens aos seus usuários.

## 2.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

O estudo de caminhabilidade restringir-se-á ao raio caminhável de 500 metros delimitado a partir do centro do empreendimento foco da análise, que se entende como uma distância de caminhada adequada ao pedestre no seu dia a dia (GEHL, 2013; LARRAÑAGA, 2014). Ademais, o estudo será baseado na aplicação de um método para cálculo de índice de caminhabilidade já desenvolvido anteriormente, ou seja, utilizará componentes, fatores e pesos pré-definidos, que trarão resultados coerentes e pertinentes para o tempo disponível para análise.

É importante destacar que o método a ser aplicado é baseado em análises críticas, sendo algumas objetivas, mas também possuindo análises subjetivas, que podem ser influenciadas pelas opiniões do avaliador e suas experiências de vida. Além disso, o estudo é feito para um recorte temporal específico, através da análise de dados levantados nas ferramentas de apoio, como Google Earth e Street View. Por conta disso, mudanças na configuração da cidade que ocorrerem ao longo da pesquisa não serão consideradas no estudo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E SEUS PADRÕES ESPACIAIS

O déficit habitacional é uma realidade do Brasil. Segundo pesquisa divulgada pela Fundação João Pinheiro (2020), 8,2% das moradias do Brasil encontram-se em condições precárias, com aluguéis elevados ou são domicílios de coabitação. Diante disso, políticas públicas de incentivo à moradia tem forte expressividade no país, principalmente com programas de incentivo à moradia em larga escala, como o Programa Minha Casa Minha Vida, instituído pelo Governo Federal em 2009 (QUEIROZ, 2012; RUBIN e BOLFE, 2014).

Entretanto, algumas problemáticas são apontadas na execução de tais programas, já que o foco se concentra na quantidade de unidades a serem produzidas, deixando de lado pontos importantes como acessibilidade, conectividade e caminhabilidade dos locais em que os empreendimentos estão inseridos. Para empreendimentos da faixa 1, em que 100% do financiamento é subsidiado pela Caixa Econômica Federal, a localização dos empreendimentos é escolha do município. Para empreendimentos da faixa 2 e 3 a localização é escolha das incorporadoras, que são responsáveis desde a compra do terreno, até a comercialização das unidades. Nesses casos, é sabido do interesse no lucro pelo setor privado. Sendo assim, a busca por terrenos mais baratos e com localizações menos privilegiadas, mostra-se como uma das saídas para compensar o baixo preço de venda dessas unidades habitacionais (GOBBATO ET AL., 2016; LIMA e LAY, 2015).

Analisando a cidade de Porto Alegre, a mesma possui um desenho radiocêntrico, conforme ilustrado na Figura 1, ou seja, uma construção de território a partir do Centro Histórico, com vias radiais integrando esse núcleo em diferentes direções. Em pesquisa realizada por Gobbato et al.. (2016) sobre os padrões de localização de empreendimentos de habitação de interesse social, identificou-se apenas um dentre 19 conjuntos habitacionais localizados numa faixa de integração com o centro, demonstrando uma segregação espacial desse tipo de habitação,

principalmente dos empreendimentos de faixa 1. Em uma comparação entre localização de moradia e oportunidades de emprego, nota-se que as distâncias percorridas por moradores de baixa renda aos seus trabalhos é maior do que moradores de mais altas rendas, já que as oportunidades de trabalho se encontram, em sua maioria, no centro, seguindo a premissa de segregação espacial da população mais pobre (GOBBATO et al., 2016).

Figura 1 - Desenho radiocêntrico de Porto Alegre em 1928



(fonte: blog à beira do urbanismo, acesso em 09 de agosto de 2023))

### 3.2 ESCALAS DE MEDIÇÃO DA CAMINHABILIDADE

Caminhabilidade pode ser definida como a qualidade do ambiente construído em relação aos deslocamentos a pé. O conceito de caminhabilidade compreende aspectos do ambiente construído como as condições e dimensões das calçadas, a atratividade, a densidade residencial, a percepção de segurança pública e viária, entre outros atributos que podem influenciar o ato de caminhar (BURDEN, 2001; LITMAN, 2003).

Com o intuito de conseguir quantificar a caminhabilidade, existem duas escalas que medem as variações do ambiente construído. A mesoescala, que diz respeito aos aspectos gerais da forma urbana, buscando homogeneizar as características dentro de uma mesma zona de estudo, e a microescala, caracterizada pela análise de aspectos do ambiente na escala do pedestre, de forma mais detalhada (LARRAÑAGA, 2019; PIRES, 2018).

Nota-se que, a maior parte dos estudos de caminhabilidade levam em consideração nas suas análises, aspectos de mesoescala. Isso porque, apesar de ser uma forma de análise igualmente relevante, a microescala tem uma operacionalização muito mais onerosa, justamente por tratar de características diretamente percebidas pelos pedestres, como a presença de árvores, largura e qualidade das calçadas, que demandam mais tempo e mais investimentos de pesquisa (KIM, 2014).

Analisadas como grupo, as variáveis de mesoescala são mais importantes que as de microescala. Isso porque, estratégias de planejamento e desenho urbano sugerem abordagens de mesoescala para alcançar uma maior densidade, uso misto do solo e conectividade das vias, o que gera altos índices de caminhabilidade. Em contraponto, são soluções que exigem investimentos massivos para mudança na estrutura urbana. Alterações em parâmetros de microescala podem ser mais viáveis e fáceis de serem realizados, melhorando a qualidade dos ambientes de caminhada e, conseqüentemente, a satisfação dos pedestres, que influencia diretamente nos indicadores de uma boa caminhabilidade. (KIM, 2014)

A primeira tentativa de medir caminhabilidade no mundo foi desenvolvida em Ottawa, no Canadá, por Bradshaw (1993). O índice leva em conta 10 questões a serem respondidas sobre características que influenciam na caminhabilidade, como densidade, locais de estacionamento, idade segura para crianças andarem na rua, entre outros. O interesse nessa quantificação surge na intenção de medir a caminhabilidade como forma de influência no valor de impostos e taxas,

de forma a incentivar o estabelecimento de ambientes caminháveis, que influenciam não só na infraestrutura de transporte, mas em diversos aspectos do bairro como um todo. (FERREIRA, 2019)

Assim como Bradshaw, outros estudos foram desenvolvidos ao longo dos anos e utilizaram, ao mesmo tempo, variáveis de micro e mesoescala, combinação que traduz de forma mais realista o ambiente caminhável. O método utilizado para o presente trabalho utiliza variáveis em ambas as escalas, classificando os componentes a serem utilizados em 4 grandes fatores (condição da calçada, segurança e proteção no trânsito, conforto e atratividade). Tais fatores foram definidos de acordo com a hierarquia das necessidades de locomoção, desenvolvida por Alfonzo (2005).

Segundo Alfonzo, ao decidir caminhar uma pessoa passa por uma estrutura de decisão hierárquica, em que algumas necessidades são mais básicas do que outras. Essa hierarquia identifica cinco níveis de necessidades que são considerados na tomada de decisão de caminhar ou não. Nesse cenário, se uma necessidade básica não é atendida, o indivíduo nem cogita analisar outra característica da hierarquia.

### 3.3 VARIÁVEIS RELEVANTES NA ANÁLISE DE CAMINHABILIDADE SOB A ÓTICA DO PEDESTRE

Cidade para pessoas e não para carros. Em um contexto global de aumento expressivo das frotas de veículos e precarização da qualidade do ar e do trânsito, percebe-se um movimento coletivo de estudo e incentivo de modalidades de deslocamentos não motorizadas, como a bicicleta e o caminhar. Nesse sentido, entender quais os fatores promovem e inibem os deslocamentos a pé é essencial, tendo em vista que, para promover uma mudança cultural, é necessário modificar, não somente o espaço urbano em si, como também a percepção dos usuários em relação ao ambiente construído, que pode estimular ou desestimular a realização de deslocamentos a pé. (RUIZ-PADILLO, LARRAÑAGA, PASQUAL, 2016)

Ante ao exposto, são diversos os índices desenvolvidos para medir a caminhabilidade em bairros e cidades. Alguns consideram apenas variáveis objetivas nas suas análises, como o Walkscore.com (2010). Outros, desenvolvidos em menor escala, englobam também variáveis

subjetivas, que levam em consideração a percepção dos usuários, como o método desenvolvido por Arellana et al. (2019).

Barros, Martínez e Viegas (2014), em estudos sobre o que promove e inibe os deslocamentos a pé, definiram quais as variáveis com impacto muito negativo para caminhabilidade no Brasil, conforme Quadro 1 apresentado abaixo:

Quadro 1 - Ranking de variáveis de impacto muito negativo na caminhabilidade no Brasil

1º	Ausência de iluminação	84%
2º	Ausência de calçada - largura da calçada	79%
3º	Calçada com muitos buracos	76%
4º	Carros estacionados na calçada	71%
5º	Ausência de faixa de pedestre	68%

(fonte: adaptado de Barros, Martínez e Viegas, 2016)

Nota-se que estes são aspectos de análise em microescala, ou seja, que consideram a ótica do pedestre, o que ressalta a importância da realização de pesquisas e indicadores que consideram esse tipo de análise. Além disso, no mesmo estudo entendeu-se que as variáveis consideradas de impacto muito positivo para caminhabilidade são similares às negativas, porém com um grau de importância menor, demonstrando uma reatividade maior dos usuários aos aspectos negativos.

Outro fator importante a ser destacado é que a maioria dos estudos com variáveis subjetivas considera apenas segurança no trânsito, e não segurança de uma forma geral, já que em países desenvolvidos, locais com maior concentração de pesquisas sobre caminhabilidade, a segurança contra o crime para pedestres acaba não sendo tão relevante.

### 3.4 HIERARQUIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS NA COMPRA DE UM IMÓVEL

Os atributos de localização que influenciam na compra de um imóvel, muitas vezes, se confundem com os fatores de medição da caminhabilidade. Características como presença de comércios e serviços, acesso ao transporte público, condições de calçadas, atratividade visual e policiamento das ruas são componentes utilizadas para medição da caminhabilidade pela perspectiva do usuário, o mesmo que pode ter interesse em comprar um imóvel ou não nessa mesma localização (ALMEIDA, 2018).

Segundo Gomes (2015), em uma análise sobre atributos valorizados pelos compradores do Programa Minha Casa Minha Vida, a localização do imóvel apareceu como uma variável pouco relevante para 66% dos entrevistados. Dentre aqueles que entenderam a localização como um fator importante, o acesso facilitado ao transporte público foi o fator mais citado.

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho utilizará como método para cálculo do índice de caminhabilidade o desenvolvido por Arellana et al. (2019). Tal metodologia divide-se em três etapas: seleção de fatores e componentes para medir caminhabilidade, estimativa de peso para cada fator e componente, coleta de dados e estimativa do índice de caminhabilidade.

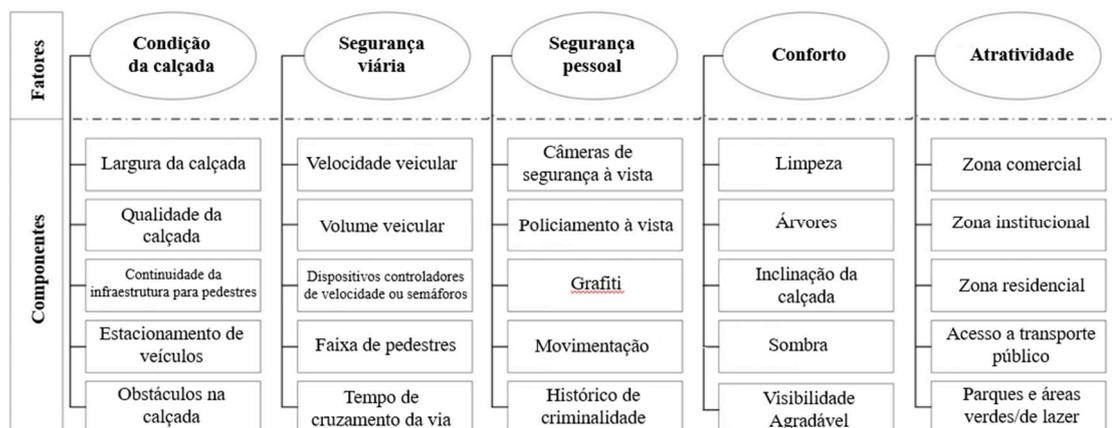
### 4.1 SELEÇÃO DOS FATORES E COMPONENTES

Acompanhando as etapas definidas no método desenvolvido por Arellana et al. , na composição de um índice de caminhabilidade os fatores, definidos como conceitos teóricos que precisam ser medidos, são unidades de análise não mensuráveis, ou seja, que não podem ser observadas por si só. Por conta disso, define-se um conjunto de componentes observáveis representativa de cada fator, essas sim medidas mensuráveis e que permitem a quantificação dos fatores a serem analisados.

Nesse contexto, as componentes e fatores escolhidos para utilização no método foram selecionadas de acordo com sua relevância para medir as condições de caminhada dos ambientes construídos, tendo como base uma revisão da literatura feita para os anos de 2009 a 2018.

É importante destacar que as componentes e fatores selecionados, que são apresentados na Figura 2, podem ser variáveis de micro e mesoescala, visando uma análise mais robusta na construção do índice. Por exemplo, para mensurar a atratividade de um local, a maioria dos componentes relacionados são medidos de forma generalizada para a região em análise. Enquanto isso, os outros fatores, como condição de calçada, segurança e conforto são avaliados na escala do pedestre.

Figura 2 - Fatores e componentes definidos para cálculo da caminhabilidade



(fonte: adaptado de Arrelana et al., 2019)

## 4.2 ESTIMATIVA DE PESO PARA CADA COMPONENTE E FATOR

Seguindo o modelo de Arellana et al. (2019), para a etapa de estimativa de pesos replicou-se os valores encontrados para o estudo feito em Barranquilla. Os valores foram encontrados a partir da aplicação de uma pesquisa que se utiliza do modelo de escolha discreta, o qual possibilita estimar, a partir da análise de rankings, diferentes pesos para cada fator e componente, com base na utilidade de cada fator dentre todos. Os participantes da pesquisa determinam a ordem de importância de dois grupos: das variáveis não mensuráveis, chamadas de fatores, e das variáveis mensuráveis, nomeadas como componentes. A importância final de cada fator e componente é obtida utilizando modelos de regressão logística multinomial. A réplica de tais pesos para a presente pesquisa foi considerada adequada, justamente pelo método já ter sido aplicado e validado para uma cidade latino-americana, com características similares à cidade de Porto Alegre. Os valores de pesos a ser utilizados são apresentados na Tabela 1 e Tabela 2 abaixo:

Tabela 1 - Pesos definidos para os 5 fatores para análise da caminhabilidade

Fator	Peso
Condição da calçada	0,135
Segurança viária	0,247
Segurança pessoal	0,409
Conforto	0,14
Atratividade	0,069

(fonte: adaptado pela autora de Arellana et al., 2019)

Tabela 2 - Pesos definidos para os 25 componentes para análise da caminhabilidade

<b>Fator</b>	<b>Componente</b>	<b>Importância</b>
<b>Condição da calçada</b>	Largura da calçada	0,1518
	Qualidade da calçada	0,338
	Continuidade da infraestrutura para pedestres	0,119
	Estacionamento de veículos	0,189
	Obstáculos na calçada	0,202
<b>Segurança viária</b>	Velocidade veicular	0,16
	Volume veicular	0,088
	Dispositivos controladores de velocidade ou semáforos	0,497
	Faixa de pedestres	0,23
	Tempo de cruzamento da via	0,024
<b>Segurança pessoal</b>	Câmeras de segurança à vista	0,3157
	Policimento à vista	0,497
	Grafiti	0,021
	Movimentação	0,115
	Histórico de criminalidade	0,048
<b>Conforto</b>	Limpeza	0,433
	Árvores	0,185
	Inclinação da calçada	0,126
	Sombra	0,196
	Visibilidade Agradável	0,06
<b>Atratividade</b>	Zona comercial	0,254
	Zona institucional	0,138
	Zona residencial	0,124
	Acesso a transporte público	0,27
	Parques e áreas verdes/de lazer	0,213

(fonte: adaptado pela autora de Arellana et al., 2019)

### 4.3 COLETA DE DADOS

Para posterior cálculo do índice de caminhabilidade faz-se a coleta de dados, conforme definido pelo método de Arellana et al. (2019). Para isso, é definida uma forma de avaliação para cada uma das 25 componentes analisadas, conforme é detalhado na seção 5.1 deste trabalho. Para a maior parte das componentes, tal análise foi feita utilizando-se como apoio a ferramenta Google Earth e Street View, para uma análise visual dos parâmetros selecionados.

#### 4.4 CÁLCULO DO ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE

Após seleção dos dados a serem analisados e coleta dos mesmos, foi possível partir para o cálculo do índice de caminhabilidade de cada segmento de via analisado.

Para isso, utilizou-se a equação abaixo, composta pelos pesos já mencionados na seção 4.2 deste trabalho.

$$IC = \sum_{m \in M} P_m \sum_{c \in C_m} P_{Cm} \times C_{CmI} \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

IC = Índice de caminhabilidade;

$P_m$  = importância de cada fator  $m$ ;

$P_{cm}$  = importância do componente  $c$  associado ao fator  $m$ ;

$C_{cmI}$  = Valor atribuído ao componente  $c$  associado ao fator  $m$  referente ao segmento  $I$ ;

$M$  = Conjunto de fatores, indexado por  $m$ ;

$C_m$  = Conjunto de componentes associados ao fator  $m$ , indexado por  $c$ .

Os cálculos foram automatizados em planilha com auxílio da ferramenta Excel. Para cada segmento de via analisado, levantou-se os indicadores para cada lado da via, esquerdo e direito, tendo em vista que normalmente ambos os lados possuem calçada para trânsito de pedestres. Ao final, fez-se a média dos valores analisados para cada trecho, encontrando-se, por fim, um indicador referente à via como um todo.

## 5 ESTUDO DE CASO

### 5.1 EMPREENDIMENTO ESTUDADO

O empreendimento alvo da presente pesquisa está localizado no bairro Jardim Carvalho, na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Em construção pela Tenda Negócios Imobiliários, incorporadora e construtora que trabalha com habitação de interesse social, o produto conta com 140 unidades habitacionais, divididas em 7 torres de 5 pavimentos, conforme implantação indicada na Figura 3.

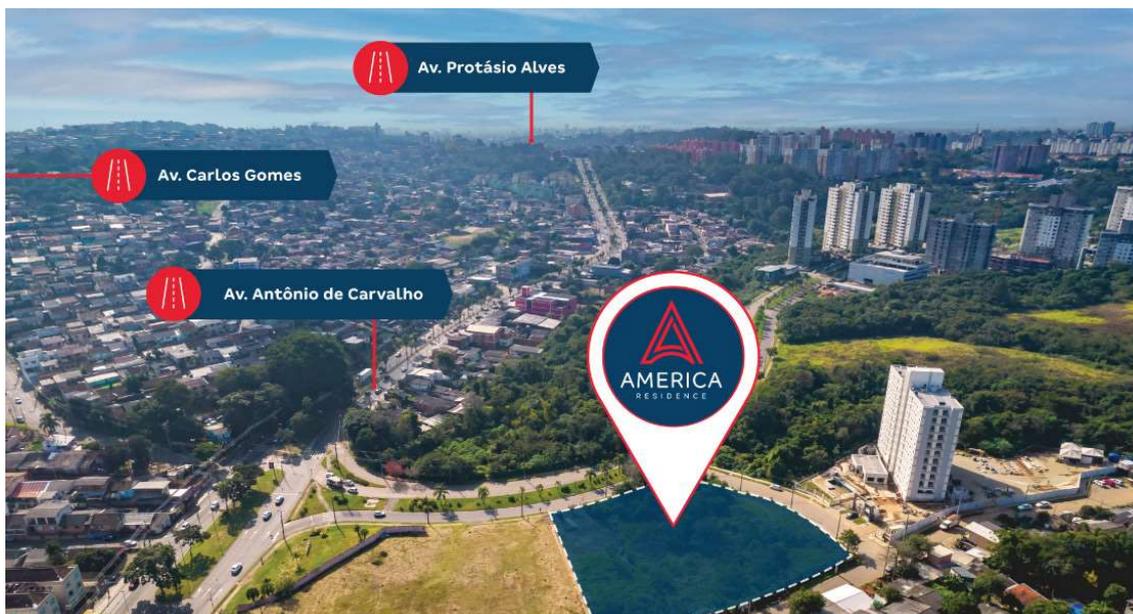
Figura 3 - Implantação do empreendimento America Residence



(fonte: site da construtora Tenda, acesso em 09 de agosto de 2023)

Um diferencial do produto é sua inserção em uma região, até o momento, habitada por empreendimentos de médio padrão (VANACOR, 2016), sendo possível tal feito pelo bom adensamento adquirido pelo produto, que não possui vagas de estacionamento em sua implantação, apenas uma vaga de carga e descarga. A localização do empreendimento pode ser vista na Figura 4 abaixo:

Figura 4 - Localização do empreendimento America Residence no bairro Jardim Carvalho



(fonte: site da construtora Tenda, acesso em 09 de agosto de 2023)

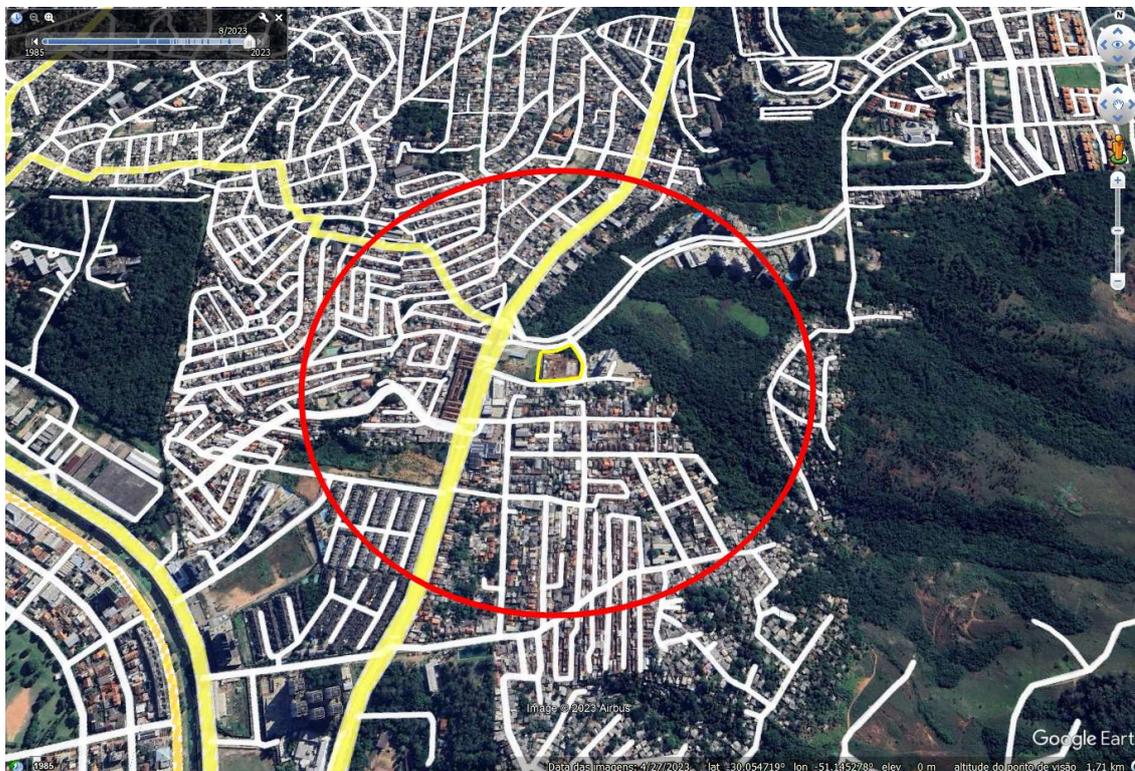
A flexibilização de vagas de estacionamento foi possível desde a divulgação do Decreto nº 20.385, divulgado pela prefeitura municipal de Porto Alegre, em 1º de novembro de 2019. Tal decreto altera o Anexo 10.1 da Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999, que dispõe sobre padrões para guarda de veículos. Dentre as mudanças estava a isenção de vagas para espaços residenciais em terrenos com testada igual ou superior a 12m.

Sobre a evolução do bairro Jardim Carvalho, desde o ano de 2015, percebe-se um processo de adensamento urbanístico da região, com ocupação de áreas que antes eram grandes maciços vegetais. Ademais, esse adensamento parte da ocupação de vazios urbanos e não da remoção da população já existente, que coexiste no local com o novo tipo de habitação, caracterizada por condomínios verticais. Entende-se que a cidade de Porto Alegre vem sofrendo um processo de expansão na direção leste, já que o bairro Jardim Carvalho, anteriormente considerado como bairro periférico, passa a ser uma nova centralidade, um novo polo de desenvolvimento, capitaneado pela ação dos promotores imobiliários. (VANACOR, 2016)

Ante ao exposto, entendeu-se como interessante analisar a qualidade de caminhada do entorno do empreendimento, a chamada caminhabilidade, justamente porque um dos principais meios de locomoção dos moradores do condomínio será o deslocamento a pé. Para essa análise, selecionou-se um raio caminhável no entorno de 500 m, a partir do centro de localização do

empreendimento, raio com medidas de acordo com estudo realizado por Larrañaga et al. (2014), conforme ilustrado na Figura 5 abaixo.

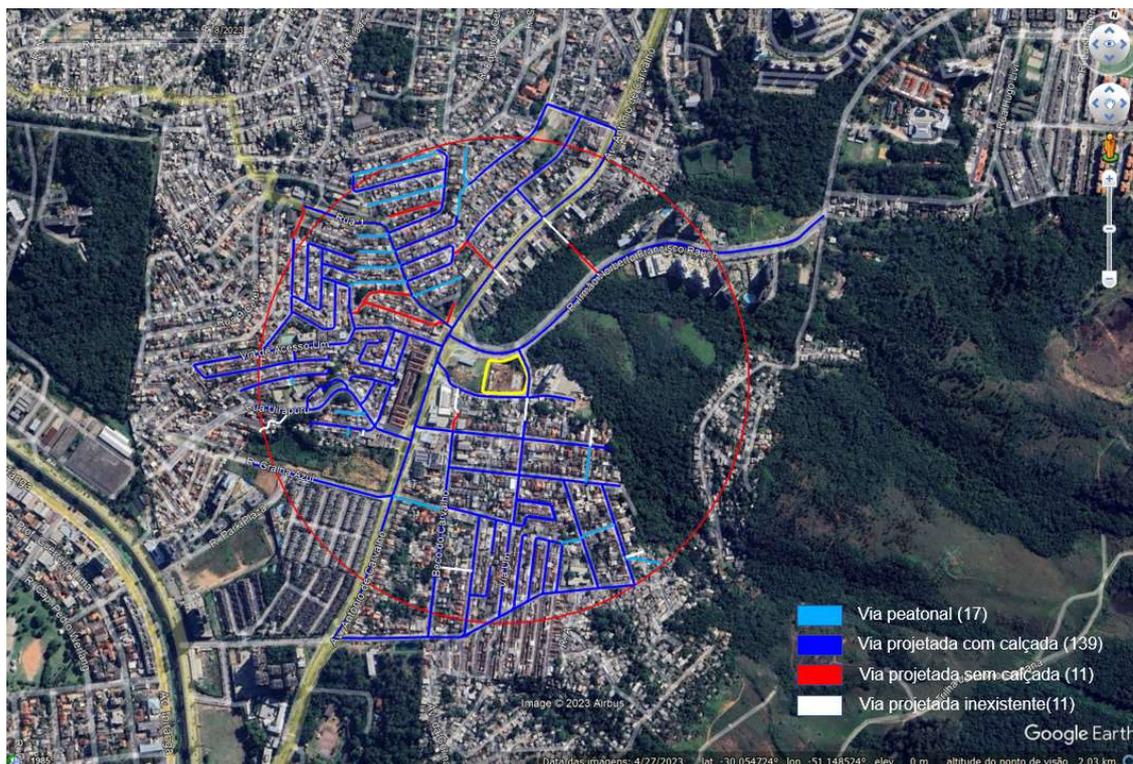
Figura 5 - Delimitação do raio caminhável de 500 metros a partir do centro do empreendimento



(fonte: elaborado pela autora com auxílio da ferramenta Google Earth Pro)

Para seleção dos segmentos a serem analisados dentro do raio delimitado foi utilizado como base um documento com eixos e logradouros disponível no site da prefeitura de Porto Alegre. Foram selecionados para análise, considerando o limite do raio, 178 segmentos. Destes, apenas 151 foram utilizados para o cálculo do índice de caminhabilidade, referentes às vias com acesso de veículos. As 17 vias peatonais, com acesso apenas para pedestres, não foram consideradas no cálculo, visto que não possuem calçadas definidas e não podem ser analisadas pelo Google Earth, ferramenta utilizada no estudo. Além disso, 11 vias projetadas pelo Plano Diretor não existem, portanto também foram desconsideradas para os cálculos. Abaixo, na Figura 6, é apresentado um mapa indicando os tipos de segmentos por cores e suas localizações:

Figura 6 - Identificação dos segmentos viários a serem analisados



(fonte: elaborado pela autora com auxílio da ferramenta Google Earth Pro)

## 5.2 DEFINIÇÃO DOS VALORES ATRIBUÍDOS

O cálculo do índice de caminhabilidade, utilizando o método definido por Arellana et al. (2019), é feito a partir de 5 fatores gerais (não observáveis) e 25 componentes (observáveis). A análise de cada componente foi feita para cada segmento de via individualmente, conforme descrito nos itens abaixo.

- a) Condição das calçadas: a análise desse fator foi composta por 5 diferentes componentes que visam, de maneira geral, analisar a calçada em relação às suas dimensões, qualidade de pavimento e continuidade. Conforme descrito nos itens abaixo, são variáveis de análise em microescala, que demandam mais tempo de estudo, mas são de extrema importância na qualidade da caminhabilidade.
  - a. Largura da calçada: esse critério avalia a largura de faixa livre ou passeio para exclusiva circulação de pedestres, de acordo com a definição feita pela NBR 9050, 2015. Entende-se como valor nulo quando a calçada não atender o tamanho mínimo definido por norma, de 1,2 metros de largura. Os valores foram

considerados numa progressão de 0,5 m, conforme Tabela 3 apresentada abaixo e as medições foram feitas com auxílio do Google Earth, através das imagens aéreas do local.

Tabela 3 - Definição dos valores atribuídos para largura da calçada

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Largura da calçada (L)</b>	$L \geq 3,2\text{m}$	1
	$2,7\text{m} \leq L < 3,2\text{m}$	0,8
	$2,2\text{m} \leq L < 2,7\text{m}$	0,6
	$1,7\text{m} \leq L < 2,2\text{m}$	0,4
	$1,2\text{m} \leq L < 1,7\text{m}$	0,2
	$L \leq 1,2\text{m}$	0

(fonte: elaborado pela autora)

- b. Qualidade da calçada: essa componente avalia a qualidade da pavimentação e ausência de buracos na calçada. Foram definidos cinco parâmetros de qualidade e as avaliações foram feitas utilizando a ferramenta Street View do Google Earth, que permite uma avaliação mais detalhada do local. Abaixo Tabela 4 com valores aplicados:

Tabela 4 - Definição dos valores atribuídos para qualidade da calçada

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Qualidade da calçada</b>	Calçada toda pavimentada e do mesmo material;	1
	Calçada toda pavimentada, com materiais diferentes;	0,75
	Calçada pavimentada, com presença de alguns buracos;	0,5
	Calçada pavimentada em alguns pontos e com buracos;	0,25
	Calçada sem pavimento;	0

(fonte: elaborado pela autora)

- c. Continuidade da infraestrutura de pedestres: essa componente avalia, de uma forma geral, a quantidade de rebaixos na calçada, que normalmente são encontrados em saídas de estacionamento. A avaliação foi feita através da ferramenta Street View do Google Earth, analisando cada parâmetro conforme apresentado na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Definição dos valores atribuídos para continuidade da infraestrutura de pedestres

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Continuidade da infra</b>	Calçada contínua, sem presença de rebaixos;	1
	Calçada com presença de poucos rebaixos;	0,66
	Calçada com muito rebaixos por toda sua extensão;	0,33
	Ausência de calçada na via	0

(fonte: elaborado pela autora)

- d. Estacionamento de veículos: avalia a presença ou não de estacionamento de veículos na via. A avaliação também foi feita de forma visual com o uso da ferramenta Street View. Na Tabela 6 abaixo estão os valores atribuídos para cada parâmetro:

Tabela 6 - Definição dos valores atribuídos para estacionamento de veículos

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Estacionamento de veículos</b>	Via peatonal (exclusiva para uso de pedestres)	1
	Estacionamento de veículos nos dois lados da via	0,66
	Estacionamento de veículos em um lado da via	0,33
	Sem estacionamento	0

(fonte: elaborado pela autora)

- e. Obstáculos na calçada: nessa componente foi analisada a quantidade de obstáculos presentes no passeio que dificultam a caminhada para o pedestre. Foram considerados como obstáculos árvores, lixeiras, cavaletes, lixo acumulado, buracos, postes, entre outros itens dispostos indevidamente na faixa destinada à livre circulação. O parâmetro foi calculado como o número de obstáculos na via, gerando uma porcentagem de obstáculos por metro de via. A análise foi feita com auxílio da ferramenta Street View. Na Tabela 7 abaixo, estão os valores atribuídos para cada intervalo definido:

Tabela 7 - Definição dos valores atribuídos para obstáculos na calçada

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Obstáculos na calçada</b>	Nº de obstáculos por metro menor que 5%	1
	Nº de obstáculos por metro entre 5% e 10%	0,5
	Nº de obstáculos por metro maior que 10%	0

(fonte: elaborado pela autora)

- b) Segurança no tráfego: a análise desse fator foi composta por 5 diferentes componentes que visam, de maneira geral, verificar a situação do local analisado em relação à sua segurança no trânsito, envolvendo variáveis como velocidade, volume veicular e dispositivos de segurança. Esse é o segundo maior peso na análise da caminhabilidade no presente estudo, o que está de acordo com a literatura (ARELLANA et al., 2019). Abaixo estão as componentes analisadas.

- a. Velocidade veicular: é uma componente que analisa a velocidade desenvolvida pelos veículos na via. Para esse parâmetro foi analisada a velocidade máxima permitida para cada tipo de via, de acordo com os valores estabelecidos pelo código de trânsito brasileiro. Na Tabela 8 abaixo está o detalhamento dos valores considerados:

Tabela 8 - Definição dos valores atribuídos para velocidade veicular

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Velocidade veicular</b>	Via local: velocidade máxima de 30 km/h	1
	Via coletora: velocidade máxima de 40 km/h	0,66
	Via arterial: velocidade máxima de 60 km/h	0,33
	Via de trânsito rápido: velocidade máxima de 80 km/h	0

(fonte: elaborado pela autora)

- b. Volume veicular: nessa componente foi analisada a quantidade de veículos circulando na via ao mesmo tempo. Quanto mais veículos, mais perigosa à circulação de pedestres e menor o valor atribuído ao parâmetro. A análise foi feita de forma visual, com o auxílio do Street View. Na Tabela 9 abaixo estão os valores para cada intervalo:

Tabela 9 - Definição dos valores atribuídos para volume veicular

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Volume veicular</b>	Muito Baixo	1
	Baixo	0,75
	Moderado	0,5
	Alto	0,25
	Muito Alto	0

(fonte: elaborado pela autora)

- c. Dispositivos controladores de velocidade ou semáforos: nessa componente foi analisada a presença ou não de dispositivos de controle de velocidade na via, sejam semáforos, fiscalização eletrônica, lombadas, entre outros. Esse foi um parâmetro avaliado de forma binária, ou seja, caso seja presente na via, o valor atribuído é igual a 1, caso seja ausente na via, o valor atribuído é igual a 0. A análise foi feita de forma visual pelo Street View.
- d. Faixa de pedestres: essa componente analisa a presença ou não de faixa de pedestres na via. É uma variável binária, considerando-se 1 para presença de faixa na via e 0 para ausência. A análise foi feita visualmente pelo Street View.
- e. Tempo de cruzamento da via: essa componente avalia o tempo de travessia a rua, conforme o tamanho de sua pista de rolagem e velocidade desenvolvida pelo pedestre, considerada para os cálculos como 1,2 m/s. Quanto maior a pista, mais tempo despendido para a travessia, portanto, maior o risco corrido pelo pedestre. O levantamento dos dados foi feito com auxílio do Google Earth. Na Tabela 10 abaixo estão os intervalos considerados para cada valor atribuído:

Tabela 10 - Definição dos valores atribuídos para tempo de cruzamento da via

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Tempo de cruzamento da via</b>	$t \leq 5s$	1
	$5s < t \leq 15s$	0,8
	$15s < t \leq 25s$	0,6
	$25s < t \leq 35s$	0,4
	$35s < t \leq 45s$	0,2
	$t > 45s$	0

(fonte: elaborado pela autora)

- c) Segurança: esse fator foi analisado através de 5 diferentes componentes, que buscaram reunir informações sobre a segurança geral na região de estudo. É interessante colocar que, o fator segurança envolve duas dimensões, uma objetiva, relacionada aos crimes que de fato ocorrem, e outra subjetiva, relacionada ao medo do cidadão e sua percepção de segurança no local. Para cidades latino-americanas, esse é o fator com maior peso na avaliação da caminhabilidade (Arellana et al., 2019). Abaixo estão descritos os componentes que fazem parte da análise desse fator.
- a. Câmera de segurança a vista: essa componente avalia a presença ou não de câmera de vigilância ou segurança na via. A análise foi feita visualmente pelo Street View e atribui-se o valor de 1 para presença de câmeras e 0 para ausência.
  - b. Policiamento à vista: a análise dessa componente foi feita de maneira geral para todo raio de estudo, visto que o posto de polícia mais próximo do empreendimento encontra-se a 1,3 km de distância, na Av. Protásio Alves, conforme indicado na Figura 7. Nesse caso, considerou-se como 0 o valor atribuído a este parâmetro, já que não há policiamento à vista na via, apenas nas redondezas.

Figura 7 - Distância entre o ponto de policiamento mais próximo e o America Residence.



(fonte: elaborado pela autora com auxílio da ferramenta Google Earth Pro)

- c. Graffiti: para esse parâmetro considerou-se como valor atribuído 0 para segmentos de via em que há presença de pichações nos muros e prédios e 1 para trechos em que não há. A análise foi feita de forma visual pelo Street View.
- d. Movimentação: na análise dessa componente levou-se em consideração a intensidade no fluxo de pedestres em cada segmento de via. Quanto maior o número de pessoas circulando e utilizando os espaços públicos, mais seguro é considerado o local (BATISTA, 2018). Assim, os intervalos de valores atribuídos foram considerados conforme Tabela 11 apresentada abaixo:

Tabela 11 - Definição dos valores atribuídos para movimentação

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Movimentação</b>	Intensa	1
	Adequada	0,75
	Média	0,5
	Baixa	0,25
	Inadequada	0

(fonte: elaborado pela autora)

- e. Histórico de criminalidade: a análise dessa componente também foi feita de forma geral, considerada, nesse caso, para o bairro Jardim Carvalho. Tal bairro possui histórico de criminalidade, sendo citado até o ano de 2018 em rankings dos bairros mais inseguros de Porto Alegre para se morar (VEJA, 2018). Já nos anos subsequentes o número de notícias de crimes envolvendo o bairro reduziu visivelmente. Por conta disso, o valor atribuído para esse parâmetro foi de 0,5.
- d) Conforto: apesar de não estar entre os fatores com maior peso na análise da caminhabilidade, o conforto, como o próprio nome já diz, refere-se ao bem-estar do ambiente avaliado, envolvendo componentes como ambiente limpo, esteticamente bonito e com presença de verde. Abaixo estão descritos os 5 componentes considerados para análise de tal fator.
- a. Limpeza: nessa componente foi analisada a presença de lixo nas calçadas. A análise foi feita de forma visual, com auxílio do Street View e os valores foram considerados de acordo com a Tabela 12 apresentada abaixo:

Tabela 12 - Definição dos valores atribuídos para limpeza

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Limpeza</b>	Sem presença de lixo na calçada	1
	Lixo pontual na calçada	0,75
	Lixo na calçada em alguns pontos	0,5
	Lixo na calçada em muitos pontos	0,25
	Lixo interrompendo acesso	0

(fonte: elaborado pela autora)

- b. Árvores: para quantificar esse parâmetro foi necessário contar o número de árvores presentes no segmento de via analisado e dividir pelo comprimento de via. A verificação foi feita com auxílio do Street View e os valores considerados de acordo com o apresentado na Tabela 13 abaixo:

Tabela 13 - Definição dos valores atribuídos para árvores

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
Árvores	$\text{Árvores/m} \geq 2\%$	1
	$1\% \leq \text{Árvores/m} < 2\%$	0,5
	$\text{Árvores/m} < 1\%$	0

(fonte: elaborado pela autora)

- c. Inclinação da calçada: para definição dessa componente foi necessário analisar a declividade dos segmentos de via selecionados, para verificar se a inclinação da calçada encontrar-se-ia de acordo ou não com o valor acessível de inclinação longitudinal definida pela NBR 9050, 2015, de 8,33%. Para o levantamento dos dados foi utilizada a ferramenta perfil de elevação do Google Earth, que indica as inclinações da via analisada. Para inclinações acima de 8,33% foi atribuído o valor 0. Para inclinações abaixo desse valor, atribuiu-se o valor 1.
- d. Sombra: a análise dessa componente diz respeito à geração de sombreamento das edificações no segmento de via, considerando a proporção entre altura dos prédios e largura da via. Para ruas típicas, conforme a “Teoria do Enclausuramento”, os valores mínimos aceitáveis na proporção largura : altura são de 1:1,5 e máximo de 1:3. Os valores de altura foram definidos conforme anexo 7.1 do Plano Diretor de Porto Alegre, que define as alturas máximas

permitidas de acordo com as Unidades de Estruturação Urbana (UEUs). Para levantamento da largura das vias foi utilizado o Google Earth. Para valores de proporção altura/largura entre 33% e 66%, considerou-se valor atribuído ao componente igual a 1. Para proporções fora desse intervalo, considerou-se valor atribuído igual a 0.

- e. Visibilidade agradável: para esse parâmetro foram levados em consideração diversos fatores, sendo uma componente de análise extremamente subjetiva. Para avaliar, foi necessário delimitar algumas características para análise, conforme apresentado na Tabela 14 abaixo. O levantamento dos dados foi feito de forma visual, com o uso da ferramenta Street View do Google Earth.

Tabela 14 - Definição dos valores atribuídos para visibilidade agradável

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Visibilidade agradável</b>	Paisagem composta por edificações históricas, vias largas e presença de bastante verde;	1
	Paisagem composta por edificações modernas, vias largas e presença de bastante verde;	0,75
	Paisagem composta por construções simples, com ou sem manutenção a desejar;	0,5
	Paisagem repleta de muros, com manutenção a desejar;	0,25
	Local com terrenos e construções abandonadas;	0

(fonte: elaborado pela autora)

- e) Atratividade: por fim, a atratividade refere-se à capacidade do ambiente em possibilitar formas de socialização ao pedestre, seja com oferta de comércio, educação, saúde ou lazer. Destaca-se que o ambiente melhor avaliado é aquele que apresenta uma combinação entre diferentes atrativos. Está incluso nesse fator também a acessibilidade aos transportes públicos.

- a. Zona Comercial: essa componente levou em consideração a presença de estabelecimentos comerciais no segmento analisado, o que gera maior atratividade para o local e maior movimentação de pedestres. A análise foi feita de forma visual, com auxílio da ferramenta Street View. Na Tabela 15 abaixo estão os valores considerados para cada variável:

Tabela 15 - Definição dos valores atribuídos para zona comercial

<b>Componente</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor atribuído</b>
Zona Comercial	Zona predominantemente comercial, com vários comércios no segmento;	1
	Zona predominantemente residencial, mas com presença alguns comércios locais;	0,5
	Zona exclusivamente residencial, sem presença de comércio;	0

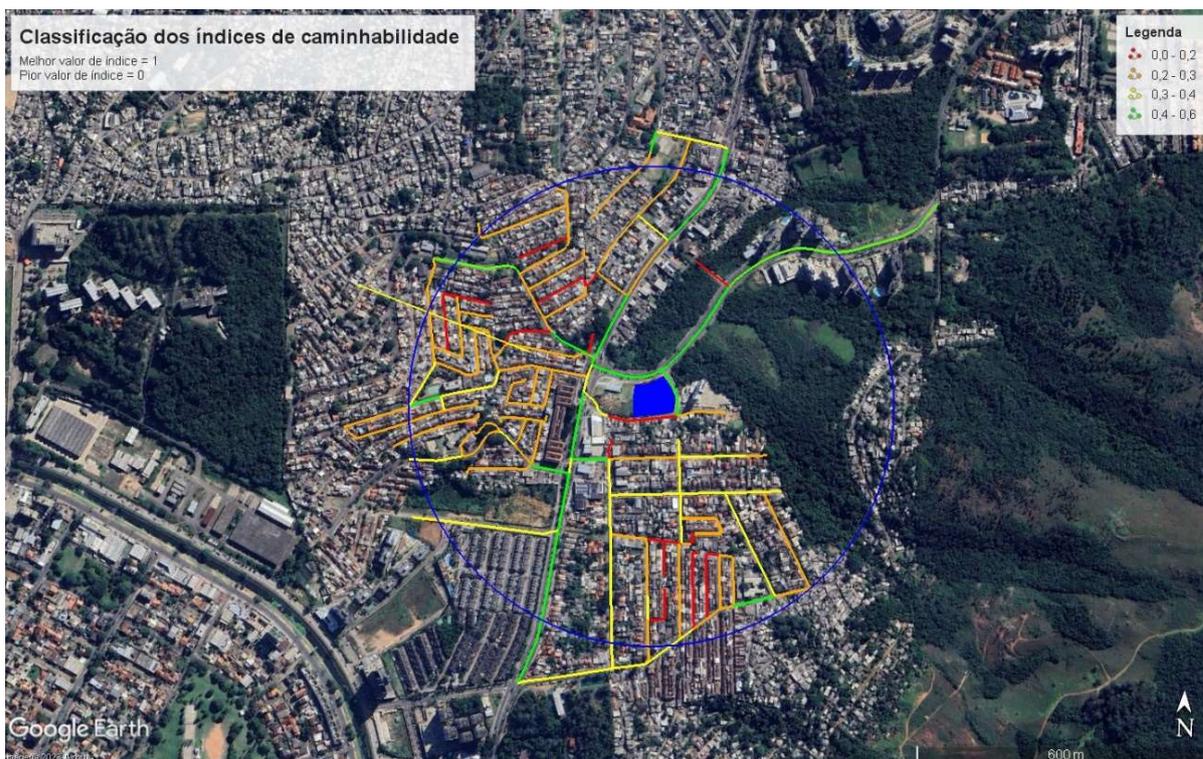
(fonte: elaborado pela autora)

- b. Zona institucional: nesse parâmetro foi analisada a presença de estabelecimentos institucionais no segmento, como escolas, institutos de educação, hospitais, postos de saúde, postos de segurança, etc. Foi considerado como 1 o valor para presença de algum desses estabelecimentos e 0 para a ausência. A análise foi feita com o auxílio do Google Earth e Street View.
- c. Zona residencial: para essa componente foi considerado o valor 1 para todos os segmentos, já que, conforme anexo 5.1 do Plano Diretor de Porto Alegre, os segmentos analisados dentro do raio caminhável considerado para o empreendimento estão inseridos dentro da classificação de área predominantemente residencial. Além disso, o bairro Jardim Carvalho, ao qual o empreendimento America Residence pertence, é historicamente classificado como bairro residencial, justamente por conta de seu desenvolvimento urbano horizontal.
- d. Acesso a transporte público: para essa componente foi considerado o valor de 1 para presença de ponto de ônibus ou lotação no segmento e 0 para ausência. A análise também foi feita de forma visual, com uso do Street View.
- e. Parques e áreas verdes/de lazer: esse parâmetro foi analisado com auxílio do Google Earth e uma base georreferenciada com a presença dos parques e praças de Porto Alegre. Caso no segmento ou no seu entorno existisse uma praça, o valor considerado seria de 1 e caso não possuísse, considerou-se o valor 0.

### 5.3 RESULTADOS

Após realizados todos os passos acima descritos, foi possível construir um mapa de caminhabilidade, apresentado na Figura 8 abaixo, conforme os índices calculados para cada segmento de via no entorno do empreendimento America Residence.

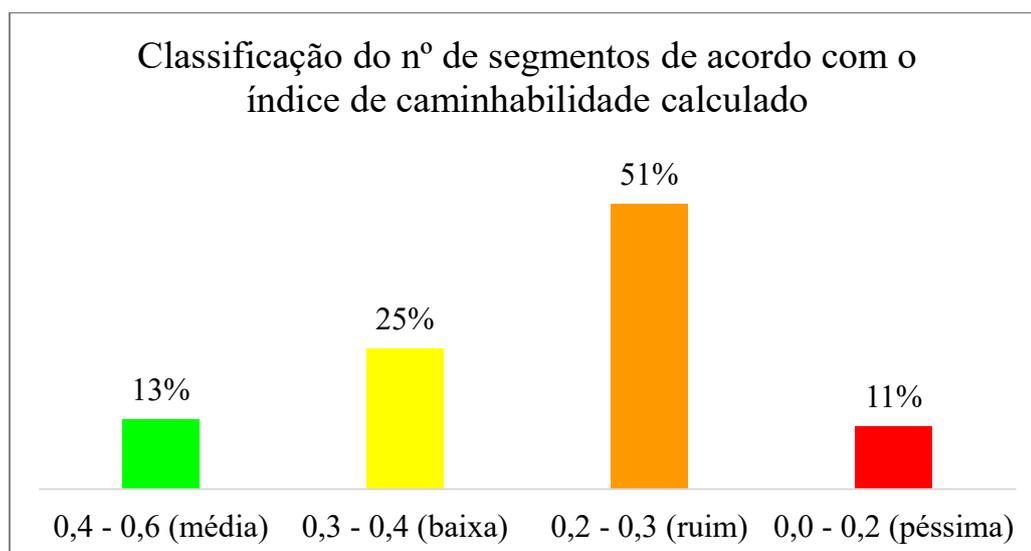
Figura 8 - Mapa de caminhabilidade para raio caminhável no entorno do empreendimento analisado



(fonte: elaborado pela autora com auxílio da ferramenta Google Earth Pro)

Nota-se que nenhum segmento atingiu um valor de índice maior que 0,7, o que indica um índice de caminhabilidade mediano a baixo para a região de estudo. Na Figura 9 abaixo estão apresentadas as frequências de cada intervalo que classifica os segmentos de acordo com o valor de índice de caminhabilidade calculado, desde média, que foram os valores mais altos encontrados, até péssima, que foram os valores mais baixos encontrados.

Figura 9 - Classificação dos segmentos por grupos de índice de caminhabilidade



(fonte: elaborado pela autora)

Comparando-se a melhor via classificada, apresentada na Figura 10, que recebeu um índice de caminhabilidade de 0,63 e a pior via na classificação, mostrada na Figura 11, que recebeu um índice de caminhabilidade de 0,12, nota-se que são cenários completamente distintos.

O segmento com melhor avaliação, sendo esse o trecho da Rua Irmão Norberto Francisco Rauch que passa em frente ao empreendimento America Residence, recebeu valores de avaliação acima dos 0,5 para quase todos os seus componentes. As variáveis com uma avaliação mais baixa foram largura da calçada, que, por ter cerca de 1,7 metros de faixa livre, recebeu um valor de 0,4 e velocidade veicular, já que na via a velocidade máxima permitida é de 60km/h, recebendo um valor de 0,33.

Figura 10 - Via com melhor índice de caminhabilidade atribuído na região.



(fonte: ferramenta Street View do Google Earth Pro, acesso em 12/08/2023)

Já a pior via analisada, trecho final do Beco do Carvalho, teve como zero o valor atribuído para quase todas as suas componentes. A via foi bem avaliada apenas para velocidade veicular, já que a via tem velocidade máxima permitida de 30km/h, volume veicular, que é baixo, tempo de cruzamento de via, já que a via é estreita e inclinação da calçada, que é adequada ao nível da rua.

Figura 11 - Pior via analisada no valor de índice de caminhabilidade



(fonte: ferramenta Street View do Google Earth Pro, acesso em 12/08/2023)

Foi possível verificar, dentre as ruas analisadas no raio de estudo, um padrão de estruturação urbana, já que mais de 50% das vias tiveram um índice de caminhabilidade dentro de uma mesma frequência (0,2-0,3). Notou-se, conforme exemplos de via apresentados na Figura 12 e Figura 13, que a maioria das vias do entorno possuem como características destacáveis negativas uma calçada estreita, ausência de faixa de pedestres e policiamento na via, distância do acesso ao transporte público e o fato de serem zonas estritamente residenciais, sem presença de instituições, comércio e áreas de lazer próximas. Ainda, percebe-se como elementos positivos que se repetem nessas vias a baixa velocidade veicular, bem como movimentação de veículos em geral, o que traz bons valores de componentes para a segurança viária, um dos fatores com maior peso na análise. Além disso, a limpeza das vias e qualidade das calçadas é adequada, apesar de possuir alguns pontos com lixo depositados e alguns trechos com pavimentos diferentes e com manutenção a desejar.

Figura 12 - Trecho da Via de Acesso Nove, exemplo de via com caminhabilidade ruim



(fonte: ferramenta Street View do Google Earth Pro, acesso em 12/08/2023)

Figura 13 - Trecho da Via Sete, exemplo de via com caminhabilidade ruim.

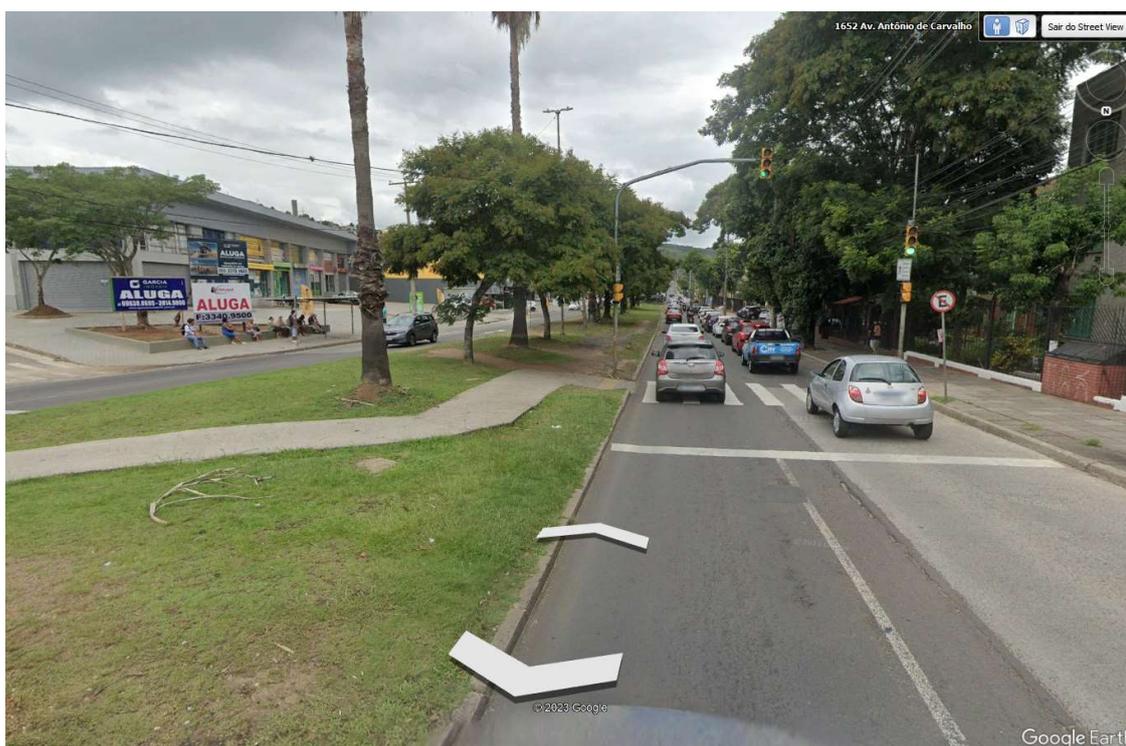


(fonte: ferramenta Street View do Google Earth Pro, acesso em 12/08/2023)

Portanto, percebe-se que uma série de componentes precisam ser melhorados na região, que ficou com um índice de caminhabilidade médio de 0,29. Uma das características mais fortes é por ser uma zona predominantemente residencial e com ruas estreitas.

Nessa perspectiva, nota-se que as vias melhor avaliadas possuem comércio em sua projeção ou nas proximidades, além de áreas institucionais, como escolas e unidades de saúde. A Av. Antônio de Carvalho, quase que em sua totalidade possui índices de caminhabilidade maior que 0,4, possuindo pontos de acesso à transporte público em toda a via, faixa de travessia de pedestres, zonas mistas de comércio, instituições e residências e até mesmo câmeras de segurança à vista. As calçadas são largas e com qualidade adequada, como mostra na Figura 14, e há a presença de árvores, o que torna a via mais agradável. Ficam como pontos negativos a serem destacados a velocidade e volume veicular altos, bem como o tempo de cruzamento das vias, mais demorado por serem mais largas.

Figura 14 - Trecho da Av. Antônio de Carvalho, exemplo de via com caminhabilidade mediana



(fonte: ferramenta Street View do Google Earth Pro, acesso em 12/08/2023)

Há uma característica interessante a ser analisada referente às ruas que circundam o empreendimento America Residence. Conforme Figura 15, nota-se que, o índice de caminhabilidade do segmento de via que passe em frente ao empreendimento é bom, com valor

de 0,63. Esse trecho faz parte do loteamento construído e ocupado pelos novos condomínios verticais instalados a partir dos anos 2015. Já o trecho de via que passa aos fundos do empreendimento possui uma caminhabilidade péssima, com valor de índice de 0,19, sendo essa via um limite físico entre o loteamento e a ocupação residencial já existente historicamente no bairro Jardim Carvalho. Confirma-se, portanto essa coexistência entre o novo e o velho no bairro, fator ocasionado pela ocupação por novos empreendimentos das áreas verdes ainda não habitadas na região.

Figura 15 - Mapa de caminhabilidade com foco no entorno do empreendimento America Residence



(fonte: elaborado pela autora com auxílio da ferramenta Google Earth Pro)

## 6 CONCLUSÃO

A partir do presente trabalho foi possível mensurar a caminhabilidade no entorno de um empreendimento de habitação de interesse social, o America Residence, localizado em Porto Alegre, no bairro Jardim Carvalho. Para isso, foi feita uma delimitação de raio caminhável de 500 metros a partir do empreendimento, analisando-se os segmentos presentes em tal delimitação de forma individual e como um todo.

Para essa análise, utilizou-se como método o desenvolvido por Arellana et al. (2019), para cálculo de índice de caminhabilidade a partir de 5 fatores não observáveis e 25 componentes observáveis. Como apoio no levantamento de dados foram utilizadas ferramentas virtuais, como o Google Earth Pro e o Street View, que permitiram uma visualização na perspectiva do usuário, possibilitando análises em microescala.

Na etapa de revisão bibliográfica, alguns aspectos importantes para contextualização do cenário a ser estudado foram investigadas, como o padrão de localização de empreendimentos de habitação social, os atributos mais importantes na compra de um imóvel e as escalas e indicadores mais utilizados na medição da caminhabilidade.

Diante dos dados levantados e calculados, percebeu-se que o empreendimento, apesar de estar em uma zona mais central e valorizada em relação ao padrão de instalação de empreendimentos de habitação popular, ainda possui um baixo índice de caminhabilidade em seu entorno, fator muito influenciado pela forma de crescimento urbana do bairro, que possui ruas e calçadas estreitas, ausência de faixa de pedestres e ausência de policiamento nas vias. Por tudo isso e por ter sido caracterizado como um bairro estritamente residencial, seus índices de atratividade, segurança e condições de calçada tenderam a ser baixos.

Destaca-se que o empreendimento, America Residence, possui uma boa proximidade com a Avenida Antônio de Carvalho, o que possibilita um bom acesso à transporte público, importantíssimo no contexto desenvolvido pelo condomínio, que não possui vagas de estacionamento. Ademais, o índice de caminhabilidade da via que passa em frente ao

empreendimento foi o maior calculado no entorno, o que pode demonstra uma valorização na agregação do produto para a região.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 9050. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015
- ALFONZO, M.A.; **To Walk or Not To Walk? The Hierarchy of Walking Needs.** Environment and Behavior 2005 37: 808. DOI: 10.1177/0013916504274016
- ALMEIDA, B. J.; **Valoração das Características Urbanas que Estimulam os Deslocamentos a pé: Estudo de Caso de Porto Alegre/RS.** Trabalho de Conclusão de Curso. UFRGS. 65 páginas. 2018.
- ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; ALVAREZ, V.; HENAO, C. A. **Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America.** Transport Reviews, DOI: 10.1080/01441647.2019.1703842. 2019.
- BARROS, A.P.B.G.; MARTÍNEZ, L.M.; VIEGAS, J.M. **A Caminhabilidade Sob a Ótica das Pessoas: o que Promove e o que Inibe um Deslocamento a Pé?** Conference Paper. Setembro, 2014.
- BATISTA, B.B.; **Hierarquização das Características das Calçadas de Acordo com a Percepção dos Usuários.** Trabalho de Conclusão de Curso. UFRGS. 89 páginas. Maio, 2018.
- BRADSHAW, C. (1993) **Creating and using a rating system for neighborhood walkability: Towards an agenda for “local heroes.”** Paper presented at the 14th International Pedestrian Conference, Boulder, CO.
- BURDEN, D. (2001) **Building Communities with Transportation.** Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1773(1), 5–20. DOI:10.3141/1773-02
- CNN Brasil. **Inflação na construção civil é a maior em 28 anos, aponta levantamento da FGV.** 2021. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/fgv-inflacao-na-construcao-civil-e-a-maior-em-28-anos/> >. Acesso em: 15/08/2023.
- EDITAL CONCURSOS BRASIL. **Preço dos imóveis no Brasil é o mais alto em 8 anos, superando inflação.** 2023. Disponível em:< <https://editalconcursosbrasil.com.br/noticias/2023/01/preco-dos-imoveis-no-brasil-e-o-mais-alto-em-8-anos-superando-inflacao/> >. Acesso em: 15/08/2023.
- FERREIRA, L.S.; **Índice de Caminhabilidade: Um Estudo de Caso na Cidade de Fortaleza.** Trabalho de Conclusão de Curso. UFC. 95 páginas. 2019.
- GEHL, J.; **Cidade para Pessoas.** 2. ed. São Paulo: Perspectiva. 276 páginas. 2013.

GOBBATO, F.G.; SCHEIBE, A.C.; MARASCHIN, C.; PICCININI, L.; ESCOBAR, F.B.; **A Localização dos Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda em Porto Alegre: Uma Análise Configuracional**. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Maceió, Brasil, outubro, 2016.

GOMES, F.H.D.A.A.; **Atributos Valorizados pelos Compradores do Programa “Minha Casa, Minha Vida”**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFP. 97 páginas. 2015.

KIM, S., PARK, S., LEE, J.S. **Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction**. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 30, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.005>. 2014

LARRANAGA, A.M.; ARELLANA, J.; RIZZI, L.I.; STRAMBI, O.; CYBIS, H.B.B.; **Using best–worst scaling to identify barriers to walkability: a study of Porto Alegre, Brazil**. *Transportation Review*, vol. 46, pages. 2347 – 2379, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9944-x>

LARRANAGA, A. M. L.; L. I. RIZZI; J. ARELLANA; O. Stramb e H. Cybis . **The Influence of built environment and travel attitudes on walking: a case study of Porto Alegre, Brazil**. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2014. <https://doi.org/10.1080/15568318.2014.933986>

LIMA, M.A.; LAY, M.C.D.; **Padrões Espaciais de Localização da Produção da Habitação de Interesse Social no Brasil**. XIX Congresso: “CIUDADES VULNERABLES. Proyecto o incertidumbre ”. La Plata, setembro, 2015.

LITMAN, T. A. (2003) **Economic Value of Walkability**. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1828(1), 3–11. DOI:10.3141/1828-01

PDDUA. **Anexo 7.1 do Plano Diretor de Porto Alegre – Alturas Máximas**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1999. Disponível em: < [https://urbanismodrive.procempa.com.br/geopmpa/SPM/PUBLICO/PDDUA\\_ATUAL/PDF/pddua\\_layout\\_anexo7\\_1\\_alturas.pdf](https://urbanismodrive.procempa.com.br/geopmpa/SPM/PUBLICO/PDDUA_ATUAL/PDF/pddua_layout_anexo7_1_alturas.pdf) >. Acesso em: 15/08/2023.

PDDUA. **Anexo 5.1 do Plano Diretor de Porto Alegre**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1999.

PINHEIRO, F.J.; **Déficit Habitacional no Brasil, 2016 – 2019**. Belo Horizonte: FJP. 169 páginas. 2021.

PIRES, I.B.; **Índice para avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público**. Dissertação de mestrado. UEP. 159 páginas. 2018.

PORTO ALEGRE, PREFEITURA MUNICIPAL, **Decreto nº 20.385, divulgado em 1º de novembro de 2019**. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/porto-alegre/decreto/2019/2039/20385/decreto-n-20385-2019-altera-o-anexo-101-da-lei-complementar-n-434-de-1-de-dezembro-de-1999-plano-diretor-de-desenvolvimento-urbano-ambiental-pddua> >. Acesso em: 15/08/2023.

QUEIROZ, A.B.; **A Economia da Habitação Social no Desenvolvimento Sócioeconômico Brasileiro - O Caso do Programa Minha Casa Minha Vida (2007 - 2010)**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFRGS. 60 páginas. 2012.

RUBIN, G.R.; BOLFE, S.A. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil**. Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 n. 2, p. 201–213, 2014. DOI: 10.5902/2179460X11637

RUIZ-PADILLO, A.; LARRANAGA, A.M.; PASQUAL, F. M. **Aplicação de modelo multicritério difuso para a ponderação das características do ambiente construído que influenciam na caminhabilidade**, XXX ANPET, Rio de Janeiro, 2016.

VANACOR, P.L.; **Dinâmica da Produção Imobiliária em Porto Alegre: Estudo de Caso no Bairro Jardim Carvalho**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFRGS. 74 páginas. 2016.

VEJA. **Ranking mostra bairros mais inseguros de Porto Alegre para morar**. 2018. Disponível em: < [https://veja.abril.com.br/coluna/rio-grande-do-sul/ranking-mostra-bairros-mais-inseguros-de-porto-alegre-para-morar#google\\_vignette](https://veja.abril.com.br/coluna/rio-grande-do-sul/ranking-mostra-bairros-mais-inseguros-de-porto-alegre-para-morar#google_vignette)>. Acesso em: 15/08/2023.

WALKSCORE, 2010. Disponível em: < <https://www.walkscore.com/> >. Acesso em: 15/08/2023.