



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO (PósARQ)

Geruza Kretzer

**DIVERSIDADE E O DESLOCAMENTO A PÉ: USOS DO SOLO E CAMINHADA
UTILITÁRIA A PARTIR DA RESIDÊNCIA**

Florianópolis

2023

Geruza Kretzer

**DIVERSIDADE E O DESLOCAMENTO A PÉ: USOS DO SOLO E CAMINHADA
UTILITÁRIA A PARTIR DA RESIDÊNCIA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo – Área de Concentração Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade.

Orientador: Prof. Dr. Renato Tibiriçá de Saboya
Coorientadora: Prof^a. Dra. Meta Berghauser Pont

Florianópolis

2023

Kretzer, Geruza

DIVERSIDADE E O DESLOCAMENTO A PÉ: USOS DO SOLO E CAMINHADA UTILITÁRIA A PARTIR DA RESIDÊNCIA / Geruza Kretzer ; orientador, Renato Tibiriçá de Saboya, coorientador, Meta Berghauser Pont, 2023. 208 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. uso do solo. 3. categorização do uso do solo. 4. diversidade de usos. 5. caminhada utilitária. I. Saboya, Renato Tibiriçá de. II. Pont, Meta Berghauser. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Geruza Kretzer

**DIVERSIDADE E O DESLOCAMENTO A PÉ: USOS DO SOLO E CAMINHADA UTILITÁRIA A
PARTIR DA RESIDÊNCIA**

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 6 de dezembro de 2023,
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Almir Francisco Reis, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Profa. Milena Kanashiro, Dra.

Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Lucas Figueiredo de Medeiros, Dr.

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado
para obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação
em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ)

Profa. Maíra Longhinotti Felipe, Dra.

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação

Prof. Renato Tibiriçá de Saboya, Dr.

Orientador

Florianópolis, 2023

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, agradeço o apoio e incentivo constante que me proporcionaram a oportunidade de estar aqui hoje.

Ao meu orientador, Renato Saboya, agradeço por toda a dedicação e parceria que começou no trabalho de conclusão de curso, passou pelo mestrado e agora encerra mais um ciclo no doutorado. Muito obrigada por me guiar no mundo da pesquisa, pela troca de conhecimento, e por sempre me incentivar a buscar soluções, por mais que parecessem desafiadoras.

À minha supervisora na *Chalmers University of Technology* e coorientadora, Meta Berghauser Pont, agradeço por ter me recebido como pesquisadora visitante no Smog (*Spatial Morphology Group*) e por todas as conversas e discussões sobre a pesquisa. Agradeço especialmente pela sua contribuição na Fase 1, 2 e 3 deste trabalho.

Aos colegas do Smog, Flávia, Gianna, Jorge, Lars, Jane, Ana, Job, Mariana, Jonathan, Alexander, Ahmed e Sérgio, agradeço pelas várias conversas sobre a minha pesquisa e também pelos *fika*, almoços e demais momentos de confraternização. Também agradeço a Bri, que apesar de não fazer parte do Smog, sempre estava presente e dando apoio.

Aos colegas do PósArq que compartilharam momentos de orientação em grupo, agradeço por todas as discussões e trocas de ideias sobre a minha pesquisa.

Aos membros da banca, professora Milena Kanashiro, professor Almir Francisco Reis e professor Lucas Figueiredo, agradeço por aceitarem fazer parte deste momento e contribuírem com o trabalho.

Agradeço a agência CAPES que proporcionou a realização de parte desta pesquisa.

Aos colegas do LabURB/UFSC, com quem eu tive o prazer de conviver e trabalhar ao longo de alguns anos do doutorado, agradeço imensamente pelas conversas e trocas de experiência que aprofundaram muito meu conhecimento sobre planejamento urbano. Agradeço em especial ao Samuel, Mari, Bia, Guga e Lucas, que compartilharam de perto vários desafios e me apoiaram na dedicação ao doutorado, especialmente na reta final.

Aos colegas do Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC, em especial ao Werner, Dai e Gui, agradeço pelas conversas sobre mobilidade urbana, troca de experiências e apoio com informações e dados da pesquisa do Plamus.

Aos amigos da vida, agradeço por todo apoio ao longo dessa jornada.

RESUMO

Os usos do solo desempenham um papel significativo na vida das pessoas, moldando os ambientes em que vivem e influenciando diretamente na qualidade de vida. Apesar de sua importância, ainda existem algumas fragilidades em relação a como eles são considerados e analisados no campo da prática e pesquisa urbanas. Embora certas limitações tenham sido abordadas em estudos anteriores, ainda existem lacunas a respeito de como categorizar os usos do solo. Além da falta de acordo sobre a quantidade e tipos de categorias a serem incluídas, também há uma falta de análise aprofundada sobre o significado de cada categoria no contexto da análise, bem como as implicações para um índice de diversidade. Com base nisso, o objetivo deste estudo é testar empiricamente uma categorização de usos fundamentada em atributos que considerem as dinâmicas no espaço urbano, com o propósito de estabelecer classes que possibilitem uma explicação mais precisa da associação entre o uso do solo e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência. Para alcançar esse objetivo, dividimos o estudo em três fases. A Fase 1 propôs uma nova categorização com base na dinâmica dos usos do solo, em contraposição às categorizações convencionais que focam apenas na funcionalidade. Para isso, caracterizamos uma lista de usos com base em sua temporalidade, atratividade e natureza. Em seguida, aplicamos um método de agrupamento, ou *clustering*, com o propósito de criar uma categorização alternativa. Os resultados demonstraram que a riqueza de detalhes e peculiaridades existente em cada uma das categorias propostas ressaltou os problemas da simplificação adotada na categorização baseada puramente na função, indicando que a categorização multifacetada poderia ser mais adequada e precisa para a análise da associação com a caminhada utilitária a partir da residência. A partir destes resultados, a Fase 2 do estudo teve como objetivo investigar e comparar se alguma categoria de uso funcional ou multifacetada estava mais associada à caminhada utilitária a partir da residência. Dessa forma, desenvolvemos análise exploratórias e modelos de regressão logística para compreender o comportamento e associação das variáveis. Constatamos que a categorização multifacetada, desenvolvida na Fase 1, captou peculiaridades que não foram constatadas nas categorias funcionais. Além disso, a análise revelou que a maior presença de categorias multifacetadas com uso cotidiano e atração de público externo estavam mais associadas a uma maior chance de caminhar, assim como a presença de uma categoria mais inóspita às pessoas – com visitas raras e baixa rotatividade de público externo – possuía a relação inversa, ou seja, diminuía a chance de caminhar. Os resultados reforçaram as fragilidades da categorização funcional, indicando que não é capaz de captar peculiaridades constatadas na categorização multifacetada. Por fim, a Fase 3 do estudo investigou a associação entre a diversidade de usos e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência. Para isso, também consideramos análises exploratórias e modelos de regressão logística. De acordo com os resultados, a medida de entropia apresentou associações robustas entre a diversidade de usos e a caminhada utilitária independentemente da forma de categorização. No entanto, a diversidade apresentou coeficientes de associação com o deslocamento a pé consideravelmente maiores quando utilizada a categorização multifacetada, em comparação com a categorização funcional. Esse resultado ganhou força quando adotada a medida da entropia ponderada e principalmente quando considerado no índice apenas as categorias de interesse para o caminhar.

Palavras-chave: uso do solo, categorização do uso do solo, diversidade de usos, caminhada utilitária

ABSTRACT

Land uses have a significant impact on people's lives, as they shape the built environment and directly affect the quality of life. Despite their importance, there are still some fragilities regarding how they are considered and analyzed in the urban practice and research field. Although certain weaknesses have been addressed in previous studies, there remains a gap when it comes to the categorization of land use. Moreover, there is no agreement regarding the quantity and types of categories that should be included in the analyses, there is also a lack of in-depth research concerning the significance of each category, as well as the implications in a diversity index. Considering these factors, the aim of this study is to empirically test a land use categorization based on attributes of the built environment dynamics, with the purpose of establishing classes that explain in a more accurate way the association between land use and utilitarian walking from home. To accomplish this objective, we divided the study into three phases. Phase 1 proposed a novel approach to land use categorization considering the land use dynamics within the built environment, in contrast to the conventional approach that solely relies on functional aspects. To achieve this objective, we characterized the land uses based on their temporality, attractiveness, and nature. In the sequence, we applied a clustering method to establish a multifaceted categorization. The results demonstrated that the new categorization offered a higher level of detail and more effectively captured the unique characteristics of land use compared to the function-based categorization. This result highlighted the limitations of the conventional land use categorization and provided valuable insights suggesting that a multifaceted categorization might be a more appropriate and accurate approach for analyzing the association with utilitarian walking. In Phase 2 we investigated whether specific multifaceted or functional classes were more strongly linked to utilitarian walking from home. To accomplish this, we conducted exploratory analyses and developed logistic regression models to understand the relationships between variables. Our investigation revealed that the multifaceted categorization captured nuances and characteristics that were not found in the functional categories. Furthermore, our analysis demonstrated that a higher presence of multifaceted categories characterized by everyday use and a greater potential to attract an external audience were significantly associated with an increased odd of walking. On the other hand, the presence of categories that were less inviting to people, with a lower number of visits and a low potential to attract external audience, had the opposite effect, diminishing the odds of walking. These findings reinforced the fragilities of the conventional categorization, highlighting its inability to capture the peculiarities revealed within the multifaceted categorization. Finally, in Phase 3, we examined the association between land use diversity and utilitarian walking. For that, we also conducted exploratory studies and developed logistic models to understand the variables. The findings revealed that the entropy measure has consistent and strong associations with walking, irrespective of the land use categorization employed. However, the entropy measure calculated with the multifaceted categories exhibited significantly higher coefficients compared to the measure derived from the functional categorization. This effect was further enhanced when we used a weighted entropy measure and, especially, when we considered in the index only the categories directly relevant to walking.

Keywords: land use, land use categorization, land use diversity, utilitarian walking

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Perguntas de pesquisa e objetivos específicos	21
Quadro 2. Principais terminologias e definições encontradas para Uso do Solo.....	24
Quadro 3. Tipos de unidade de análise utilizados em análises de uso do solo.....	29
Quadro 4. Categorias de uso do solo para classificações de até seis usos.....	30
Quadro 5. Definições adotados para o conceito de diversidade de usos.....	38
Quadro 6. Principais medidas utilizadas para medir a diversidade de usos do solo com suas respectivas definições e limitações.....	45
Quadro 7. Medidas para a variável dependente	47
Quadro 8. Direção e intensidade da associação da diversidade de usos com o deslocamento a pé.....	48
Quadro 9. Associação da diversidade de usos e variáveis dependentes para as três medidas mais utilizadas.	50
Quadro 10. Síntese dos estudos que investigam a combinação de usos por meio de formas alternativas	52
Quadro 11. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização temporal dos usos	61
Quadro 12. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização da atratividade dos usos	62
Quadro 13. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização do caráter dos usos	64
Quadro 14. Lista de usos do solo considerados no estudo	67
Quadro 15. Parâmetros adotados na análise	69
Quadro 16. Compilação da frequência de utilização para usos com predominância de público externo	72
Quadro 17. Justificativa de exclusão de alguns parâmetros.....	75
Quadro 18. Compilação dos parâmetros dos usos	78
Quadro 19. Medidas coletadas na pesquisa do Plamus	88
Quadro 20. Estudos que empregaram as variáveis de controle nas associações de fenômenos com o deslocamento a pé	94
Quadro 21. Variáveis dependentes.....	99

Quadro 22. Variáveis independentes da Fase 2	99
Quadro 23. Variáveis de controle.....	100
Quadro 24. Variáveis independentes da Fase 3.....	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dois possíveis cenários de combinação de usos do solo.....	19
Figura 2. Esquema organizacional de um Shopping Center, comparando os usos principais com os pequenos estabelecimentos.....	34
Figura 3. Usos do solo com capacidade de se misturar (Mixable) e atividade incompatíveis (Unmixable).	35
Figura 4. Rede de atração e repulsão entre os diferentes tipos de atividade. Conexões em azul representam atração e conexões em vermelho indicam repulsão.....	36
Figura 5. Relação entre densidade urbana, transporte e densidade comercial	41
Figura 6. Ilustração das possíveis disponibilidades temporais dos usos do solo em um bairro de exemplo compreendido em três intervalos de tempo em um único dia.....	59
Figura 7. À esquerda, volume de atividade de telefones móveis em locais com usos específicos. À direita, curva populacional baseada em dados de redes sociais diferentes áreas e momentos.	60
Figura 8. Curvas de visitação ao longo do dia de acordo com os usos inseridos em cada categoria funcional	60
Figura 9. Fases adotadas nos procedimentos metodológicos	65
Figura 10. Curvas de visitação ao longo do dia por grupo para cada uso do solo em dias úteis e finais de semana.....	71
Figura 11. Exemplo esquemático de dendrograma	82
Figura 12. Possíveis ajustes a serem realizados na análise de <i>clustering</i>	83
Figura 13. Localização da cidade de Florianópolis e São José	86
Figura 14. Exemplo do processo de categorização dos usos em categorias multifacetadas e em categorias funcionais	91
Figura 15. Distribuição do número de viagens a pé utilitárias de acordo com o tempo de deslocamento	95
Figura 16. Passo a passo da compilação dos dados na unidade espacial em análise	96
Figura 17. Exemplo de um buffer de rede desenhado a partir de um domicílio.....	97
Figura 18. Esquema de como foram compilados os anéis concêntricos para a Fase 2.....	98
Figura 19. Esquema de como foram compiladas as áreas de influência para a Fase 3	105

Figura 20. Esquema de funcionamento da medida de entropia	109
Figura 21. Esquema de funcionamento da medida de riqueza	109
Figura 22. Esquema de funcionamento da medida NEWS objetivo de diversidade	110
Figura 23. Esquema de construção da medida de entropia ponderada.....	112
Figura 24. Dendrograma com a divisão dos usos do solo a partir dos parâmetros das dimensões	116
Figura 25. Dendrograma com a divisão dos usos do solo com a demarcação do parâmetro que se destaca por ramo	118
Figura 26. Mapa de árvore com as características dos parâmetros para todos os usos considerados no estudo	119
Figura 27. Mapa de árvore com as características dos parâmetros para cada uma das categorias do dendrograma	120
Figura 28. Correspondência entre a categorização funcional e multifacetada.....	124
Figura 29. Número de viagens por modo de transporte para viagens originadas a partir das residências nos municípios de Florianópolis e São José.	126
Figura 30. Domicílios pesquisados com origem a partir da residência nos municípios de Florianópolis e São José	127
Figura 31. Contraste entre os domicílios com deslocamento a pé e deslocamentos por outros modos de transporte.....	128
Figura 32. Tempo de deslocamento a pé a partir dos domicílios em Florianópolis e São José	129
Figura 33. À esquerda, domicílios com deslocamento a pé utilitário. À direita, domicílios com deslocamento a pé de lazer.....	130
Figura 34. Distribuição das categorias multifacetadas por meio do centroide da face de quadra	133
Figura 35. Distribuição das categorias funcionais por meio do centroide da face de quadra	135
Figura 36. Trechos selecionados para análise da categoria "Sem vida"	136
Figura 37. Medida configuracional de Integração Global no recorte de análise.....	139
Figura 38. Medida configuracional de Escolha Local com raio de 1.200 metros no recorte de análise	140

Figura 39. Densidade residencial de acordo com as áreas de abrangência dentro do recorte de análise..... 141

Figura 40. Variáveis de controle relacionadas aos participantes da pesquisa Plamus (2015) 143

Figura 41. Classes de renda para os domicílios coletados dentro do recorte de análise ... 144

Figura 42. Grau de instrução dos participantes entrevistados dentro do recorte de análise 145

Figura 43. Posse de veículo dos domicílios coletados dentro do recorte de análise 146

Figura 44. Exemplo de gráficos de adequação do modelo de regressão logística 161

Figura 45. Exemplo de mapa de distribuição dos resíduos para quatro modelos de regressão elaborados na Fase 2..... 162

Figura 46. Diversidade de usos de acordo com o tipo de categorização e medida de entropia para a área de influência de 400 metros. 165

Figura 47. Diversidade de usos medida pela entropia apenas com classes de interesse da categorização multifacetada..... 166

Figura 48. Exemplo de gráficos de adequação do modelo de regressão logística para a Fase 3..... 179

Figura 49. Exemplo de mapa de distribuição dos resíduos para quatro modelos de regressão elaborados na Fase 3 180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação entre o tempo de caminhada e a distância percorrida para uma velocidade de 5km/h.....	95
Tabela 2. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 400 metros.....	150
Tabela 3. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 400-800 metros	150
Tabela 4. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 800-1.200 metros.....	151
Tabela 5. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 1.200-1.600 metros	151
Tabela 6. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 400 metros	153
Tabela 7. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 400-800 metros.....	153
Tabela 8. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 800-1.200 metros.....	153
Tabela 9. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 1.200-1.600 metros	154
Tabela 10. Resultados dos modelos de regressão logística para a associação das categorias de usos com o deslocamento a pé utilitário	159
Tabela 11. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 400 metros.....	168
Tabela 12. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 800 metros.....	168
Tabela 13. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 1.200 metros	168
Tabela 14. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 1.600 metros.....	168

Tabela 15. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 400 metros	169
Tabela 16. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 800 metros	170
Tabela 17. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 1.200 metros	170
Tabela 18. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 1.600 metros.....	170
Tabela 19. Modelos de regressão logística considerando a entropia tradicional.....	173
Tabela 20. Modelos de regressão logística considerando a entropia ponderada	175
Tabela 21. Modelos de regressão logística considerando a entropia apenas com categorias de interesse	177

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. Objetivos e perguntas de pesquisa	21
1.2. Hipótese.....	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1. Uso do solo	23
2.1.1. Importância do estudo.....	25
2.1.2. Obtenção de dados.....	26
2.1.3. Sistematização em unidades espaciais	28
2.1.4. Categorização de usos	30
2.2. O efeito dos usos do solo	33
2.2.1. Evidência empírica.....	35
2.3. A diversidade de usos do solo	37
2.3.1. A distribuição dos usos	39
2.3.2. Conflitos de usos.....	41
2.3.3. Medidas de diversidade de usos	42
2.3.4. Diversidade de usos e o deslocamento a pé.....	47
2.3.5. Métodos alternativos para medição da diversidade de usos	51
2.4. Síntese	56
3. DIMENSÕES DOS USOS DO SOLO.....	58
3.1. Temporalidade.....	58
3.2. Atratividade.....	61
3.3. Natureza do uso.....	63
3.4. Síntese	64
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	65
4.1. Fase 1: Categorização dos usos do solo	66
4.1.1. Compilação dos usos do solo para análise.....	66
4.1.2. Sistematização das dimensões dos usos.....	69
4.1.3. Consolidação das dimensões por uso	76
4.1.4. Criação do modelo para análise de agrupamento.....	81

4.1.5.	Testes da pertinência dos modelos de análise de agrupamento	84
4.1.6.	Análise exploratória das categorias multifacetadas	84
4.2.	Fase 2: Associação de categorias de usos do solo com os deslocamentos a pé	85
4.2.1.	Local de estudo	85
4.2.2.	Processamento dos dados	87
4.2.3.	Agregação dos dados na unidade espacial de análise	94
4.2.4.	Criação das variáveis	98
4.2.5.	Análise exploratória das variáveis	101
4.2.6.	Matriz de correlação entre variáveis	102
4.2.7.	Análise de regressão logística	102
4.3.	Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé	103
4.3.1.	Local de aplicação da pesquisa	104
4.3.2.	Processamento dos dados	104
4.3.3.	Agregação dos dados na unidade espacial de análise	104
4.3.4.	Criação das variáveis	105
4.3.5.	Matriz de correlação entre as variáveis	113
4.3.6.	Análise de regressão logística	113
5.	RESULTADOS	115
5.1.	Fase 1: Categorização dos usos do solo	115
5.1.1.	Análise por ramo	117
5.1.2.	Análise do mapa de árvore (<i>Treemap</i>)	118
5.1.3.	Síntese das categorias	121
5.1.4.	Comparação com categorias funcionais	124
5.2.	Fase 2: Associação de categorias de usos do solo com os deslocamentos a pé	125
5.2.1.	Análise exploratória: deslocamento a pé	126
5.2.2.	Análise exploratória: uso do solo	131
5.2.3.	Análise exploratória: variáveis de controle	137
5.2.4.	Matriz de correlação	147
5.2.5.	Regressão logística	155
5.3.	Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé	163
5.3.1.	Análise exploratória: diversidade de usos	163
5.3.2.	Matriz de correlação	166
5.3.3.	Regressão logística	171
5.4.	Discussão dos resultados	181

5.4.1. Fase 1: Categorização dos usos do solo..... 181

5.4.2. Fase 2: Associação de categorias de usos com o deslocamento a pé..... 182

5.4.3. Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé..... 183

5.5. Limitações das análises 185

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 188

7. REFERÊNCIAS 192

1. INTRODUÇÃO

Os usos do solo desempenham um papel fundamental na vida das pessoas, moldando os ambientes em que vivem e influenciando diretamente na qualidade de vida. Por esse motivo, têm sido objeto de intensa investigação, sendo a questão da diversidade considerada um dos principais focos de pesquisa desde, pelo menos, o trabalho pioneiro de Jacobs (1961). As áreas com uso misto são consideradas mais caminháveis (Duncan *et al.*, 2010; Kerr *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2008; Sung; Lee; Jung, 2014; Troped *et al.*, 2017; Van Dyck *et al.*, 2012), mais propensas à prática de atividades físicas (Carlson *et al.*, 2018; Chakrabarti; Shin, 2017), e propícias a ter uma maior vitalidade urbana ao longo do dia (Jacobs, 1961).

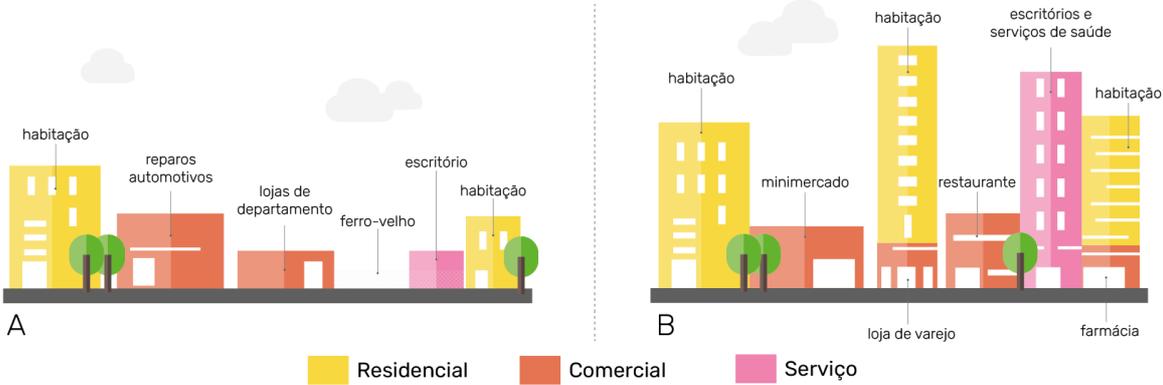
Apesar da significativa importância do estudo do uso do solo, ainda persistem diversas fragilidades associadas à forma como estes são considerados e analisados no contexto da prática e da pesquisa urbana. Os problemas iniciam-se na obtenção dos dados, passam pela forma como é feita a categorização dos usos e vão até a questão de como medir a diversidade. Alguns estudos já sugeriram formas alternativas para compilação de dados a respeito dos usos (Li; Shen; Hao, 2016; Sulis *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2020) e análises já foram feitas para tentar superar as limitações dos índices de mix de usos (Dovey; Pafka, 2017; Gehrke; Clifton, 2019b; Hess *et al.*, 2001; Manaugh; Kreider, 2013), mas pouco esforço foi dedicado à investigação e análise da sua categorização.

Assim, as categorias de usos geralmente são determinadas pela disponibilidade de dados em vez de partir de uma reflexão sobre seu impacto e relação com o que o estudo pretende investigar (Brown *et al.*, 2009; Winters *et al.*, 2010). O mais comum na literatura é a adoção de categorias baseadas em funções, como comércio, serviço e indústria, entre outras, com grande variação no número de classes. Foram encontrados estudos que consideram apenas duas categorias (Gehrke; Clifton, 2014; Larranaga; Cybis, 2014; Troped *et al.*, 2017) e outros que utilizam até seis (Chum; Atkinson; O'Campo, 2019; Sung; Lee; Jung, 2014; Zandieh *et al.*, 2017). Além da falta de consenso a respeito de quantas e quais categorias considerar, também falta uma análise aprofundada sobre o que cada categoria representa dentro do contexto das análises. Esse ponto é crucial e pode impactar significativamente todos os estudos realizados, uma vez que alguns usos do solo podem se complementar, oferecendo ambientes diversos para residentes e visitantes a pé, ao passo que outros podem diminuir

as interações sociais, aumentar a sensação de insegurança e incentivar o uso de outros modos de transporte.

Para ilustrar algumas das implicações da categorização funcional a Figura 1 traz dois cenários com diferentes amenidades representadas por cores de acordo com a classe de uso do solo a que pertencem. Se avaliássemos a mistura dos usos utilizando um dos índices de diversidade comumente empregado, como a entropia (Frank *et al.*, 2005), as áreas teriam valores iguais, uma vez que apresentam proporções iguais de residências, comércios e serviços. Porém, na Figura 1A, os usos apresentam padrões temporais semelhantes e funções que não se complementam e, com exceção das residências, tendem a atrair viagens motorizadas devido às suas características. Por outro lado, a Figura 1B retrata uma área com usos que se complementam e interagem em termos de funcionalidade e temporalidade. Essa combinação é supostamente mais propensa a incentivar as pessoas a caminhar, seja para um uso específico ou para explorar outros nas proximidades. Além disso, essa dinâmica tem o potencial de sustentar o movimento por mais horas do dia e dias da semana.

Figura 1. Dois possíveis cenários de combinação de usos do solo



Assim, apesar da ampla aplicação, a categorização funcional traz consigo um conjunto de problemas. A categoria convencionalmente chamada de “comercial” engloba estabelecimentos com dinâmicas muito distintas, como um minimercado que atrai principalmente residentes do bairro no seu cotidiano, e estabelecimentos de reparo automotivo, que atraem pessoas de diferentes partes da cidade, geralmente não mais do que uma vez por mês. Portanto, a categoria “comercial” agrupa amenidades que possuem dinâmicas muito variadas, constituindo por si só um mix de usos. A adoção dessa categoria funcional como dado de entrada em uma análise pode influenciar significativamente as

associações com diferentes fenômenos, uma vez que é muito provável que, diante das diferentes dinâmicas, os usos dentro da própria categoria influenciem a análise para uma maior ou menor associação.

As limitações geradas a partir da categorização dos usos levantam questões a respeito do porquê, na prática e no contexto acadêmico do planejamento urbano, ainda são adotadas as classes funcionais. Aparentemente não há razões que justifiquem o emprego dessas categorias, uma vez que agregam amenidades muito diversas com total desconsideração de peculiaridades fundamentais para o entendimento de algumas dinâmicas do ambiente urbano, como o uso temporal ao longo do dia, a frequência de utilização do uso e o tipo de público atraído, entre outros.

A partir dessas reflexões, este estudo tem como objetivo propor e avaliar a pertinência de uma nova categorização de usos do solo fundamentada em atributos que considerem as dinâmicas no espaço urbano. Como defendemos que a classificação deve se adaptar aos diferentes fenômenos de análise, neste trabalho temos como foco propor classes que sejam capazes de captar mais precisa e adequadamente a associação com o deslocamento a pé por motivo utilitário a partir da residência. Acreditamos que os resultados das análises podem demonstrar que a nova categorização tem um maior potencial para explicar a associação com a caminhada, revelando que alguns tipos de usos podem ter pouco efeito na vida pública enquanto outros podem ser atrativos que estimulam a atividade social gerando muitas pessoas dispostas a caminhar por e para uma área.

O desenvolvimento deste estudo pode ter um impacto positivo em diversas esferas. No âmbito do planejamento urbano, a pesquisa poderá proporcionar uma melhor compreensão a respeito das implicações da presença de cada categoria e seus efeitos quando combinados. Na esfera acadêmica, de pesquisa e ensino, as contribuições trarão aprimoramento para as análises por meio de proposição de diferentes estratégias metodológicas e aprofundamento de temas que atualmente não são investigados em detalhes. Isso tem o potencial de elevar o rigor das pesquisas e promover reflexão a respeito do que realmente está sendo investigado, além de fomentar outros debates e pesquisas na área. Por fim, as contribuições deste estudo podem beneficiar a sociedade como um todo,

já que a aplicação dos seus resultados na prática pode promover cidades mais sustentáveis e vibrantes, trazendo uma maior qualidade de vida para seus habitantes.

1.1. Objetivos e perguntas de pesquisa

O objetivo geral deste estudo é testar empiricamente uma categorização de usos fundamentada em atributos que considerem as dinâmicas no espaço urbano, com o propósito de estabelecer classes que possibilitem uma explicação mais precisa da associação entre o uso do solo, a diversidade e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

Para responder ao objetivo geral do estudo esta pesquisa será desenvolvida a partir de três fases com perguntas e objetivos específicos, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Perguntas de pesquisa e objetivos específicos

Fase	Pergunta de pesquisa	Objetivo específico
Fase 1	Como categorizar os usos do solo considerando aspectos além da funcionalidade?	Explorar dimensões que podem ser empregadas para categorizar as dinâmicas dos usos do solo e, com base nos atributos dos usos, testar formas de agrupá-los em diferentes classes.
Fase 2	Qual a associação das categorias funcionais e multifacetadas dos usos, consideradas individualmente, com o deslocamento a pé?	Investigar e comparar se alguma categoria de uso funcional ou multifacetada está, individualmente, mais associada à caminhada utilitária a partir da residência.
Fase 3	A associação da diversidade de usos com o deslocamento a pé medida por meio das categorias propostas é maior do que a da diversidade de usos tradicional / funcional?	Investigar e comparar qual diversidade de usos explica de forma mais adequada a caminhada utilitária a partir da residência.

1.2. Hipótese

A hipótese adotada neste estudo é a de que a categorização multifacetada dos usos do solo proporciona uma explicação mais precisa da associação com os deslocamentos a pé utilitários a partir das residências, em comparação com a categorização puramente funcional. Acreditamos que a categorização multifacetada tem a capacidade de capturar as especificidades dos usos do solo de maneira mais eficaz, permitindo uma melhor investigação da associação com a caminhada, tanto quando as classes de usos são consideradas individualmente quanto quando combinadas em medidas de diversidade. Acreditamos que isso difere, por exemplo, da categorização funcional, que utiliza categorias que abrangem uma grande variedade de usos com comportamentos muito diversos, muitas vezes não conseguindo captar as sutilezas que levam às escolhas pelo deslocamento a pé.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Uso do solo

Em estudos acadêmicos e na prática do planejamento urbano são utilizadas diferentes terminologias para fazer referência à questão do uso do solo. O Quadro 2 sintetiza as principais definições encontradas em pesquisas e órgãos oficiais relacionados ao planejamento urbano.

Apesar de o termo “uso do solo” ser bastante consolidado, pelas definições encontradas é possível observar diferentes nuances de interpretação. Há definições que deixam clara a questão do uso humano do solo (EPA, 2021; UN HABITAT, 1992), outras que dão foco ao propósito socioeconômico do solo (EEA, 2004; Eurostat, 2021), e ainda uma que traz o aspecto da distribuição das atividades no espaço (Handy *et al.*, 2002). Algumas definições também têm em comum a explicação do termo por meio de uma exemplificação de uma categorização de usos (Handy *et al.*, 2002; UN HABITAT, 1992).

Além de “usos do solo”, outras terminologias também são empregadas, como “atividade” e “função”. Apesar de haver uma definição que interpreta os três termos como similares (Kropf, 2009), há outra compreensão que diferencia a “atividade” e “função” a partir de uma perspectiva de classificação dos usos do solo. Nesse caso, a “atividade” se relaciona às características observáveis do solo e “função” à atividade econômica ou tipo de estabelecimento que está utilizando o solo. Por exemplo, um comércio de mercadorias seria uma atividade observável e sua função poderia ser um minimercado ou uma padaria.

O que utilizaremos neste trabalho é o que está convergindo entre os autores na definição do termo “uso do solo”, que é a utilização do solo por meio de atividades que suprem as necessidades humanas, gerando diferentes características socioeconômicas. Tomando como referência a terminologia utilizada pela APA (2001), no âmbito desta pesquisa, também utilizaremos o termo “função” para se referenciar ao “uso do solo”.

Quadro 2. Principais terminologias e definições encontradas para Uso do Solo

Terminologia	Definição
Uso do solo	As formas como o solo é usado para atender às necessidades humanas, por exemplo, agricultura, recreação, exploração mineral, transporte, assentamentos humanos. Nos assentamentos humanos, o uso do solo é a pedra angular do planejamento e controle do desenvolvimento (UN HABITAT, 1992) ¹ .
Uso do solo	A distribuição de atividades no espaço, incluindo a localização e densidade de diferentes atividades, onde as atividades são agrupadas em categorias relativamente amplas, como residencial, comercial, escritório, industrial e outras atividades (Handy <i>et al.</i> , 2002) ²
Uso do solo	O uso do solo corresponde à descrição socioeconômica (dimensão funcional) das áreas (EEA, 2004) ³ .
Uso do solo	Uso do solo é o termo usado para descrever o uso humano do solo (EPA, 2021) ⁴ .
Uso do solo	O uso do solo se refere ao propósito socioeconômico da terra (Eurostat, 2021) ⁵ .
Função/uso/atividade	Relações entre humanos e formas físicas para fins específicos, incluindo movimento e ocupação (Kropf, 2009) ⁶ .
Atividade	Atividade se refere ao uso real do solo com base em suas características observáveis. Descreve o que realmente ocorre em termos físicos ou observáveis (por exemplo, agricultura, compras, manufatura, movimento de veículos, etc.). Uma atividade de escritório, por exemplo, refere-se apenas à atividade física no local, que pode se aplicar igualmente a um escritório de advocacia, uma instituição sem fins lucrativos, um tribunal, um escritório corporativo ou qualquer outro uso de escritório. Da mesma forma, os usos residenciais em residências unifamiliares, estruturas multifamiliares, casas pré-fabricadas ou qualquer outro tipo de

¹ The ways land is used to meet human needs, e.g., agriculture, recreation, mineral exploitation, transport, human settlements. In human settlements land use is the cornerstone of planning and control of development (UN HABITAT, 1992).

² The distribution of activities across space, including the location and density of different activities, where activities are grouped into relatively coarse categories, such as residential, commercial, office, industrial, and other activities (Handy *et al.*, 2002).

³ Land use corresponds to the socio-economic description (functional dimension) of areas (EEA, 2004).

⁴ Land use is the term used to describe the human use of land (EPA, 2021).

⁵ Land use refers to the socio-economic purpose of the land (Eurostat, 2021).

⁶ Relations between humans and physical forms for particular purposes including movement and occupation (Kropf, 2009).

construção seriam todos classificados como atividade residencial (APA, 2001)⁷.

Função

Função refere-se à função econômica ou tipo de estabelecimento que utiliza o solo. Cada uso do solo pode ser caracterizado pelo tipo de estabelecimento que serve. O tipo de função econômica atendida pelo uso do solo é classificado nesta dimensão; é independente da atividade real do solo. Os estabelecimentos podem ter uma variedade de atividades em suas instalações, mas têm uma única função. Por exemplo, duas parcelas são consideradas na mesma categoria funcional se servirem ao mesmo estabelecimento, mesmo que um seja um edifício de escritórios e o outro uma fábrica (APA, 2001)⁸.

2.1.1. Importância do estudo

Os usos do solo são elementos sensíveis que estão constantemente se transformando dentro das cidades. Isso fica cada vez mais evidente na sociedade atual por meio da mudança dos padrões dos usos, decorrentes tanto de evoluções tecnológicas quanto de mudanças do padrão comportamental das pessoas. As transformações urbanas ocasionadas a partir das diferentes dinâmicas de uso do solo geram impactos na vida das pessoas que vivem nas cidades, já que a distribuição das atividades influencia, entre outros aspectos, na escolha de como as pessoas vão se deslocar. Isso pode contribuir – ou não – para o estímulo a cidades mais sustentáveis e com maior qualidade de vida. Se por um lado a distribuição dos usos pode incentivar os deslocamentos a pé, que é considerado um meio de locomoção limpo, sem custos, de baixo consumo energético e que gera benefícios para a saúde e bem-estar social das pessoas, por outro pode incentivar longos deslocamentos

⁷ Activity refers to the actual use of land based on its observable characteristics. It describes what actually takes place in physical or observable terms (e.g., farming, shopping, manufacturing, vehicular movement, etc.). An office activity, for example, refers only to the physical activity on the premises, which could apply equally to a law firm, a nonprofit institution, a court house, a corporate office, or any other office use. Similarly, residential uses in single-family dwellings, multifamily structures, manufactured houses, or any other type of building, would all be classified as residential activity (APA, 2001).

⁸ The economic use or type of establishment using the land. Function refers to the economic function or type of establishment using the land. Every land-use can be characterized by the type of establishment it serves. The type of economic function served by the land-use gets classified in this dimension; it is independent of actual activity on the land. Establishments can have a variety of activities on their premises, yet serve a single function. For example, two parcels are said to be in the same functional category if they serve the same establishment, even if one is an office building and the other is a factory (APA, 2001).

cotidianos de carro que, além de não contribuírem para uma vida saudável, geram maior emissão de gases poluentes que afetam diretamente a qualidade do ar e a saúde humana. Esse é um dos aspectos que ressaltam a importância de uma melhor compreensão da distribuição dos usos do solo nas cidades.

Avanços nesses estudos também podem ajudar a compreender de forma mais aprofundada o padrão de atividades das pessoas e como elas interagem com o espaço urbano, o que pode trazer benefícios para o atendimento às demandas públicas, além de garantir um melhor planejamento da alocação de recursos para o apoio ao desenvolvimento de cidades mais sustentáveis (Li; Shen; Hao, 2016; Zhang *et al.*, 2020).

Compreender de maneira mais aprofundada a complexidade do setor de comércio e serviço também é fundamental para a efetivação das políticas urbanas (Vargas, 2020). Atualmente, algumas cidades brasileiras estão criando medidas de incentivos ao estímulo de usos mistos em planos diretores no Brasil. Por exemplo, São Paulo criou regulamentação para que determinadas regiões da cidade pudessem ter acréscimo de área construída em empreendimentos imobiliários que adotem o uso misto (São Paulo, 2013). Em Florianópolis, incentivos ao uso misto estão no Plano Diretor do município (Lei 482/2014) e recentemente tiveram regulamentações por meio de decreto (Decreto 23.158/2021) (FLORIANÓPOLIS, 2014; 2021). É importante que a regulamentação dessas legislações leve em conta as especificidades dos usos de comércio e serviços que se estabeleceram espontaneamente na cidade, segundo a dinâmica urbana construída no tempo (Vargas, 2020). Entendemos que o aprofundamento proposto nesse estudo contribui com subsídios para esses debates, podendo garantir maior eficácia dos resultados que se deseja obter com esse tipo de regulamentação.

2.1.2. Obtenção de dados

O primeiro passo para iniciar algum estudo sobre os usos do solo passa pela obtenção dos dados. Isso usualmente ocorre a partir de levantamentos provenientes de órgão oficiais ou bases de dados do governo de diferentes jurisdições (Cervero, 1996; Cervero; Kockelman, 1997; Chakrabarti; Shin, 2017; Chen; Zhou; Sun, 2017; Duncan *et al.*, 2010; Frank *et al.*, 2005; Ito *et al.*, 2017). Existem algumas fragilidades para essa forma de extração de dados, como:

os usos estão constantemente se transformando, o que torna difícil a atualização das bases de informação; dentro de um mesmo país, como a Austrália, não existe uma padronização na extração ao longo do território o que requer um grande processamento antes da aplicação de estudos em diferentes localidades (Mavoa *et al.*, 2018); em vários locais não existe uma organização em nível de governo para sistematizar os dados de uso do solo, o que contribui para desafios no acompanhamento e monitoramento de transformação dos usos (Mavoa *et al.*, 2018); além disso, os dados são coletados por diferentes agências de acordo com diferentes motivos, o que pode excluir informações essenciais para diferentes tipos de análise (Brown *et al.*, 2009; Mavoa *et al.*, 2018).

Além da utilização de bases de dados pré-existentes, também são encontrados estudos que extraem as próprias informações dos usos do solo *in loco* e compilam os dados com auxílio de programas de geoprocessamento (Cerin *et al.*, 2017; Larranaga; Cybis, 2014; Moudon *et al.*, 2007). No entanto, esse tipo de extração requer grandes esforços para obtenção da informação, o que pode vir a ser inviável dependendo do tipo e escala de análise a ser desenvolvida. Também há estudos que, por meio da aplicação de questionários, consideram puramente a percepção dos usuários a respeito das características de uso do solo no seu entorno, sem atribuir exatamente quais são os usos existentes em cada área (Kaczynski, 2010; Noonan *et al.*, 2017; Van Dyck *et al.*, 2012). A maior fragilidade relacionada a esse tipo de extração é que toda a análise está sujeita ao viés dos participantes.

Como alternativa às fontes de informação apresentadas, recentemente passou a ser utilizada a extração de dados a partir dos POIs (*point of interest*), que são pontos de localização específicos que podem ser usados para serviços baseados em localização (*location-based services – LBS*), como lojas comerciais, correios e restaurantes (Wang *et al.*, 2016). A partir das informações de distribuição dos diferentes POIs são estimados os tipos de uso do solo (Li; Shen; Hao, 2016; Wang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2020). Nos estudos encontrados, as informações de POIs foram coletados de diferentes plataformas on-line, como: Baidu, por meio da Place API, que é uma interface HTTP gratuita (Li; Shen; Hao, 2016); Datatang, uma plataforma online chinesa e provedora de serviços para compartilhamento e negociação de Big Data (Wang *et al.*, 2016); e Open Street Map, a partir

da Overpass API (Sulis *et al.*, 2018). Cada registro de POI contém informações a respeito da tipologia do uso, endereço, e algumas vezes o horário de funcionamento (Sulis *et al.*, 2018).

No caso da plataforma do Open Street Map – uma das únicas disponíveis para esse tipo de extração no Brasil –, uma das fragilidades é decorrente da natureza da plataforma, que é alimentada pelos próprios usuários. A uniformidade das informações associadas aos objetos especializados pode variar ao longo de todo o conjunto de dados, dificultando o processamento da base (Sulis *et al.*, 2018). Além disso, em várias cidades brasileiras essa plataforma ainda é pouco utilizada, o que faz com que as informações de uso do solo não estejam de acordo com a realidade do local.

2.1.3. Sistematização em unidades espaciais

O Quadro 3 sintetiza os principais tipos de unidade espacial utilizados para agregar informações a respeito dos usos do solo em trabalhos acadêmicos que examinavam a associação com caminhada total, utilitária e de lazer (Saboya; Kretzer; Calvetti, -). O primeiro é o mais comum, que consiste em um buffer ao redor das residências dos participantes de uma pesquisa, contendo dados a respeito do uso do solo e a variável dependente em análise. Os tamanhos dos raios variam de 50m a 8000m, mas a maioria se concentra entre 400m e 1.600m. Em termos de raios específicos, 500 e 1.000 metros são os mais utilizados, seguido de 400 e 800 metros (Saboya; Kretzer; Calvetti, -). Foram usados nos estudos alguns métodos distintos para determinar o polígono do buffer, como a distância pela rede viária, as distâncias aéreas e também a distância baseada no tempo.

Por outro lado, as unidades de análise baseadas em zonas normalmente se constituem a partir de setores censitários ou unidades administrativas para as quais já existem dados sobre o uso do solo. Um terceiro tipo de unidade de análise compreende buffers de rede que envolvem origens, destinos e, em menor frequência, as próprias rotas de viagem. Além disso, ainda existem estudos que utilizam como unidade de análise pontos de observação ao longo das vias, áreas circundantes de estações de transporte e percursos entre paradas de ônibus e locais.

Quadro 3. Tipos de unidade de análise utilizados em análises de uso do solo.

Tipo de amostra	Estudos
Áreas (normalmente buffers de rede) ao redor das casas dos entrevistados.	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Boakye-Dankwa <i>et al.</i> (2019); Boulange <i>et al.</i> (2017); Carlson <i>et al.</i> (2018); Cheng <i>et al.</i> (2020); Christiansen <i>et al.</i> (2016); Deforche <i>et al.</i> (2010); Dias <i>et al.</i> (2021); Duncan <i>et al.</i> (2010); Gehrke e Clifton (2019b); Habibian e Hosseinzadeh (2018); Hatamzadeh e Hoseinzadeh (2020); He <i>et al.</i> (2020); Kerr <i>et al.</i> (2016); Lu <i>et al.</i> (2018); McConville <i>et al.</i> (2011); Moudon <i>et al.</i> (2007); Seong; Lee e Choi (2021); Sugiyama <i>et al.</i> (2019); Sun <i>et al.</i> (2021); Sung e Lee (2015); Sung; Lee e Jung (2014); Thornton <i>et al.</i> (2017); Troped <i>et al.</i> (2017); Van Dyck <i>et al.</i> (2012); Wang; Ettema e Helbich (2021); Wei <i>et al.</i> (2016); Xiao <i>et al.</i> (2020); Zandieh <i>et al.</i> (2017); Zang <i>et al.</i> (2019); Zhao e Wan (2020)
Unidades baseadas em zonas (zonas de censo) ou outros tipos de limites administrativos	Coughenour; de la Fuente-Mella e Paz (2019); Etminani-Ghasrodasht; Paydar e Hamidi (2018); Ferrari <i>et al.</i> (2020); Im e Choi (2019); Larranaga e Cybis (2014); Li <i>et al.</i> (2008); Liu <i>et al.</i> (2020); Lu; Xiao e Ye (2017); Manaugh e Kreider (2013); Manoj e Verma (2016); Mertens <i>et al.</i> (2019); Sung; Lee e Cheon (2015)
Áreas no entorno de origens, destinos e (às vezes) rotas de viagens.	Campos-Sánchez <i>et al.</i> (2020); Cervero e Duncan (2003); Dias <i>et al.</i> (2021); Gehrke e Clifton (2014); Gehrke e Wang (2020); Ito <i>et al.</i> (2017); Vancampfort <i>et al.</i> (2019)
Pontos de observação ao longo das ruas	Kim; Sohn e Choo (2017)
Áreas ao redor de estações de transporte ferroviário	Park <i>et al.</i> (2018)
Trajeto entre paradas de transporte e destinos não residenciais	Wang e Cao (2017b)

Fonte: Saboya; Kretzer e Calvetti (-)

O estudo dos usos também implica na definição de escalas geográficas de análise, o que pode gerar resultados distintos de acordo com a abordagem adotada. Rowley (1996) aponta diferentes tipos de configuração em que pode ser analisada a dinâmica dos usos: no nível da cidade; nos distritos ou bairros; dentro da rua e/ou outros espaços públicos; dentro de prédios ou quarteirões; e dentro de edifícios individuais. A questão fundamental é definir qual será a escala relevante para investigar o que está sendo estudado (van den Hoek, 2008). No entanto, essa questão geralmente é determinada por conveniência analítica ou restrições na disponibilidade de dados, limitando uma compreensão mais rica da escala em

que a dinâmica de uso mais afeta o que está se buscando compreender (Gehrke; Clifton, 2016).

2.1.4. Categorização de usos

O Quadro 4 sintetiza algumas classificações empregadas em trabalhos acadêmicos que investigaram associação entre a diversidade de usos e o deslocamento a pé (Saboya; Kretzer; Calvetti, -). Várias dessas classificações partiram de uma categorização de usos prévia, muitas vezes gerada em consequência do modo de obtenção dos dados. Isso evidencia a ausência de uma reflexão a respeito do que representam ou quais são as implicações das categorias nas análises. É possível observar que as combinações de categorias mais adotadas foram residencial e não residencial; comercial, residencial e escritório; e residenciais, comerciais, escritórios e outros.

Quadro 4. Categorias de uso do solo para classificações de até seis usos.

Categorias de Uso	Referências
2 categorias	
Categoria 1: agricultura, residencial Categoria 2: comercial, florestal, industrial, público, rural	Gehrke e Clifton (2014)
Residencial e não-residencial	Kim; Sohn e Choo (2017); Larranaga e Cybis (2014); Rosso et al. (2021); Sung e Lee (2015); Sung; Lee e Cheon (2015)
Lojas e instalações	Troped et al. (2017)
3 categorias	
Residencial, varejo, cívico.	Christiansen et al. (2016)
Residencial, comercial, industrial/institucional.	Duncan et al. (2010)
Categoria 1: agrícola/residencial; Categoria 2. comercial/industrial; Categoria 3: florestal/público/rural.	Gehrke e Clifton (2019b)
Residencial, público [escritórios e instituições], comercial.	Li et al. (2008)
Residencial, varejo, escritório.	Lu; Xiao e Ye (2017)
Residencial, comercial e de emprego, recreação	Manaugh e Kreider (2013)

Conveniência (ou seja, loja de conveniência, quiosque ou posto de gasolina), supermercado, ponto de transporte público	Mavoa et al. (2018)
Comercial, residencial, escritório	Hatamzadeh e Hoseinzadeh (2020); He et al. (2020); Zang et al. (2019)
Usos noturnos (restaurantes, bares, teatros, arenas esportivas), usos para atividades físicas (parques, playgrounds, propriedades esportivas), usos sociais (áreas religiosas e culturais, playgrounds, propriedades esportivas).	McConville et al. (2011)
Residencial, comercial, público.	Park et al. (2018)
Uso diário na vizinhança, uso comercial não diário, escritório.	Sung e Lee (2015)

4 categorias

Residencial, varejo, comercial, industrial, outros.	Boulangue et al. (2017)
Categoria 1: agrícola/residencial; Categoria 2. comercial/industrial; Categoria 3: florestal/rural; Categoria 4: público.	Gehrke e Clifton (2019a)
Residencial, comercial, recreativo, institucional.	Ito et al. (2017)
Residencial, comercial/institucional, recreativo e outros	Sugiyama et al. (2019)
Residencial, comercial, escritório, outros.	Im e Choi (2019; 2020a); Seong; Lee e Choi (2021)
Comercial, cívico (educação e hospitalar/médico), industrial, residencial.	Mavoa et al. (2018)
Residencial, varejo, escritório, lazer.	Lu et al. (2018)
Residencial, comercial, industrial, outros.	Manoj e Verma (2016)
Residencial, comercial, industrial, recreativo	Wei et al. (2016)

5 categorias

Residencial, comercial, educacional, de entretenimento e serviços públicos	Cheng et al. (2020)
Residencial, comercial, industrial/institucional, recreativo, outros	Duncan et al. (2010)
Varejo, comercial, cívico, recreação (excluindo espaços abertos públicos), residencial	Mavoa et al. (2018)
Residencial, cotidiano de bairro, uso não diário, escritório, outros	Sung; Lee e Cheon (2015)
Residencial, recreativo, comercial, industrial, outros	Wang; Ettema e Helbich (2021)
Residencial, comercial (até 90.000 m ²), entretenimento (incluindo restaurantes), escritório, institucional	Thornton et al. (2017)

6 categorias

Residencial, comercial, escritório, público, recreativo, outros	Sung; Lee e Jung (2014)
Residencial, alimentação/bebida, espaços verdes, centros recreativos, infraestruturas sociais, comércio	Zang et al. (2020)
Residencial unifamiliar, residencial multifamiliar, comercial, escritório, industrial, espaços verdes)	Chum; Atkinson e O'Campo (2019)

Fonte: Saboya; Kretzer e Calvetti (-)

Além das categorias utilizadas em pesquisas acadêmicas, existem outras classificações utilizadas por órgãos oficiais ou instituições governamentais. Um exemplo disso é o manual da *American Planning Association*, que refina categorias gerais de uso do solo em diferentes aspectos, como atividade, função e tipologia edilícia (APA, 2001). No Reino Unido, um dos exemplos é o *National Land Use Database*, considerado um manual que busca padronizar as classes de uso (Harrison, 2006). Outras categorizações mais detalhadas podem ser encontradas inclusive em tabelas de uso de planos urbanos, como é o caso de Chicago e Nova York (CHICAGO, 2022; NYC, 2018).

Apesar da grande variedade no modo de categorização, existem limitações nas formas de classificação usualmente empregadas, como: a categorização é feita para diferentes propósitos e muitas vezes não é relacionada ao que está querendo ser estudado (Brown *et al.*, 2009; Winters *et al.*, 2010); a categorização de usos convencional não comporta mais a demanda atual, já que fica difícil a categorização de edificações altamente diversificadas (Zhang *et al.*, 2020); e categorias gerais de uso do solo (por exemplo, comercial) podem incluir atividades muito variadas que podem – ou não – ter pertinência com o que está sendo avaliado (McConville *et al.*, 2011).

Além disso, é possível notar que, diante das classificações apresentadas, com exceção de poucos casos (por exemplo, Sung, Lee e Cheon (2015) e McConville *et al.* (2011)), todas consideram puramente o aspecto funcional para a categorização das atividades. Isso pode trazer uma série de fragilidades para as análises, pois são ignorados, por exemplo, o modo de utilização ao longo do dia, o tipo de público atraído e a frequência de uso do estabelecimento. Acreditamos que desconsiderar esses aspectos pode distorcer as análises e desvalorizar o tipo de dinâmica e impacto que o uso gera no espaço urbano.

Diante dessas limitações, Dovey e Pafka (2017) reforçam de forma contundente em seu trabalho os desafios da classificação de usos. Os autores apontam que existe uma infinidade de diferentes tipos de funções em uma cidade e há um grande problema de consistência na classificação, já que os limites das categorias se sobrepõem e uma delas pode facilmente se tornar o subconjunto da outra (Dovey; Pafka, 2017). Dessa forma, a classificação de usos se torna um desafio, já que uma classificação não deve buscar listar todos os usos possíveis, pois além de ser praticamente impossível também pode criar confusão de interpretação (Parolek; Parolek; Crawford, 2008).

Atualmente não existe um padrão de como deve ser feita a categorização dos usos. O desafio ainda consiste em encontrar a melhor forma de classificação na infinidade de possibilidades e complexidades existentes nas diferentes atividades, assim como dos diferentes propósitos analíticos e propositivos.

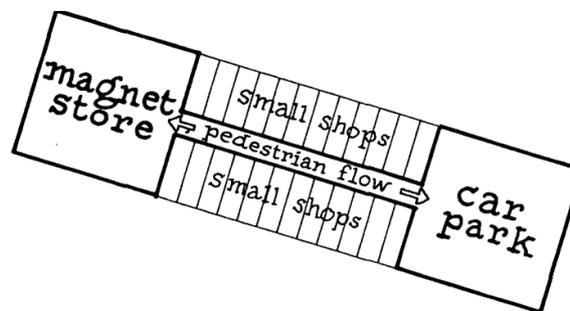
2.2. O efeito dos usos do solo

De acordo com Jacobs (1961), a movimentação de pedestres e a diversidade de atividades que promovem a segurança dependem do alicerce econômico proveniente de usos principais combinados, definidos como aqueles que atraem as pessoas a um local específico, ou seja, que funcionam como ímãs. Exemplos desses usos incluem escritórios, fábricas, moradias, espaços de educação e lazer, entre outros.

A existência desses usos principais isolados pode gerar uma diversidade urbana relativamente ineficiente; no entanto, quando são efetivamente associados a outros – que promovem o uso do espaço em horários alternativos – o resultado pode ser considerado estimulante, tornando o ambiente fértil para a *diversidade derivada* (Jacobs, 1961). Esse termo é aplicado aos usos que surgem em consequência dos usos principais existentes, tirando proveito das pessoas atraídas por estes, tais como comércios de pequeno porte, restaurantes, lanchonetes, bares, entre outros. Se existir uma quantidade suficiente de elementos incomuns ou singulares, o conjunto de empreendimentos pode tornar-se, por acumulação, um uso principal (Jacobs, 1961).

Bentley (2005) dá um exemplo de como os usos principais dão suporte aos usos secundários comparando com o funcionamento dos shoppings centers. As lojas âncoras atraem um grande número de pessoas ao complexo, enquanto as lojas secundárias, essenciais para a diversidade, aproveitam-se e dão suporte ao fluxo de pedestres entre os dois extremos, como se observa na Figura 2. Para Jacobs (1961), a mescla de usos principais deve levar a um resultado cotidiano e habitual de mistura de pessoas, em consequência, gerando uma sustentação econômica mútua.

Figura 2. Esquema organizacional de um Shopping Center, comparando os usos principais com os pequenos estabelecimentos.



Fonte: Bentley, 2005, p.30.

Em seu livro, Jacobs (1961) cita Larry Smith, economista especializado em usos do solo, que faz uma associação interessante quando compara edifícios de escritório com peças de xadrez.

Todos os usos principais, sejam de escritórios ou moradias, sejam de salas de espetáculo, são as peças de xadrez da cidade. Aquelas que se movem diferente das outras devem ser empregadas conjuntamente para lograr o máximo. E, assim como no xadrez, um peão pode tornar-se uma rainha. Mas o desenvolvimento urbano tem essas diferenças em relação ao xadrez: o número de peças não é determinado por regras. Se bem colocadas, as peças se multiplicam (SMITH, apud JACOBS, 2004, p. 183).

Van den Hoek (2008) apresenta em seu trabalho um exemplo do que seriam usos com potencial de se misturar ou gerar conflitos (Figura 3). No entanto, apesar desses autores darem contribuições a respeito do modo como os usos podem influenciar a dinâmica urbana, são poucos os estudos científicos que investigam de maneira empírica o efeito dos usos de forma isolada e seu poder de influência nas atividades do entorno.

Figura 3. Usos do solo com capacidade de se misturar (Mixable) e atividade incompatíveis (Unmixable).

1. Non Housing	Energy production	“Unmixable”
	Waste management	“Unmixable”
	Industrial plant production	“Unmixable”
	Harbour	“Unmixable”
	Airport	“Unmixable”
	Distribution	“Unmixable”
	Oil refinery	“Unmixable”
Etc.	“Unmixable”	
2. Non Housing	Offices	“Mixable”
	Arts n Crafts	“Mixable”
	Retail	“Mixable”
	Restaurants	“Mixable”
	Bars	“Mixable”
	Hotel	“Mixable”
	Leisure	“Mixable”
	Care	“Mixable”
	Culture	“Mixable”
	Media	“Mixable”
	Religion	“Mixable”
	Education	“Mixable”
	Sports	“Mixable”
	Etc.	“Mixable”
3. Housing	Apartments	“Mixable”
	Row houses	“Mixable”
	Detached houses	“Mixable”
	Villas	“Mixable”
	Flats	“Mixable”
	Ftc.	“Mixable”

Fonte: Van den Hoek (2008)

2.2.1. Evidência empírica

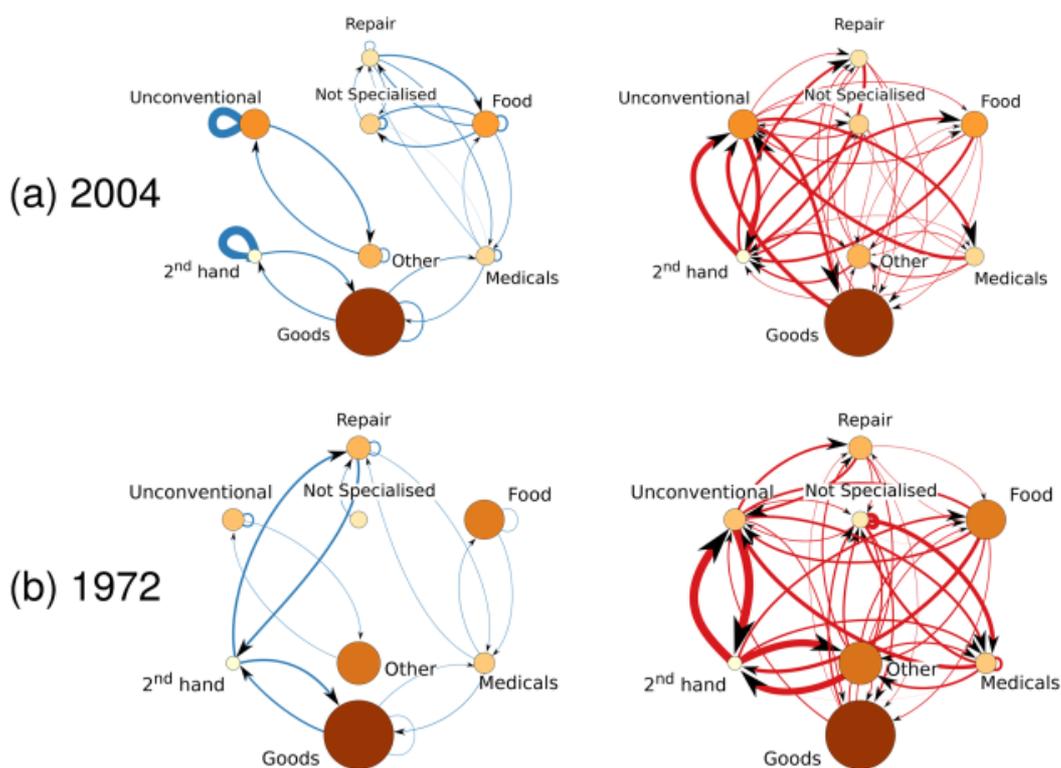
A investigação da relação existente entre diferentes usos ainda é um campo pouco explorado na literatura. Um dos trabalhos mais interessantes nesse sentido foi elaborado por Fiasconaro et al. (2016), que analisou quantitativamente o desenvolvimento de Roma por meio da investigação da distribuição espacial e idade das atividades comerciais⁹ da cidade em um determinado intervalo de tempo.

No trabalho de Fiasconaro (2016), para obter os resultados de atração e repulsão dos usos foi construída uma rede onde cada nó representa uma categoria e as ligações representam atração/repulsão no espaço entre pares de categorias. Para isso foi estabelecido um

⁹ Atividades comerciais: não especializada (sem alimentação), alimentação, saúde, bens, segunda mão, não convencional (correios, venda de rua), reparo, outro.

coeficiente de atração por meio de uma fórmula matemática. Os resultados encontrados no trabalho revelam que as conexões de atração geralmente apresentam relações fracas e em pequeno número, enquanto a repulsão é geralmente mais forte, como por exemplo, entre o uso de “segunda mão” e “não convencional”, “bens” e “não convencional”, e “saúde” e “não convencional” (Figura 4). Além disso, alguns tipos de uso são caracterizados pela autoatração, como é o caso do “não convencional” e do “segunda mão”, e parece que usos comerciais de determinado tipo tendem a atrair outros usos do mesmo tipo. Também é interessante perceber que algumas relações podem se tornar repulsivas ao longo do tempo e vice-versa. Um exemplo é a relação entre “reparo” e “segunda mão” (Fiasconaro *et al.*, 2016).

Figura 4. Rede de atração e repulsão entre os diferentes tipos de atividade. Conexões em azul representam atração e conexões em vermelho indicam repulsão.



Fonte: Fiasconaro et al (2016).

Embora o estudo proporcione uma visão abrangente das interações entre os diferentes usos do solo, algumas categorias, como "bens", ainda são bastante amplas. A categoria "bens" registrou o maior número de unidades econômicas no estudo e é uma das que pode apresentar uma ampla gama de variações em suas características. Isso pode fazer com que

algumas relações estejam sendo influenciadas por alguns usos predominantes, resultando em uma interpretação equivocada das relações. De qualquer forma, apesar das fragilidades, é interessante observar a falta de relação de algumas categorias – “não convencional”, “segunda mão” e “outros” – com usos que possivelmente tendem a atrair uma maior vida urbana para os locais, como por exemplo “bens” e “alimentação”. Além disso, apesar dos usos serem considerados levando em conta puramente seu aspecto funcional, essas relações dão indícios de quais tipos de usos são incompatíveis e, se combinados, podem vir a prejudicar a geração de ambiente fértil para trocas sociais.

2.3. A diversidade de usos do solo

O conceito de diversidade de usos é abordado em variadas áreas de estudo. Jacobs (1961) foi a pioneira a apontar a importância de distritos com mais de uma função principal, sendo esse considerado pela autora um dos elementos fundamentais para o enriquecimento da diversidade urbana. Embora muitas vezes sem corroboração científica, nas últimas décadas vem crescendo o número de autores que apontam os benefícios da existência de uma maior diversidade de usos em áreas urbanas. Os principais pontos considerados são: acesso facilitado a comércio e serviços, promoção de comunidades com diversidade de pessoas, maior sensação de segurança por meio da vigilância natural da rua, maior viabilidade econômica para diferentes negócios e maior possibilidade de interação social (Jacobs, 1961; Rowley, 1996; van den Hoek, 2008; Yeang, 2000). Além disso, o UN Habitat considera o uso misto um dos cinco princípios-chave para a promoção de bairros sustentáveis (UN-HABITAT, 2014).

A série de benefícios destacados enfatiza a importância de compreender o conceito de diversidade de usos. O Quadro 5 traz uma síntese com as principais definições adotadas por autores em trabalhos acadêmicos.

Quadro 5. Definições adotados para o conceito de diversidade de usos.

Estudo	Definição
Handy et al. (2002)	Proximidade de diferentes usos do solo ¹⁰
Saelens, Sallis e Frank (2003)	O nível de integração dentro de uma determinada área de diferentes tipos de usos do espaço físico, incluindo residencial, escritório, varejo/comercial e espaço público ¹¹
Frank et al. (2005)	Uniformidade de distribuição de metragem quadrada de empreendimentos residenciais, comerciais e de escritórios. ¹²
Leslie et al. (2007)	O grau de heterogeneidade com o qual usos funcionalmente diferentes são co-localizados no espaço ¹³
Frumkin, Frank e Jackson (2009)	A diversidade de usos é uma medida de quantos tipos de uso - escritórios, habitação, varejo, entretenimento, serviços e assim por diante - estão localizados em uma determinada área ¹⁴
Ewing e Cervero (2010)	O número de diferentes usos do solo em uma determinada área e o grau em que eles são representados na área do solo, área útil ou emprego ¹⁵
Bahadure e Kotharkar (2015)	É a integração de diferentes funções de uso do solo, como residencial, comercial, recreativa e institucional em um setor urbano ou bairro ¹⁶
Narvaez e Penn (2016)	O desenvolvimento de uma rua, quadra urbana ou edifício que integre física e funcionalmente diferentes usos no mesmo local. ¹⁷
Sun et al. (2017)	A diversidade de usos do uso do solo é o nível de mistura do uso na "área local" de uma rua ¹⁸
Farahani, Beynon e Freeman (2018a)	A variedade, versatilidade e arranjo de usos do solo comerciais nos centros de bairro ¹⁹

¹⁰ Proximity of different land uses

¹¹ The level of integration within a given area of different types of uses for physical space, including residential, office, retail/commercial, and public space

¹² Evenness of distribution of square footage of residential, commercial, and office development.

¹³ The degree of heterogeneity with which functionally different uses are co-located in space

¹⁴ Land use mix is a measure of how many types of uses—offices, housing, retail, entertainment, services, and so on—are located in a given area

¹⁵ the number of different land uses in a given area and the degree to which they are represented in land area, floor area, or employment

¹⁶ is the integration of different land-use functions like residential, commercial, recreational, and institutional in an urban sector or a neighbourhood

¹⁷ The development of a street, an urban block or a building which physically and functionally integrates different uses in the same location.

¹⁸ Land use mix is mix level of land use in the "local area" of a street

¹⁹ The variety, versatility and arrangement of commercial land uses in neighbourhood centres

Diante do apresentado, podemos observar que não existe um consenso sobre o conceito, pois há uma grande variação na sua definição. Alguns autores relacionam o termo à quantidade de usos diferentes existentes em uma área (Ewing; Cervero, 2010; Farahani; Beynon; Freeman, 2018a; Frumkin; Frank; Jackson, 2009), também chamada de “riqueza”; outros associam o termo à heterogeneidade de usos do solo (Leslie *et al.*, 2007; Sun *et al.*, 2017) ou ainda à integração dos usos do solo (Bahadure; Kotharkar, 2015; Narvaez; Penn, 2016; Saelens; Sallis; Frank, 2003). Há também definições que apontam a proximidade de diferentes usos (Handy *et al.*, 2002) e a uniformidade da distribuição das atividades (Frank *et al.*, 2005).

Todas as divergências ressaltadas nas definições refletem uma série de limitações da compreensão do conceito de diversidade de usos. Isso torna a aplicação do termo ambígua, fragmentada e frágil, uma vez que não há consenso sobre como interpretar o que é uma boa diversidade de usos, como analisar a compatibilidade dos usos considerados na diversidade, quais são as escalas de análise de relevância e como a diversidade pode ser instrumentalizada e operacionalizada no planejamento urbano (Gehrke; Clifton, 2016; Montgomery, 1998; van den Hoek, 2008). Esses fatores contribuem para que muitas vezes a utilização do conceito seja evasiva e intangível (Manaugh; Kreider, 2013).

Apesar destas fragilidades, acreditamos que compreender a forma como os usos se dispõem e se misturam no tecido urbano, seja seguindo à risca - ou não - alguma das definições, é fundamental, já que a distribuição dos usos influencia a forma como as pessoas se deslocam, a saúde humana, a economia e a vitalidade urbana. Compreendemos que por abordarem a integração entre os usos, as definições de diversidade adotadas por Bahadure e Kotharkar (2015), Narvaez e Penn (2016) e Saelens *et al.* (2003) são as que mais se aproximam do que estamos querendo investigar neste estudo.

2.3.1. A distribuição dos usos

A ideia da separação da cidade em espaços para moradia, comércio, trabalho e lazer, difundida por Le Corbusier por meio de seu plano urbano para a *Ville Radieuse* teve influência direta no desenho e legislações urbanísticas pelo mundo. Um exemplo claro disso é Brasília,

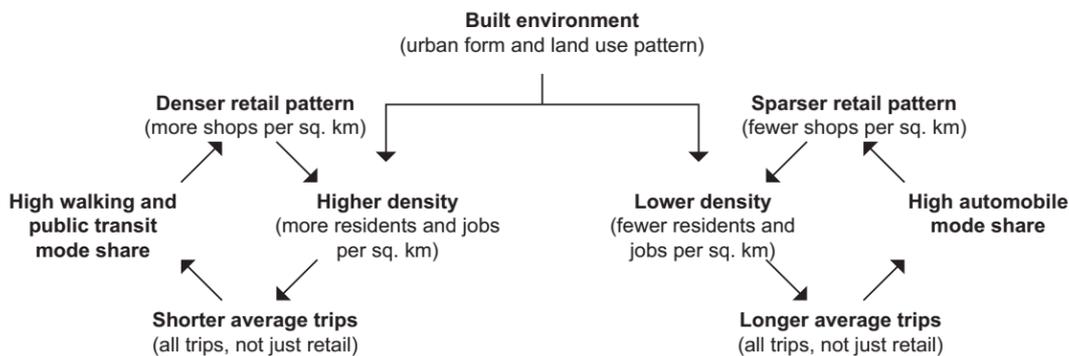
que implementou conceitos modernistas e hoje, serve como um exemplo a não ser seguido em termos de estratégia de distribuição de uso do solo, já que esse modelo de cidade gera a necessidade por deslocamentos de longa distância e, em consequência, aumenta a dependência por uso de automóveis.

Nas últimas décadas, muitos movimentos e críticas surgiram a respeito do planejamento urbano modernista, especialmente por seu olhar distante dos reais problemas e desafios que enfrentam as cidades. No que diz respeito ao uso do solo, a ideia de criar zonas para um único tipo de uso vem cada vez mais sendo abandonada para dar lugar à promoção de espaços urbanos de incentivo ao uso misto.

Diante disso, o desafio é compreender como os usos são distribuídos pelo território, assim como a vocação de cada área em termos de viabilidade de incentivo aos usos. Um passo importante nessa direção é a teoria da sintaxe espacial criada por Hillier e Hanson (1984) na década de 1980, que por meio de diferentes medidas traz indicativos das áreas com maior aptidão para instalação de usos comerciais. Segundo Hillier *et al.* (1993), a própria configuração do traçado urbano gera um padrão que define outros elementos do sistema urbano, como o uso do solo. Dessa forma, os usos surgem como consequência da configuração, e por meio da combinação entre estrutura configuracional e atração exercida pelos usos pode haver um aumento da quantidade de pedestres circulando por determinada área (Hillier *et al.*, 1993). Com isso, áreas com uma maior integração urbana, tendem a atrair um maior número de usos comerciais.

Para além da questão estritamente configuracional, um estudo desenvolvido por Sevtsuk (2020) aponta que existe uma relação direta entre densidade urbana, modos de transporte e densidade de usos comerciais. A Figura 5 indica que, em uma relação cíclica, áreas mais densificadas em termos de residentes e oportunidades de trabalho tendem a diminuir tempos de viagem, aumentando a possibilidade de viagens a pé e de transporte público e contribuindo para a maior concentração de usos comerciais. Por outro lado, locais com menor densidade residenciais e menor número de oportunidades de emprego tendem a gerar o efeito contrário, ou seja, aumentar os tempos de deslocamento, aumentar as viagens de automóvel e distribuir de forma mais esparsa os usos de comércio.

Figura 5. Relação entre densidade urbana, transporte e densidade comercial



Fonte: Sevtsuk (2020, p.53).

Compreender essas relações é importante para o planejamento das cidades, já que o uso do solo é sensível e depende diretamente do movimento dos pedestres para sua sustentação.

2.3.2. Conflitos de usos

A promoção da diversidade de usos frequentemente suscita questionamentos, uma vez que a instalação de usos incômodos ou inóspitos pode dar origem a conflitos.

De acordo com Jacobs (1961), as combinações de usos existentes em uma cidade não devem ser sinônimo de caos, mas sim uma representação de uma organização complexa e desenvolvida. A autora aponta que alguns usos considerados nocivos e decadentes – como os ferros-velhos – se instalam em locais que não contêm magnetismo e movimento de pedestres. Dessa forma, para a autora não se soluciona o problema da existência de usos conflitantes temendo a mistura de usos ou buscando sua extinção, mas sim formando e cultivando um ambiente econômico fértil para a diversidade urbana.

Uma outra categoria de usos que por alguns é vista como nociva é composta por bares, teatros, clínicas e fábricas, entre outros. Jacobs (1961) não interpreta essa categoria de tal modo, afirmando que essa visão provém dos efeitos resultantes de sua existência em subúrbios e área monótonas. Para a autora, em distritos movimentados esses usos "são indubitavelmente necessários, seja por sua contribuição direta para a segurança, para o contato público e a interação de usos, seja porque ajudam a sustentar a outra diversidade que recebe esses efeitos diretos" (JACOBS, 2014, p.255).

Não foram encontrados estudos empíricos que buscassem compreender de forma aprofundada o efeito desses potenciais usos conflitantes. De qualquer forma, é importante reconhecer que diferentes tipos de usos requerem suportes e necessidades distintas, o que pode fazer com que nem todas as combinações sejam apropriadas (van den Hoek, 2008; Yeang, 2000).

2.3.3. Medidas de diversidade de usos

O Quadro 6 sintetiza algumas medidas utilizadas para quantificar a diversidade de usos do solo com suas respectivas definições e limitações. Apesar de fragilidades associadas ao índice de entropia, esse ainda é o mais comumente utilizado em trabalhos acadêmicos (Saboya; Kretzer; Calvetti, -). A medida de entropia mede o grau de uniformidade com que diferentes usos ocorrem dentro de um território. O índice varia de 0, onde existe apenas uma categoria de uso, a 1, onde determinada área é igualmente dividida entre os usos em análise. Ou seja, de acordo com a medida, quanto mais próximo de 1, maior é a diversidade de usos.

As principais variações na aplicação do índice ocorrem na quantidade e na forma de categorização dos usos, além de haver incertezas sobre como cada estudo operacionaliza o denominador (N) da fórmula (Quadro 6). Hajna et al. (2014) apontam que, em alguns casos, o N refere-se ao número total de categorias de uso presentes na amostra como um todo, e em outros, refere-se ao número de categorias presentes na unidade de área específica (zona, buffer, etc.) para a qual a entropia está sendo calculada. Enquanto em ambos os casos a uniformidade é supervalorizada, no primeiro o resultado é levemente penalizado quando a proporção de um ou mais usos que não estão presentes na unidade de análise são considerados como igual a 0%. No segundo, usos inexistentes não influenciam na medida, e assim duas zonas com dois e quatro usos igualmente distribuídos teriam o mesmo valor máximo de 1.

Outras medidas, como o índice de dissimilaridade, o NEWS (*Neighborhood Environment Walkability Scale*) e o *Mixed-use Index* são encontrados em um menor número de pesquisas. O índice de dissimilaridade foi aplicado em um dos estudos pioneiros que buscava investigar

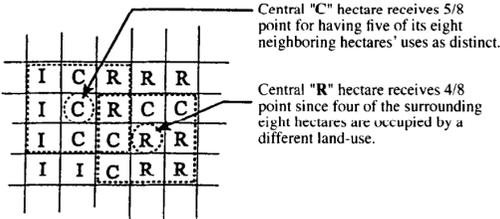
a relação de dimensões do espaço construído – dentre elas a diversidade de usos – com modos de viagem na *Bay Area* em São Francisco (Cervero; Kockelman, 1997). Não foi encontrada a aplicação dessa medida em estudos posteriores. Por outro lado, variações do NEWS, única medida que se baseia na percepção das pessoas a respeito da diversidade, foram amplamente disseminadas no desenvolvimento de pesquisas, sendo aplicada principalmente em trabalhos da área da saúde (Adlakha *et al.*, 2017; Adlakha *et al.*, 2018; Carlson *et al.*, 2018; Cerin *et al.*, 2018b; Kaczynski, 2010; Kerr *et al.*, 2016; Noonan *et al.*, 2017; Troped *et al.*, 2017; Van Dyck *et al.*, 2012). Já o *Mixed-Use* é uma medida que surgiu da necessidade de criar alternativas para a quantificação da diversidade, nesse caso considerando três graus de mix de funções em termos de porcentagem de habitações, locais de trabalho e facilidades (comércios/serviços) (van den Hoek, 2008; van Nes; Berghauser Pont; Mashhoodi, 2012). Como ocorre com o índice de dissimilaridade, sua aplicação não é recorrente.

Além das medidas apontadas no Quadro 6, a aplicação de alguns outros índices para medir a diversidade de usos foi encontrada em trabalhos acadêmicos. Alguns exemplos são: a densidade de usos não residenciais, que é a proporção da quantidade de usos sobre a área de uma unidade espacial (Cerin *et al.*, 2018a; Cervero; Kockelman, 1997; Larranaga; Cybis, 2014; Troped *et al.*, 2017; Van Dyck *et al.*, 2012); o RNR *balancing index*, que calcula o mix de uso residencial e não-residencial para um distrito administrativo (Sung; Lee; Cheon, 2015); a variedade de comércios e serviços na quadra, que atribui um ponto para cada uso contido no nível da rua que permanece aberto durante horário normal de trabalho (Mehta, 2007); a diversidade de usos não-residenciais, que considera o número de diferentes tipos de uso a partir de classificações de atividades já pré-determinadas (McConville *et al.*, 2011); a proporção entre a área de um piso de um edifício residencial e a área do piso de todos os edifícios (Kim; Sohn; Choo, 2017); e a diversidade vertical, que considera a proporção de lotes comerciais com mais de uma categoria de uso na edificação (Cervero; Kockelman, 1997). Ainda há outros índices adotados como proxy para a quantificação da diversidade de usos, como: o JOBPOPBAL Index, que mede o balanço entre emprego e população residente em determinada área (Renne; Hamidi; Ewing, 2016); e o número de negócios independentes em um segmento de quadra (Mehta, 2007).

Apesar de existir uma grande variedade de medidas para a diversidade de usos, há um conjunto de fragilidades que podem levar a uma compreensão inadequada dos resultados dos estudos. As principais limitações dos índices são: a) não consideram a peculiaridade de cada uso inserindo no índice, dessa forma pode estar sendo dado o mesmo peso para usos com dinâmicas completamente diferentes do ponto de vista de interação com o espaço público, comportamento temporal e potencial de atração de usuários; b) não há um acordo quanto à melhor forma de classificar os usos, o que pode levar a resultados diferentes com a aplicação de um mesmo índice; c) não há um consenso a respeito de quantas categorias considerar na operacionalização dos índices; d) e por fim, os resultados gerados pelos índices não dão informações a respeito da combinação de usos que está sendo avaliada, dessa forma, apesar de poder existir uma certa diversidade, não se sabe se há ou não interações benéficas entre os usos e os efeitos que geram no espaço urbano.

Quadro 6. Principais medidas utilizadas para medir a diversidade de usos do solo com suas respectivas definições e limitações.

Medida	Definição	Limitações
Índice de entropia (Entropia de Shannon)	<p>Mede o grau de uniformidade com que diferentes usos ocorrem dentro de um território. O índice varia de 0, onde existe apenas uma categoria de uso, a 1, onde determinada área é igualmente dividida entre os usos em análise. Ou seja, de acordo com a medida, quanto maior o valor de entropia, maior é a diversidade de usos. O índice captura a uniformidade da distribuição dos diferentes tipos de uso do solo em determinada área (Bahadure; Kotharkar, 2015; Dovey; Pafka, 2017; Duncan <i>et al.</i>, 2010; Gehrke; Clifton, 2014; Renne; Hamidi; Ewing, 2016; Sung; Lee; Cheon, 2015; Wei <i>et al.</i>, 2016).</p> $\sum_1^N = \frac{(p_k \ln p_k)}{\ln N}$ <p>em que: p = proporção de um uso k em uma determinada zona geográfica; N = número total de categorias de uso do solo.</p>	<p>O índice de entropia não é um bom indicador da diversidade na escala de parcelas e quadras (Cervero; Kockelman, 1997); A medida não capta a interação espacial dos diferentes usos (Hess <i>et al.</i>, 2001); Um maior índice de entropia não implica na presença de uma maior variedade de usos, já que esta é uma medida que captura a uniformidade da distribuição (Brown <i>et al.</i>, 2009). Combinações de usos com atividades qualitativamente diferentes podem ter o mesmo índice de entropia, o que pode mascarar os efeitos gerados (Brown <i>et al.</i>, 2009). Ou seja, todos os usos são tratados como iguais, sem distinção (Dovey; Pafka, 2017). Alguns usos não são considerados na fórmula, o que pode implicar em diferentes resultados (Brown <i>et al.</i>, 2009). Muitos índices de entropia ignoram os usos industriais (Dovey; Pafka, 2017); O índice não indica qual combinação é ideal para apoiar a tomada de decisão para formuladores de políticas públicas (Christiansen <i>et al.</i>, 2016).</p>

Índice de dissimilaridade	<p>Proporção de usos diferentes compreendidos em uma malha de células de hectares dentro de uma determinada área. Cada hectare é pontuado de acordo com grau de diferença funcional, considerando a extensão em que as células adjacentes diferem em uso (Cervero; Kockelman, 1997; Dovey; Pafka, 2017)</p>	<p>O índice revela apenas se uma das células adjacentes é diferente (ou não) do quadrado central e, portanto, é insensível ao número de usos que são diferentes daquele do quadrado central (Hess <i>et al.</i>, 2001).</p>
	 <p>Central "C" hectare receives 5/8 point for having five of its eight neighboring hectares' uses as distinct.</p> <p>Central "R" hectare receives 4/8 point since four of the surrounding eight hectares are occupied by a different land-use.</p>	<p>Mede apenas a heterogeneidade do uso do solo e o grau de mistura geral e não distingue entre os diferentes tipos de usos do solo e suas implicações (Hess <i>et al.</i>, 2001; Manaugh; Kreider, 2013); Considera o uso mais prevalente em uma determinada célula e, portanto, perde a extensão real com a qual os usos distintos interagem (Manaugh; Kreider, 2013).</p>
NEWS de diversidade	<p>Índice agregado que captura a percepção dos respondentes a respeito do quão distante ou próximo estão os usos não residenciais (normalmente 13) em relação à residência do participante. É considerada uma medida de riqueza (Saboya; Kretzer; Calvetti, -).</p>	<p>O índice pode ser influenciado pelo viés dos entrevistados (Adlakha et al., 2017; Adlakha et al., 2018; Noonan et al., 2017).</p>
NEWS de facilidade de acesso	<p>Índice agregado que captura a percepção dos respondentes a respeito do quão fácil é acessar os usos não residenciais e paradas de transporte ao redor da residência ou local de trabalho dos participantes. É considerado um proxy da diversidade (Saboya; Kretzer; Calvetti, -)</p>	<p>O índice pode ser influenciado pelo viés dos entrevistados (Adlakha et al., 2017; Adlakha et al., 2018; Noonan et al., 2017).</p>
Mixed-use index	<p>O índice considera de forma quantitativa três graus de mix de funções em termos de porcentagem de habitações, locais de trabalho e facilidades (comércios/serviços) Mostra em porcentagem como essas funções estão distribuídas, sendo que a combinação das três – independentemente de estarem ou não na mesma proporção – somam sempre 100% (van den Hoek, 2008; van Nes; Berghauser Pont; Mashhoodi, 2012).</p>	<p>Não expressa a exata composição de usos em termos de diferentes atividades, a distribuição dos usos e a forma com que as diferentes atividades do mix estão fisicamente dispostas (van den Hoek, 2008). O índice desconsidera uma possível diversidade de usos existente em cada um dos três tipos de função. Por exemplo, pode desconsiderar uma variação entre os usos residenciais, o que pode afetar análises e resultados de pesquisas.</p>

2.3.4. Diversidade de usos e o deslocamento a pé

Uma revisão sistemática foi realizada com o propósito de sintetizar os principais resultados obtidos em relação à associação entre a diversidade de usos e o deslocamento a pé. Neste volume estão apresentados apenas alguns achados; os resultados completos estão em (Saboya; Kretzer; Calvetti, -).

O Quadro 7 apresenta como a variável de deslocamento a pé é abordada nos estudos acadêmicos incluídos na revisão.

Quadro 7. Medidas para a variável dependente

Variável	Medida para a variável dependente
Deslocamento a pé	Tempo total gasto caminhando (normalmente em minutos) em um determinado período (semana ou dia).
	Variável categórica (tipicamente dicotômica) que representa se uma quantidade mínima arbitrária de tempo (tipicamente 150 minutos) foi gasto caminhando em um determinado período (tipicamente 1 semana).
	Variável categórica (tipicamente dicotômica) que representa a escolha da caminhada versus a escolha de outro modo em viagens realizadas nos últimos X dias.
	Variável categórica (tipicamente dicotômica) representando qualquer caminhada (geralmente de 10 minutos ou mais) em um determinado período (tipicamente 1 semana).
	Número de viagens a pé em um determinado período.
	Número de dias por semana com atividade de caminhada de pelo menos 10 minutos.
	Variável categórica (tipicamente dicotômica) que representa a escolha de caminhar versus a escolha de outro modo de transporte principal.
	Contagem de pedestres
Distância percorrida entre as paradas de transporte público e destinos não-residenciais.	

Fonte: Saboya; Kretzer e Calvetti (-)

O Quadro 8 traz os resultados das associações encontradas entre diversidade de usos e diferentes tipos de deslocamento a pé.

Quadro 8. Direção e intensidade da associação da diversidade de usos com o deslocamento a pé.

Tipo da associação	Caminhada Utilitária	Caminhada a Lazer	Caminhada toda/indefinida
Positiva	Adlakha e Parra (2020); Boulange <i>et al.</i> (2017); Cervero e Duncan (2003); Christiansen <i>et al.</i> (2016); Chum; Atkinson e O'Campo (2019); Deforche <i>et al.</i> (2010); Dias <i>et al.</i> (2021); Duncan <i>et al.</i> (2010); Etminani-Ghasrodasht; Paydar e Hamidi (2018); Ferrari <i>et al.</i> (2020); Habibian e Hosseinzadeh (2018); Im e Choi (2019); Ito <i>et al.</i> (2017); Kerr <i>et al.</i> (2016); Larranaga e Cybis (2014); Li <i>et al.</i> (2008); Manaugh e Kreider (2013); Manoj e Verma (2016); Mavoia <i>et al.</i> (2018); McConville <i>et al.</i> (2011); Mertens <i>et al.</i> (2019); Thornton <i>et al.</i> (2017); Troped <i>et al.</i> (2017); Van Dyck <i>et al.</i> (2012); Wang; Ettema e Helbich (2021)	Adlakha e Parra (2020); Larranaga e Cybis (2014); Li <i>et al.</i> (2008); Troped <i>et al.</i> (2017); Wang; Ettema e Helbich (2021)	Adlakha e Parra (2020); Boakye-Dankwa <i>et al.</i> (2019); Campos-Sánchez <i>et al.</i> (2020); Cheng <i>et al.</i> (2020); Gehrke e Clifton (2019a); Gehrke e Wang (2020); Hatamzadeh e Hoseinzadeh (2020); Im e Choi (2020b); Jiao <i>et al.</i> (2021); Liu <i>et al.</i> (2020); Moudon <i>et al.</i> (2007); Noordzij <i>et al.</i> (2021); Park <i>et al.</i> (2018); Rosso <i>et al.</i> (2021); Seong; Lee e Choi (2021); Sugiyama <i>et al.</i> (2019); Sung; Lee e Cheon (2015); Sung; Lee e Jung (2014); Vancampfort <i>et al.</i> (2019); Wei <i>et al.</i> (2016); Xiao <i>et al.</i> (2020); Zang <i>et al.</i> (2020)
Inconsistente (positiva e negativa)	Boulange <i>et al.</i> (2017); Gehrke e Clifton (2014); Wang e Cao (2017a); Zhao e Wan (2020)	Dias <i>et al.</i> (2020)	Gehrke e Clifton (2019a); Moudon <i>et al.</i> (2007); Sung e Lee (2015)
Insignificante	Adlakha e Parra (2020); Christiansen <i>et al.</i> (2016); Duncan <i>et al.</i> (2010); Gehrke e Clifton (2014); He <i>et al.</i> (2020); Kerr <i>et al.</i> (2016); Lu <i>et al.</i> (2018); Lu; Xiao e Ye (2017); Manoj e Verma (2016); McConville <i>et al.</i> (2011)	He <i>et al.</i> (2020); Lu <i>et al.</i> (2018); Lu; Xiao e Ye (2017); Wang; Ettema e Helbich (2021)	Kim e Sohn (2002); Liu <i>et al.</i> (2020); Lu; Xiao e Ye (2017); Moudon <i>et al.</i> (2007); Noordzij <i>et al.</i> (2021); Sung; Lee e Cheon (2015); Sung; Lee e Jung (2014); Wei <i>et al.</i> (2016); Zang <i>et al.</i> (2019)
Negativa	Larranaga e Cybis (2014); Lu <i>et al.</i> (2018)	Adlakha e Parra (2020); Lu <i>et al.</i> (2018); Thornton <i>et al.</i> (2017)	Campos-Sánchez <i>et al.</i> (2020); Coughenour; de la Fuente-Mella e Paz (2019); Kim; Sohn e Choo (2017); Sun <i>et al.</i> (2020); Zandieh <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Saboya; Kretzer e Calvetti (-)

A revisão sistemática revela dois padrões de resultados distintos: o primeiro é que tanto a caminhada total quanto a caminhada utilitária apresentam um maior número de associações positivas em comparação com as negativas (25 vs. 3 e 22 vs. 4, respectivamente). No entanto, essas proporções diminuem consideravelmente quando contrastamos os resultados positivos com os não positivos (25 vs. 18 e 22 vs. 15). O segundo é que o resultado das associações da diversidade de usos com o deslocamento a lazer é muito menos convincente, tanto devido ao baixo número de estudos (um total de 13) quanto à sua distribuição relativamente equilibrada entre associações positivas e não positivas, incluindo três estudos que encontraram associações negativas. No geral, houve cinco estudos com resultados positivos e oito com resultados não positivos (Saboya; Kretzer; Calvetti, -).

O Quadro 9 mostra as combinações de associações entre as quatro medidas mais utilizadas de diversidade de usos e as variáveis dependentes. No geral, as medidas apresentaram desempenhos semelhantes na captura de associações. Apesar de todas as críticas direcionadas à Entropia como uma medida de diversidade, ela demonstrou uma capacidade robusta de explicar (ou pelo menos estar associada) a caminhada utilitária e a caminhada total.

Quadro 9. Associação da diversidade de usos e variáveis dependentes para as três medidas mais utilizadas.

Medidas	Direção da associação	Caminhada utilitária	Caminhada a lazer	Caminhada total/indefinida
Entropia ^a	Positiva	Boulangue <i>et al.</i> (2017); Christiansen <i>et al.</i> (2016); Chum; Atkinson e O'Campo (2019); Duncan <i>et al.</i> (2010); Etminani-Ghasrodasht; Paydar e Hamidi (2018); Habibian e Hosseinzadeh (2018); Im e Choi (2019); Ito <i>et al.</i> (2017); Li <i>et al.</i> (2008); Manaugh e Kreider (2013); Mavoia <i>et al.</i> (2018); Thornton <i>et al.</i> (2017); Wang; Ettema e Helbich (2021); Zhao e Wan (2020)	Li <i>et al.</i> (2008); Wang; Ettema e Helbich (2021)	Cheng <i>et al.</i> (2020); Gehrke e Wang (2020); Hatamzadeh e Hoseinzadeh (2020); He <i>et al.</i> (2020); Im e Choi (2020b); Jiao <i>et al.</i> (2021); Liu <i>et al.</i> (2020); Noordzij <i>et al.</i> (2021); Park <i>et al.</i> (2018); Seong; Lee e Choi (2021); Sung; Lee e Jung (2014); Xiao <i>et al.</i> (2020); Zang <i>et al.</i> (2020)
	Inconsistente ou insignificativa	Christiansen <i>et al.</i> (2016); Duncan <i>et al.</i> (2010); Lu; Xiao e Ye (2017); Sung; Lee e Cheon (2015); Wang e Cao (2017a)	Lu; Xiao e Ye (2017)	Campos-Sánchez <i>et al.</i> (2020); Gehrke e Clifton (2019a); Lu; Xiao e Ye (2017); Sung e Lee (2015); Sung; Lee e Jung (2014); Zandieh <i>et al.</i> (2017); Zang <i>et al.</i> (2019)
NEWS de diversidade	Negativa	Lu <i>et al.</i> (2018)	Lu <i>et al.</i> (2018); Thornton <i>et al.</i> (2017)	Coughenour; de la Fuente-Mella e Paz (2019)
	Positiva	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Deforche <i>et al.</i> (2010); Dias <i>et al.</i> (2021); Ferrari <i>et al.</i> (2020); Kerr <i>et al.</i> (2016); Mertens <i>et al.</i> (2019); Van Dyck <i>et al.</i> (2012)	-	Boakye-Dankwa <i>et al.</i> (2019)
	Inconsistente ou insignificativa	Adlakha e Parra (2020)	Adlakha e Parra (2020); Dias <i>et al.</i> (2020)	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Adlakha e Parra (2020)
NEWS de facilidade de acesso	Negativa	-	-	Sun <i>et al.</i> (2020)
	Positiva	Adlakha e Parra (2020); Deforche <i>et al.</i> (2010); Dias <i>et al.</i> (2021); Ferrari <i>et al.</i> (2020); Kerr <i>et al.</i> (2016); Troped <i>et al.</i> (2017); Van Dyck <i>et al.</i> (2012)	Troped <i>et al.</i> (2017)	Carlson <i>et al.</i> (2018); Vancampfort <i>et al.</i> (2019)
	Inconsistente ou insignificativa	Adlakha <i>et al.</i> (2017)	Adlakha e Parra (2020); Dias <i>et al.</i> (2020)	Adlakha e Parra (2020); Dias <i>et al.</i> (2020)
Densidade de usos não residenciais ^b	Negativa	-	-	-
	Positiva	McConville <i>et al.</i> (2011); Troped <i>et al.</i> (2017); Van Dyck <i>et al.</i> (2012)	-	-
	Inconsistente ou insignificativa	Larranaga e Cybis (2014); Lu <i>et al.</i> (2018)	Lu <i>et al.</i> (2018)	Moudon <i>et al.</i> (2007)

Notas. ^a Inclui a entropia ponderada; ^b Inclui a densidade de comércio (He *et al.* 2020).

Fonte: Saboya; Kretzer e Calvetti (-)

2.3.5. Métodos alternativos para medição da diversidade de usos

Alguns autores desenvolveram formas alternativas de medir a diversidade de usos. O Quadro 10 traz a síntese dos principais aspectos desses estudos.

Os trabalhos têm abordagens metodológicas bem distintas, no entanto se baseiam na mesma justificativa para o desenvolvimento da pesquisa, que seriam as fragilidades na forma de medir a diversidade de usos tradicionalmente conhecida. Apesar de sugerirem índices ou formas gráficas que buscam expressar a combinação de usos de uma maneira alternativa, todos os estudos ainda se baseiam em uma categorização prévia dos usos que considera apenas os aspectos funcionais. Essa abordagem levanta novamente as preocupações em relação às limitações que podem surgir da falta de consideração das dinâmicas das atividades, o que pode levar a interpretações equivocadas dos resultados.

Além das fragilidades apontadas pelos autores, também existem algumas outras limitações específicas de algumas análises. Por exemplo, Hess et al. (2001) adotam uma seleção prévia do que consideram ser usos complementares em termos de deslocamentos (residencial, varejo ou serviço e escolas), mas não oferecem justificativas ou fundamentações teóricas para explicar a razão por trás dessa escolha. Um situação semelhante ocorre no estudo desenvolvido por Manaugh et al. (2013), que selecionam alguns usos para análise, atribuindo-lhes a capacidade de gerar deslocamentos a pé (residencial, comercial e econômico, recreativo), mas também sem justificativa.

Diante das categorias de usos adotada, torna-se evidente que uma fraqueza comum a ambos os estudos é a abrangência das classes e a falta de distinção nas características dos usos incluídas em cada categoria. Por exemplo, ao agrupar todos os estabelecimentos na categoria "varejo/comercial", não há diferenciação entre uma loja de departamentos e uma padaria. Entretanto, essas atividades possuem padrões de comportamento distintos, o que sugere que os tipos de deslocamentos realizados até esses estabelecimentos podem também apresentar características significativamente diferentes.

Quadro 10. Síntese dos estudos que investigam a combinação de usos por meio de formas alternativas

Autores	Objetivo e Justificativa	Dados de uso do solo	Forma de análise	Representação	Fragilidades apontadas pelos autores
Hess et al. (2001)	<p>Objetivo: O artigo discute as razões pelas quais variáveis de densidade e mistura de uso do solo capturam mal os padrões que a teoria sugere que deveriam estar relacionados ao uso reduzido de automóveis. Além disso, o artigo modela aspectos do uso a partir de um conjunto de técnicas desenvolvidas por ecologistas da paisagem para quantificar a cobertura da uso do solo e seus respectivos padrões.</p> <p>Justificativa: As variáveis de uso do solo comumente usadas sofrem de algumas deficiências, como uma fraca correspondência de limites espaciais entre os dados e os padrões reais de desenvolvimento, o uso de variáveis substitutas empiricamente não testadas, e o uso de medidas que capturam a heterogeneidade em vez da complementaridade dos usos.</p> <p>Dessa forma, as variáveis não capturam bem os padrões reais existentes, obscurecendo uma relação potencialmente forte entre o uso do solo e o comportamento do transporte.</p>	<p>Categorias: Usos residenciais de média densidade, varejo, serviços e locais escolares</p> <p>Base de dados: Foram usados dados do King County, originado por meio de um levantamento fiscal realizado em 1998.</p> <p>Unidade de análise: Lote ou parcela fiscal</p> <p>Escala de análise: Escala da parcela</p>	<p>O método utilizou métricas derivadas da ecologia da paisagem para modelar os padrões de desenvolvimento e, especificamente, suas formas e suas misturas funcionais e espaciais.</p> <p>Três elementos do uso do solo foram explicados por meio de medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de uso do solo: que servem como proxies para origens ou destinos de viagens; • Complementaridade funcional do uso do solo: que capta a presença de origens e destinos que podem estar conectados por viagens; • Complementaridade espacial do uso do solo: que garante que os usos do solo funcionalmente complementares estejam dentro da proximidade adequada para os modos de viagem considerados. A complementaridade espacial tem duas dimensões: extensão da área onde os usos são misturados e o grão em que ocorrem os usos complementares. <p>A pesquisa se dividiu em duas partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Passo 1 - Seleção de parcelas com usos funcionalmente complementares; - Passo 2 - Delimitação de clusters com usos do solo espacialmente complementares. Nessa etapa foram usadas medidas de interseção, justaposição e contágio para capturar a complementaridade espacial dos usos. 	Os clusters resultantes foram representados de forma gráfica em mapa.	Não foram apontadas fragilidades pelos autores.

<p>Manaugh e Kreider (2013)</p>	<p>Objetivo: O estudo propõe uma nova medida de mix de uso de uso do solo, a partir de um método de interação de usos que leva em conta até que ponto usos complementares são adjacentes - usando apenas dados básicos de uso do solo.</p> <p>Justificativa: Grande parte das pesquisas existentes sobre a mistura de usos têm focado na presença e proporção de diferentes usos em oposição à extensão que eles realmente interagem uns com os outros.</p>	<p>Categorias: residencial, comercial, institucional, governamental, industrial, parque e água.</p> <p>Base de dados: os dados vieram da base <i>DMTI Spatial</i></p> <p>Unidade de análise: Os usos do solo são representados por polígonos, correspondentes aos lotes</p> <p>Escala de análise: setores censitários</p>	<p>O conjunto de dados de uso do solo é representado por polígonos. Cada polígono é convertido em linha (GIS), que representam a interação entre dois usos distintos adjacentes. As únicas linhas de interação que são preservadas são aquelas entre dois usos complementares, ou seja, linhas entre qualquer uso e áreas livres são excluídas. O comprimento total das linhas de interação são determinadas para cada setor censitário, e o valor é dividido pela área do setor, menos a área aberta.</p> <p>O Z-score é calculado com base na média e no desvio padrão do comprimento de interação por área.</p>	<p>As variáveis podem ser representadas em um mapa</p>	<p>Alguns refinamentos podem ser explorados. Por exemplo, certas interações (residencial/comercial) podem gerar um impacto maior nos resultados de viagem do que outras (industrial/água). Dessa forma, ponderar diferentes tipos de interações pode vir a aumentar o poder explicativo do método de interação.</p>
---------------------------------	---	---	--	--	---

Dovey e Pafka (2017)	<p>Objetivo: Repensar as maneiras pelas quais o mix de usos pode ser concebido, medido e mapeado dentro de uma estrutura de <i>assemblage thinking</i>.</p> <p>Justificativa: As métricas existentes para a diversidade de usos do solo reduzem a combinação a um único índice. Embora este seja um foco compreensível para estudos científicos, os autores argumentam que uma redução a um número pode acarretar em uma má interpretação de como a mistura de usos gera efeitos urbanos.</p>	<p>Categorias: Viver: residencial Trabalhar: educacional, escritórios e indústria Visitar: todas as outras funções</p> <p>Base de dados: Department of <i>City Planning de Nova York</i>, e base cadastral da Espanha e de Bogotá.</p> <p>Unidade de análise: Cadastro ou parcela</p> <p>Escala de análise: Escala Experimental/Caminhável - Escala de um hectare</p>	<p>Calcular o mix para cada hectare de acordo com os dados extraídos de uma área de abrangência maior (25ha ou 100ha). Ou seja, o mix é calculado com base nas funções acessíveis a partir das abrangências. A partir disso, são produzidos mapas subsequentes que mostram a diversidade à medida que vai crescendo a escala.</p> <p>Para garantir que a mistura seja evidente nos mapas, foi estabelecida uma proporção de 1:2:5 de viver/trabalhar/visitar. Ou seja, os dados de área para locais de trabalho e visitação são multiplicados por 2 e 5 vezes, respectivamente, para determinar a cor representada nos mapas.</p>	<p>Os resultados são representados em mapa.</p> <p>O grau de luminosidade representa a intensidade da mistura e a tonalidade da cor representa o tipo de mistura, portanto, o mapa representa a quantidade e a qualidade da mistura.</p>	<p>A proporção adotada como multiplicador para os usos viver/trabalhar/visitar são arbitrárias, estabelecidas apenas por meio de algumas experimentações.</p> <p>O mapa resultante com a mistura de uso tem apenas uma dimensão. Por exemplo, vinte restaurantes em um quilômetro quadrado de Manhattan podem registrar a mesma mistura de um único restaurante em um subúrbio de baixa densidade - a diferença é a densidade.</p> <p>Há problemas com a confiabilidade dos dados coletados.</p>
----------------------	---	--	---	--	--

Autores	Objetivo e Justificativa	Dados de uso do solo	Forma de análise	Representação	Fragilidades apontadas pelos autores
Gehrke e Clifton (2019a)	<p>Objetivo: Este artigo critica a prática atual e apresenta uma medida de mistura de usos do solo que reflete a sua composição e configuração. Especificamente, descreve a mistura como um constructo latente no qual a composição ideal dos tipos de uso é guiada pelas distribuições de atividades e seu arranjo espacial.</p> <p>Justificativa: A mistura de usos permaneceu em grande parte como uma meta do planejamento de transporte e uso do solo sem um conjunto conceitualmente válido de indicadores ambientais que quantifiquem esse fenômeno espacial multifacetado.</p>	<p>Categorias: Foram adotadas 9 categorias de uso, conforme o <i>American Planning Association's Land-Based Classification Standards</i>: Residência ou acomodação; Comércio ou serviço geral; Manufatura e comércio atacadista; Transporte, comunicação, informação e utilidades; Artes, entretenimento e recreação; Educação, administração pública, assistência médica e outras instituições; Negócios relacionados à construção, mineração e extração; Agricultura, silvicultura, pescaria e caçada; e Outros.</p> <p>Base de dados: Organizações de planejamento metropolitano</p> <p>Unidade de análise: Parcela</p> <p>Escala de análise: Célula de grid de um quarto, meia e uma milha</p>	<p>Foi adotado o método de heterogeneidade espacial, que é adotado na ecologia para descrever a complexidade da composição e configuração da paisagem. Na ecologia, a composição é o número ou proporção de cada tipo de uso, enquanto a configuração reflete o arranjo espacial, forma e dissimilaridade da paisagem.</p> <p>No estudo foram usados dois indicadores:</p> <p>Indicador 1 - <i>Land use composition</i>: avalia o número de categorias de uso do solo, a proporção de cada categoria e a diversidade dentre as categorias escolhidas (riqueza de manchas residenciais e de varejo e complementaridade relacionada à atividade).</p> <p>Indicador 2 - <i>Land use configuration</i>: medida de heterogeneidade espacial que usa índices de configuração de uso do solo baseado em mancha ou pixel (tamanho máximo do patch e índice de contágio).</p> <p>A análise fatorial confirmatória (CFA) foi usada para refletir os aspectos de composição e configuração em um índice. Essa análise possibilitou medir a relação entre um conjunto de indicadores suportados por uma teoria.</p>	<p>Os resultados obtidos podem ser representados em um mapa.</p>	<p>A adoção de uma estratégia de medição CFA auxiliou na criação de uma construção multifacetada de uso do solo com indicadores de composição e configuração; entretanto, o valor de uma única medida de cada aspecto justifica uma investigação mais aprofundada.</p>

2.4. Síntese

A distribuição dos usos do solo desempenha um papel importante na maneira como as pessoas vivem nas cidades. Uma disposição adequada tem potencial para incentivar as pessoas a se deslocarem a pé, promover a prática de atividades físicas e enriquecer a vivência urbana, resultando em uma melhoria significativa na qualidade de vida.

Contudo, como destacado ao longo deste capítulo, existe uma série de desafios para o estudo do uso do solo. O primeiro obstáculo está na forma de obtenção dos dados. A escassez de bases com detalhamento dos usos e a falta de consenso quanto à metodologia para compilar as informações são alguns dos obstáculos que restringem o avanço das análises, uma vez que a coleta in loco muitas vezes não é impraticável devido às escalas do estudo. Apesar dos avanços nas plataformas online, as limitações ainda persistem, especialmente em contextos como o do Brasil, onde não há grande disponibilidade de plataformas com acesso aberto, e as que existem muitas vezes são desatualizadas.

Além dos desafios relacionados à obtenção de dados, também identificamos várias fragilidades na maneira como os usos do solo são categorizados. Ficou evidente que a categorização se baseia mais na disponibilidade das bases de dados do que em uma reflexão profunda sobre o real significado do que as categorias representam. Como resultado, é comum encontrarmos categorias funcionais abrangentes que englobam uma ampla variedade de usos, sem levar em consideração aspectos relacionados à dinâmica urbana, como o horário de funcionamento, o público-alvo e a frequência de utilização dos estabelecimentos.

A falta de uma análise minuciosa das categorias acarreta uma série de implicações que afetam todos os passos subsequentes das análises dos usos do solo. Embora existam estudos que investigam a associação entre algumas categorias (Fiasconaro *et al.*, 2016), ainda é adotada uma abordagem funcional, negligenciando as peculiaridades dos diferentes tipos de usos do solo.

A complexidade aumenta quando os usos são analisados em conjunto, ou seja, quando é analisada a mistura de usos. Ficou claro no item 2.3 que não há uma definição consensual acerca do conceito de diversidade de usos, o que deixa evidente que existem variações na

maneira como a mistura dos usos é compreendida nas análises. Em parte, essas diferentes abordagens se refletem no conjunto de medidas usadas para avaliar a diversidade de usos, uma vez que cada medida mede a diversidade de uma forma diferente, seja considerando a uniformidade, a riqueza ou até mesmo a sinergia entre os usos.

Outro ponto que se destaca é que muitas críticas são feitas às medidas de diversidade tradicionalmente empregadas, no entanto, em uma revisão sistemática conduzida ao longo do doutorado, os resultados apontam que a medida de entropia – uma das mais utilizadas e criticadas – foi a que apresentou uma capacidade robusta de explicar o deslocamento utilitário. Alguns estudos já apresentaram alternativas a essas medidas, no entanto, tanto as medidas tradicionais como as alternativas apresentam uma fragilidade em comum: as categorias de uso utilizadas nas análises são definidas exclusivamente pela funcionalidade. Considerando que esse é um limitador de várias etapas do estudo do uso do solo, é imprescindível que haja uma maior reflexão a respeito de como podem ser considerados os usos nas análises.

O desafio reside em encontrar a melhor forma de categorizar os usos dentre a vasta gama de possibilidades e complexidades inerentes aos usos do solo. A síntese em classes não é algo simples, uma vez que em uma divisão em categorias sempre haverá uma simplificação da forma como os usos serão avaliados. Dessa forma, a questão passa por uma reflexão sobre quais são os fatores que devem ser considerados para que as classes adotadas representem de forma precisa e concisa o fenômeno que se deseja investigar, no caso deste estudo, o deslocamento a pé.

Isso será explorado e investigado no próximo capítulo.

3. DIMENSÕES DOS USOS DO SOLO

Conforme destacado no capítulo anterior, uma das grandes limitações no estudo dos usos do solo é a categorização puramente funcional dos usos. Neste capítulo vamos refletir em maior detalhe sobre algumas dimensões e parâmetros que caracterizam a dinâmica gerada pelos usos nos espaços urbanos.

3.1. Temporalidade

Levando em conta que os usos têm horários de funcionamento distintos e podem ser destinos mais convenientes, viáveis ou atrativos em diferentes momentos do dia e dias da semana, a temporalidade é uma característica dos usos que pode revelar importantes *insights* sobre a intensidade, duração e complementaridade com outros usos existentes no espaço urbano.

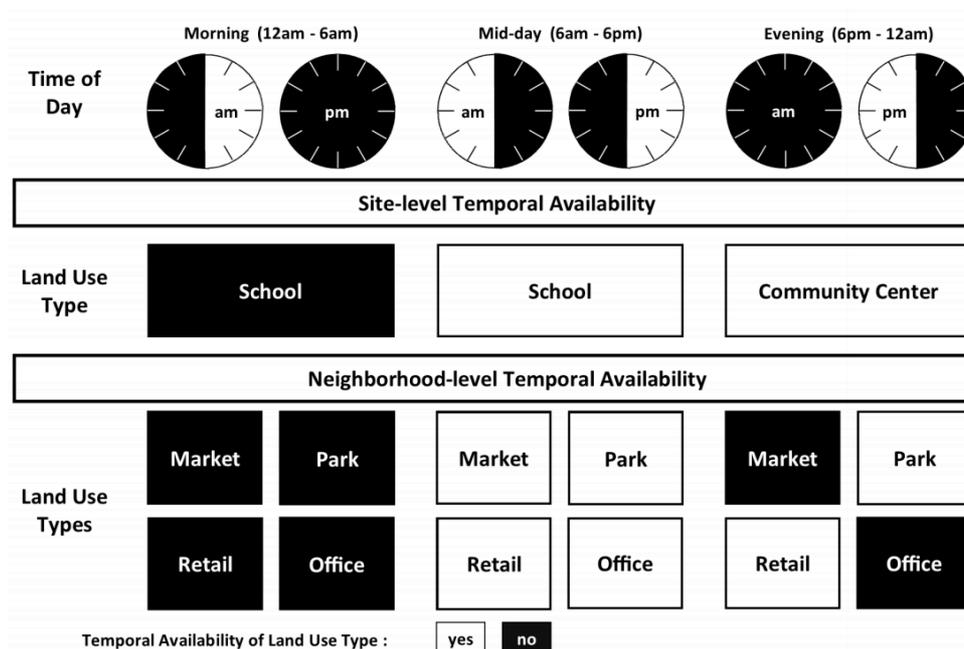
De acordo com Jacobs (1961), a continuidade temporal das atividades humanas em um determinado local é um traço fundamental da vitalidade urbana. Portanto, as variações temporais, tanto em termos de intensidade quanto de duração dos fluxos, são aspectos importantes a serem considerados. Essa compreensão mais aprofundada é importante para a formulação de decisões no planejamento urbano e na elaboração de políticas públicas que visem criar ambientes urbanos capazes de maximizar a vitalidade das ruas e os benefícios a ela associados. Tais políticas podem envolver, por exemplo, a criação de condições espaciais adequadas para acomodar diversos usos que funcionem bem em conjunto e promover incentivos fiscais ou de outro tipo para atividades que ocupem um certo “nicho” temporal na mistura que é difícil de preencher por outros meios.

Essa dimensão também pode contribuir para a melhor compreensão da complementaridade dos usos (Farahani; Beynon; Freeman, 2018b; Gehrke; Clifton, 2016). Ou seja, pode dar indícios de quais usos se complementam temporalmente ao longo do dia ou se beneficiam da proximidade de outras atividades devido a horários de funcionamento semelhantes ou complementares.

No entanto, um dos desafios de considerar a dimensão temporal nas análises consiste em definir de que maneira ela será operacionalizada. Gehrke e Clifton (2016) comentam que a

estratégia mais direta para representar a disponibilidade temporal tem sido coletar e incorporar dados referentes ao horário de funcionamento dos estabelecimentos. Uma outra alternativa seria refletir a disponibilidade temporal em uma medida de acessibilidade espaço-temporal por meio da indicação do horário de funcionamento dos estabelecimentos (Gehrke; Clifton, 2016). Isso permitiria avaliar a disponibilidade temporal em nível local e de bairro, conforme ilustrado pelos autores na Figura 6.

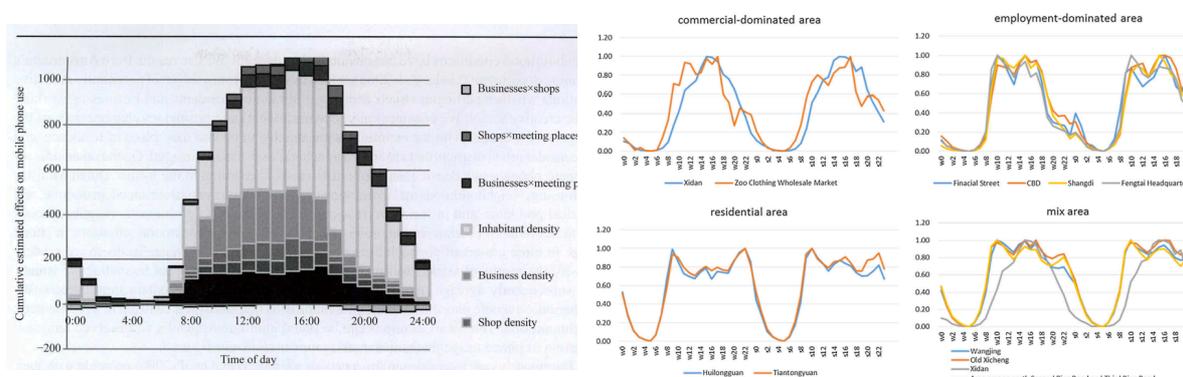
Figura 6. Ilustração das possíveis disponibilidades temporais dos usos do solo em um bairro de exemplo compreendido em três intervalos de tempo em um único dia.



Fonte: Gehrke e Clifton (2016)

Outras formas encontradas na literatura consistem em considerar a variação temporal das atividades ao longo do dia por meio de dados celulares ou de redes sociais (Jacobs-Crisioni *et al.*, 2014; Li; Shen; Hao, 2016). Exemplos disso estão ilustrados na Figura 7.

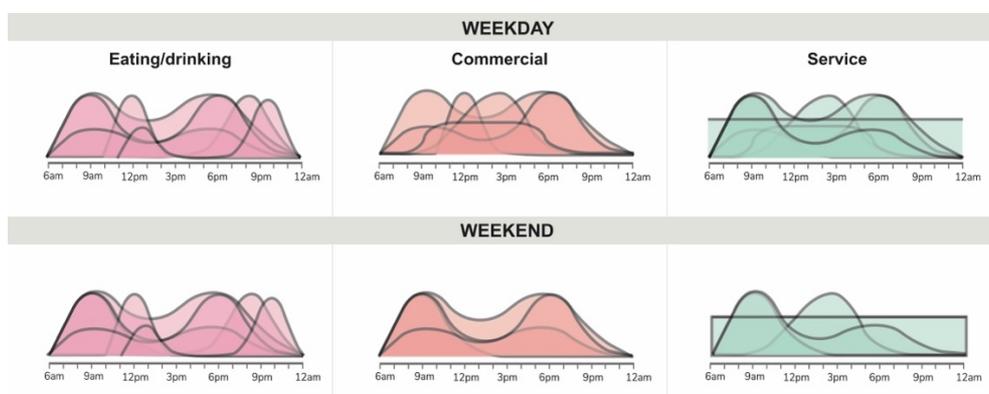
Figura 7. À esquerda, volume de atividade de telefones móveis em locais com usos específicos. À direita, curva populacional baseada em dados de redes sociais diferentes áreas e momentos.



Fonte: Jacobs-Crisioni et al. (2014) e Li et al. (2016)

Além dessas alternativas, ao longo do doutorado desenvolvemos um método para sistematizar informações a respeito da temporalidade dos usos do solo a partir de dados de visita do Google (Kretzer; Kanashiro; Saboya, 2023). estudo analisou o uso do solo sob uma perspectiva temporal, examinando tanto curvas de visitação ao longo do dia quanto a duração média das visitas nos estabelecimentos. Os resultados mostraram que usos do solo dentro da mesma categoria funcional têm dinâmicas temporais muito diferentes (Figura 8). Além disso, os resultados mostraram que a combinação e complementação temporais de alguns usos do solo influenciaram diretamente a intensidade e a distribuição da vida urbana. O artigo está publicado no *Journal of Urban Design* (Kretzer; Kanashiro; Saboya, 2023).

Figura 8. Curvas de visitação ao longo do dia de acordo com os usos inseridos em cada categoria funcional



Fonte: Kretzer; Kanashiro e Saboya (2023)

Tendo como base as referências apresentadas e outras reflexões a respeito de quais parâmetros podem ser utilizados para caracterizar o uso temporalmente, apresentamos uma síntese no Quadro 11.

Quadro 11. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização temporal dos usos

Parâmetro	Descrição
Horário de funcionamento	Disponibilidade temporal de um estabelecimento, refletindo seus horários de abertura e fechamento (Gehrke; Clifton, 2016). Varia significativamente dependendo do tipo de estabelecimento - por exemplo, padarias e bares.
Curvas de visitação ao longo do dia	Curvas de visitação que sintetizam graficamente o comportamento temporal dos usos do solo ao longo do dia (Kretzer; Kanashiro; Saboya, 2023). Dado que alguns usos do solo são destinos mais convenientes, viáveis ou atrativos em diferentes horas do dia, este parâmetro ajuda a compreender a disponibilidade e intensidade da atividade urbana produzida por cada uso do solo ao longo do dia.
Duração da visita	Tempo de permanência dos usuários no estabelecimento (Kretzer; Kanashiro; Saboya, 2023). É um bom indicativo de quais usos têm maior potencial de renovação de usuários e conseqüentemente maior circulação de pessoas nas áreas urbanas.
Frequência de utilização	Número de vezes que o uso é visitado em determinado período (semanas, meses, etc.). Esse aspecto não foi encontrado em nenhuma publicação acadêmica, mas foi inserido porque tem relação com a intensidade das visitas e reflete o número de pessoas atraídas pela comodidade em um determinado período de tempo. Este parâmetro também varia consideravelmente entre usos – por exemplo, uma padaria que é visitada pelo menos uma vez por semana e um ferro-velho que é pouco visitado.

3.2. Atratividade

Outra dimensão considerada como um atributo importante dos usos do solo é a atratividade. Essa dimensão está relacionada a como as pessoas utilizam os usos do solo, sob o ponto de vista do potencial de atração do estabelecimento.

Essa dimensão é atualmente pouco explorada na literatura, sendo abordada por alguns autores a partir do magnetismo dos usos, como os usos principais de Jacobs (1961) e os usos âncoras citados por Bentley (2005). No entanto, não foram encontrados estudos que investigassem de que forma poderiam ser avaliadas essas características dentro de uma proposta de análise dos usos.

De todo modo, acreditamos ser um aspecto fundamental para compreender melhor o impacto que certos usos geram quando inseridos em um espaço urbano, já que usos com alta atratividade podem criar dinâmicas com capacidade de sustentar as interações sociais por um maior período, ao mesmo tempo que tendem a atrair não só mais pessoas, mas também pessoas de diferentes origens e estilos de vida, enriquecendo potencialmente a mistura de grupos sociais mais diversos. Além disso, a proximidade de usos atrativos pode ser um fator importante na tomada de decisão de como se deslocar nas cidades, influenciando tanto a escolha de fazer uma viagem como o seu destino.

O Quadro 12 indica quais parâmetros poderiam ser associados a essa dimensão.

Quadro 12. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização da atratividade dos usos

Parâmetro	Descrição
Tipo de público predominante	Tipo de público predominante no estabelecimento. Pode ser uma maneira de estimar e representar a atratividade potencial de um lugar e varia consideravelmente com os usos. Por exemplo, nas escolas há uma predominância de alunos com um vínculo formal, por isso o público é majoritariamente de estudantes que utilizam o uso no seu cotidiano. Por outro lado, um supermercado tem uma alta renovação do público externo sem qualquer vínculo formal com o uso. Esse parâmetro é importante para compreensão da dinâmica gerada no espaço urbano, uma vez que usos com vínculos formais tendem a atrair determinados públicos específicos.
Número de pessoas atraídas ao estabelecimento	Número de pessoas que visitam o uso em um determinado período. Este parâmetro varia muito de acordo com o estabelecimento – por exemplo, hospital ou farmácia – e é um bom indicador do potencial de atração de pessoas

Tamanho do uso do solo	Área construída necessária para a realização das atividades do uso do solo. Este parâmetro é também um proxy do potencial de atratividade do estabelecimento, uma vez que amenidades de grande dimensão – por exemplo, indústrias – tendem a atrair muitas pessoas. Pode variar consideravelmente dentro do mesmo tipo de uso do solo. Por exemplo, um escritório de advocacia pode ser um local pequeno com poucos funcionários ou um escritório grande com muitos associados.
------------------------	---

3.3. Natureza do uso

Esta dimensão leva em conta a troca econômica de bens ou serviços entre pessoas e o estabelecimento onde funciona o uso do solo. Além disso, considera como o uso é utilizado dentro do estabelecimento.

O propósito econômico é importante porque a relação entre os usos e a demanda por bens ou serviços tende a ser diferente de acordo com o tipo de atividade econômica, logo, gerando uma dinâmica espacial diferente. Como a preferência dos consumidores pode fazer com que as pessoas se desloquem de maneiras diferentes pela cidade, esse aspecto influencia diretamente na qualidade da vida urbana (Vargas, 2020). Segundo Vargas (2020), o espaço de compra exerce papel importante, seja na vitrina que atrai e impulsiona o interesse pela compra ou no ambiente da loja que envolve o consumidor, que o faz permanecer mais tempo ali e possivelmente retornar. Ou seja, diferentes relações são criadas no espaço urbano de acordo com o propósito econômico do uso.

A flexibilização quanto à utilização do uso também revela alguns *insights* interessantes. Segundo Kwan e Weber (2008), alguns usos são fixos, ou seja, precisam de um agendamento para utilização, fazendo com que o indivíduo não tenha controle sobre o modo de utilização do uso. Outros usos são flexíveis, dando maior controle ao usuário uma vez que podem ser utilizados a qualquer momento sem necessidade de agendamento. A liberdade potencial de um indivíduo para manobrar entre atividades fixas e obter acesso a atividades flexíveis pode ser usada como uma forma de avaliar a complementaridade dos diferentes tipos de uso.

Assim como nas dimensões anteriores, o caráter do uso também traz aspectos que revelam características interessantes das dinâmicas dos usos. O Quadro 13 sintetiza os parâmetros que podem ser usados para caracterizar essa dimensão.

Quadro 13. Parâmetros a serem considerados em uma caracterização do caráter dos usos

Parâmetro	Descrição
Propósito econômico	A finalidade econômica do uso do solo para o consumidor, refletindo o tipo de operação que ocorre no estabelecimento. Varia bastante de acordo com o uso. Por exemplo, lojas de roupas que têm venda rápida da mercadoria e um escritório de advocacia que presta um serviço por um período mais longo.
Flexibilidade quanto à utilização	Revela se o indivíduo tem controle sobre como utiliza o estabelecimento (Kwan; Weber, 2008). Alguns usos do solo são fixos, como uma consulta médica que tem duração e horário específicos para atendimento, e outros são flexíveis, como uma padaria.

3.4. Síntese

Acreditamos que as dimensões e respectivos parâmetros listados neste capítulo podem ser usados como parte de um esquema de classificação mais completo dos usos do solo, capaz de descrever e diferenciar os usos de maneira mais relevante para pesquisadores e profissionais, e também mais flexível para ser adaptado a diferentes situações e contextos analíticos. Essa classificação, por sua vez, pode ser utilizada como insumo para avaliação da diversidade de usos, como forma de estudar mais adequadamente o fenômeno e suas relações com outros aspectos de interesse.

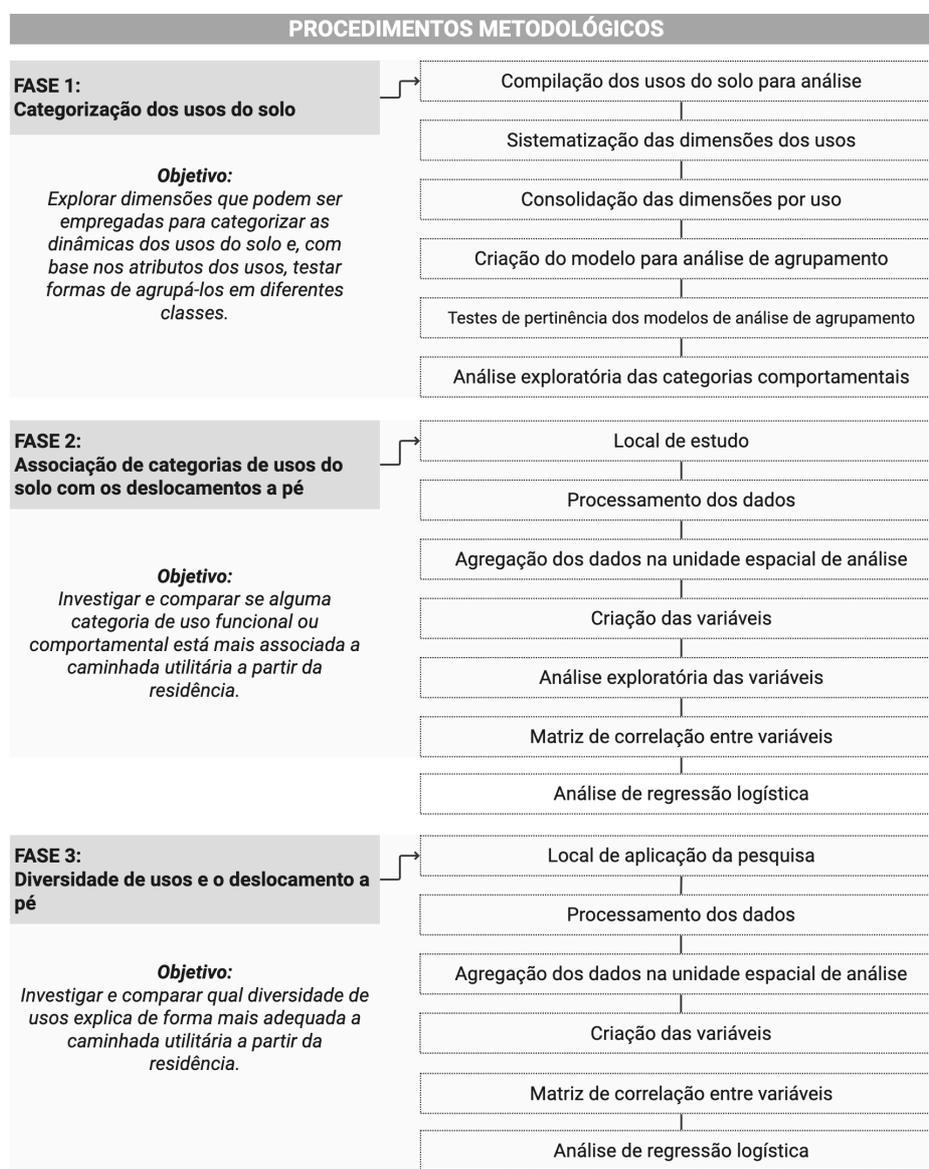
O próximo capítulo deste estudo traz detalhes a respeito das etapas seguidas para a proposição da nova categoria de usos com base nessas dimensões.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme apresentado no Capítulo 1, o desenvolvimento deste estudo está dividido em três fases que buscam responder às perguntas de pesquisa e objetivos específicos. O conjunto dessas fases fornecerá o embasamento necessário para a concretização do objetivo principal desta pesquisa.

A Figura 9 ilustra as fases e etapas seguidas neste estudo. Nas próximas seções deste capítulo, essas fases e etapas serão descritas e exploradas com maior profundidade.

Figura 9. Fases adotadas nos procedimentos metodológicos



4.1. Fase 1: Categorização dos usos do solo

Esta fase teve como objetivo principal propor uma nova categorização dos usos do solo com base na dinâmica dos usos do solo, em contraposição às categorizações convencionais que focam apenas na funcionalidade. Nesse sentido, desenvolvemos uma abordagem que incorpora um conjunto de dimensões que consideram as particularidades dos usos do solo sob perspectivas temporais, atrativas e de natureza do uso. Na sequência, utilizando os atributos específicos de cada uso, aplicamos uma técnica de agrupamento, ou *clustering*, com o propósito de criar uma categorização alternativa.

4.1.1. Compilação dos usos do solo para análise

Considerando que as categorias convencionais de usos do solo frequentemente se limitam de 2 a 6 classes puramente funcionais, a primeira etapa desta fase partiu da criação de uma lista minuciosa de usos que permitisse uma diferenciação mais abrangente de seus atributos e peculiaridades. Dessa forma, os usos do solo considerados na análise foram compilados a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Essa base foi utilizada como referência por ter um reconhecimento nacional e considerar atividades econômicas com um alto nível de detalhamento e diversidade, diferente do que usualmente ocorre em categorizações adotadas na prática da pesquisa e planejamento urbano.

Dado que essa base possui uma extensa lista de atividades econômicas, inicialmente fizemos uma pré-seleção que compilou as atividades existentes em ruas com alta vitalidade urbana²⁰. A escolha recaiu sobre esses trechos específicos devido à tendência de serem altamente conectados e estrategicamente situados na malha urbana, o que os torna naturalmente propensos à instalação de atividades diversas.

Em seguida, para complementar a lista de atividades, fizemos um cruzamento com manuais aplicados em outros países, garantindo que nenhum uso de relevância para as análises fosse desconsiderado. Os manuais utilizados como referência para o cruzamento foram o

²⁰ Para a seleção dos trechos da rua utilizamos a medida de Escolha da sintaxe espacial. Essa medida prevê a possibilidade de se passar por um trecho durante uma viagem, ou seja, analisa o potencial do trecho servir de trajeto em diferentes percursos. Para a análise consideramos apenas os trechos com alta Escolha para um raio de 1.200 metros, o que equivale a 15 a 20 minutos de caminhada.

American Planning Association (APA) desenvolvido para os Estados Unidos e o *Land Use Database* (NLUD) desenvolvido para o Reino Unido (APA, 2001; Harrison, 2006).

Algumas atividades econômicas não foram consideradas porque não têm impacto direto nas áreas urbanas – por exemplo, atividades de apoio à extração de mineral e produção florestal - ou por não operarem dentro de edifícios - por exemplo, manutenção de vias de transporte e atividades de limpeza de ruas. Por outro lado, algumas foram adicionadas ou diferenciadas para contemplar peculiaridades funcionais e temporais que não foram consideradas na CNAE – por exemplo, habitações, restaurante com atendimento no almoço e restaurante com atendimento no jantar.

Para compilação da lista final de usos, fizemos uma correspondência entre as atividades econômicas compiladas e seus respectivos usos do solo, ou seja, locais onde a atividade econômica é realizada. Por exemplo, a atividade econômica “Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios – minimercados, mercearias e armazéns” foi associada ao uso do solo “Minimercado”. Essa correspondência permitiu, na sequência, associar os atributos comportamentais aos seus respectivos estabelecimentos.

No total, foram considerados para a análise 52 usos do solo, conforme podemos observar no Quadro 14.

Quadro 14. Lista de usos do solo considerados no estudo

GRANDE GRUPO	USO DO SOLO
COMÉRCIO VAREJISTA	Loja de rua (com exceção de loja de departamento)
	Loja de departamento
	Shopping center
	Megaloja de artefatos para casa
	Minimercado
	Supermercado
	Padaria
	Farmácia
SERVIÇO DE ALIMENTAÇÃO E BEBIDA	Posto de gasolina
	Restaurante de almoço
	Restaurante de almoço e jantar

GRANDE GRUPO	USO DO SOLO
	Restaurante de jantar Cafeteria Confeitaria Lanchonete Bar
EDUCAÇÃO	Educação infantil e ensino fundamental Ensino médio Educação superior Escola especializada
SAÚDE HUMANA	Casas de repouso Hospital Consultório médico Centro de reabilitação
ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE	Terminal de transporte Estacionamento Armazenamento de mercadorias Centro de distribuição
COMÉRCIO E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES	Garagem de automóveis Serviços automotivos Ferro velho
SERVIÇOS PESSOAIS	Barbearia Salão de beleza Clínica de estética
ESTABELECIMENTOS CULTURAIS	Locais de diversão e shows Museus e galerias de arte
ORGANIZAÇÕES ASSOCIATIVAS	Instituições religiosas Centros comunitários
SERVIÇO PÚBLICO	Segurança pública Administração pública
ESTABELECIMENTO ESPORTIVO	Clubes sociais e esportivos Academia
ALOJAMENTO	Hotéis e similares
SERVIÇOS FINANCEIROS	Instituições financeiras
HABITAÇÃO	Residências
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	Manufatura
SERVIÇOS DE ESCRITÓRIO	Escritórios
OUTROS	Cemitério Correios

GRANDE GRUPO	USO DO SOLO
	Espaços públicos ao ar livre
	Vago
	Abandonado

4.1.2. Sistematização das dimensões dos usos

Tendo a lista de usos do solo detalhada, avançamos para a etapa de sistematização dos atributos que caracterizam os usos sob o ponto de vista do seu comportamento. Para tanto, foram considerados parâmetros associados às três dimensões apresentadas no Capítulo 3: temporalidade, atratividade e caráter do uso.

O Quadro 15 sintetiza todos os parâmetros adotados nesta fase do estudo.

Quadro 15. Parâmetros adotados na análise

DIMENSÃO	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	CLASSES
TEMPORALIDADE	CURVA DE VISITAÇÃO AO LONGO DO DIA	Dez curvas de visitação que sintetizam graficamente o comportamento temporal ao longo do dia dos usos do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Curva A • Curva B • Curva C • ...
	FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO	Número de vezes que o uso é visitado em um determinado período (semanas, meses, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Diariamente; • Frequentemente (pelo menos uma vez na semana); • Ocasionalmente (pelo menos uma vez no mês); • Raramente (menos de uma vez no mês).
ATRATIVIDADE	TIPO DE PÚBLICO PREDOMINANTE	Tipo de público que visita o estabelecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Predomínio de público externo; • Predomínio de trabalhadores, estudantes ou residentes; • Não aplicável.

NATUREZA DO
USO

PROPRÓSITO
ECONÔMICO

O propósito econômico
do uso para o
consumidor

- Venda de produtos;
- Prestação de serviço;
- Sem venda de mercadorias ou prestação de serviço

Por serem fatores diretamente ligados à forma de utilização e dinâmica do uso, acreditamos que uma categorização com base nesses atributos é mais adequada para explicar a associação com o deslocamento a pé do que a categoria puramente funcional.

A seguir são descritos com maior nível de detalhes os parâmetros adotados.

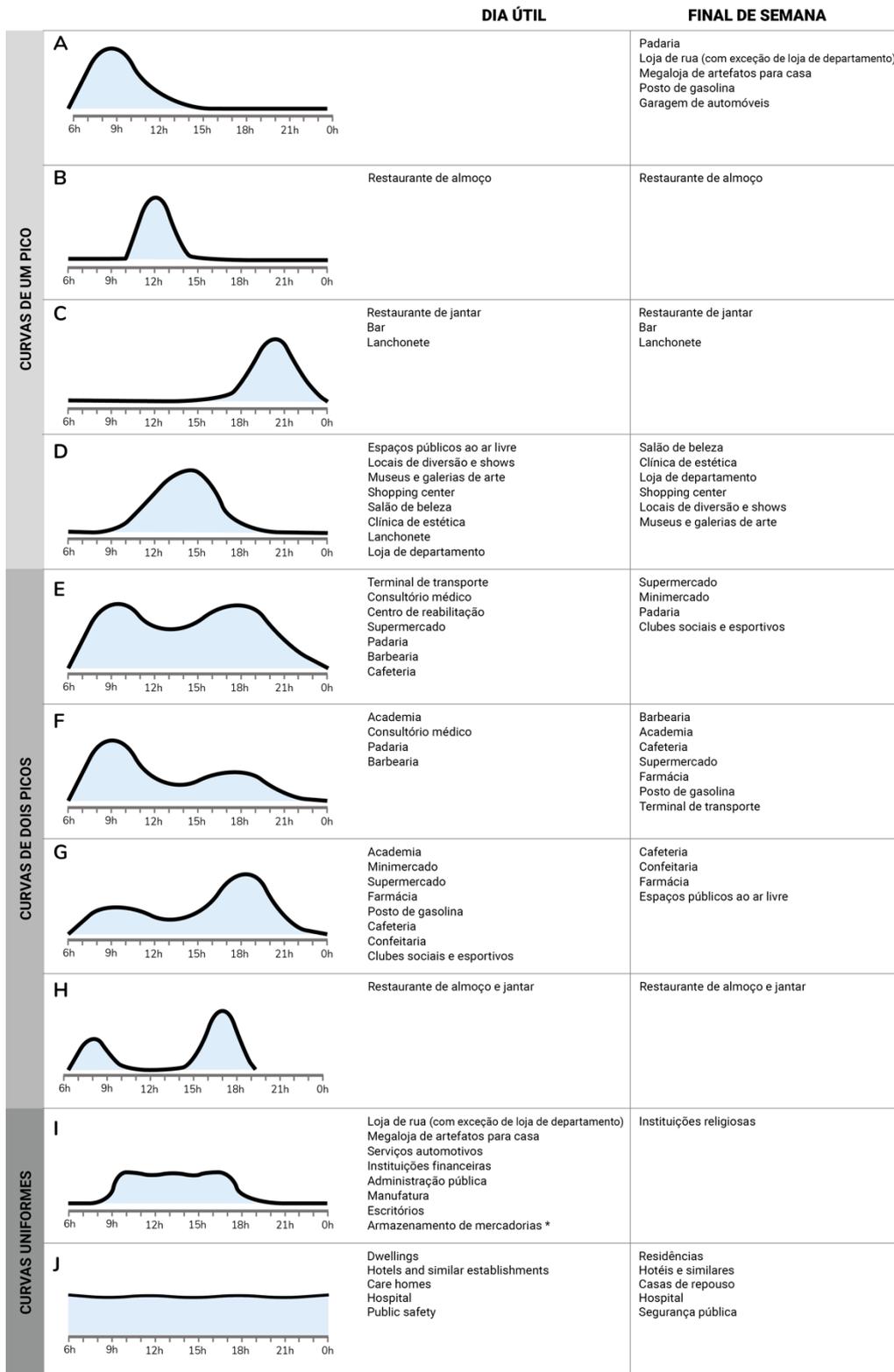
a) Curvas de visitação ao longo do dia

As curvas de frequência caracterizam o comportamento dos usos a partir da disponibilidade e intensidade de utilização por parte dos usuários ao longo do dia. As informações para compilação das 10 curvas de visitação foram obtidas por meio dos dados de visita do Google (GOOGLE, 2022). As curvas compiladas são classificadas em três grupos distintos:

- Curvas de um pico: representam uma concentração temporal da atividade em um curto espaço de tempo, em apenas um período;
- Curvas de dois picos: uso temporal ao longo do dia com pico de uso em dois períodos;
- Curvas uniformes: uso relativamente constante ao longo do período em que a atividade está disponível.

A Figura 10 ilustra as curvas de visitação correspondente a cada um dos usos do solo. Mais informações a respeito de como foram desenvolvidas as análises para compilação das 10 curvas que sintetizam o comportamento temporal dos usos ao longo do dia podem ser encontradas no Apêndice I.

Figura 10. Curvas de visitação ao longo do dia por grupo para cada uso do solo em dias úteis e finais de semana



* Ferro velho, Centro de distribuição, Estacionamento, Garagem de automóveis, Cemitério, Correios, Instituições religiosas, Educação infantil e ensino fundamental, Ensino médio, Educação superior, Escola especializada, Centros comunitários

Fonte: Kretzer; Kanashiro e Saboya (2023)

b) *Frequência de utilização*

A frequência de utilização caracteriza os usos a partir do número de visitas durante um determinado período. As classes adotadas foram:

- **Diariamente:** usos utilizados em todos os dias úteis da semana, como residências e escolas;
- **Frequentemente:** usos utilizados ao menos uma vez por semana, como padarias ou minimercados;
- **Ocasionalmente:** usos utilizados ao menos uma vez por mês, como lojas de departamento ou confeitarias;
- **Raramente:** usos utilizados menos de uma vez por mês, como hospitais ou serviços automotivos.

A frequência de utilização é determinada a partir do ponto de vista do tipo de público predominante, um parâmetro que será descrito em detalhes a seguir. Por exemplo, ao uso de manufatura é atribuída a utilização diária, uma vez que os trabalhadores são a audiência predominante e utilizam o uso diariamente para desempenhar suas funções laborais.

Os demais atributos, relacionados a usos com predominância de público externo, foram determinados de acordo com informações obtidas por meio de pesquisas desenvolvidas para diferentes propósitos. O Quadro 16 sintetiza as informações obtidas em diferentes bases.

Quadro 16. Compilação da frequência de utilização para usos com predominância de público externo

Uso	Frequência de utilização	Referência
Loja de rua (com exceção de loja de departamento)	Ocasionalmente	STATISTA (2019a)
Loja de departamento	Ocasionalmente	STATISTA (2019a)
Shopping center	Ocasionalmente	STATISTA (2019d)
Loja de material de construção	Raramente	STATISTA (2019c)
Minimercado	Frequentemente	STATISTA (2022a)
Supermercado	Frequentemente	STATISTA (2022b)

Padaria	Frequentemente	STATISTA (2018a)
Farmácia	Ocasionalmente	CVS (2017)
Posto de gasolina	Ocasionalmente	STATISTA (2020)
Restaurante de almoço	Frequentemente	GAZETADOPOVO (2016)
Restaurante de almoço e jantar	Ocasionalmente	GAZETADOPOVO (2016)
Restaurante de jantar	Ocasionalmente	STATISTA (2016)
Cafeteria	Frequentemente	STATISTA (2022c)
Lanchonete	Ocasionalmente	STATISTA (2023)
Bar	Frequentemente	STATISTA (2017b)
Hospital	Raramente	SCIENCE (2016)
Consultório médico	Raramente	FORBES (2014)
Barbearia	Ocasionalmente	STATISTA (2017a)
Salão de beleza	Raramente	STATISTA (2018b)
Clínica de estética	Raramente	SINDUSFARMA (2022)
Locais de diversão e shows	Raramente	YPULSE (2019)
Museus e galerias de arte	Raramente	AYTM (2015)
Instituições religiosas	Ocasionalmente	Poll (2012)
Clubes sociais e esportivos	Ocasionalmente	EUROSTAT (2019)
Academia	Frequentemente	RUNREPEAT (2023)
Hotéis e similares	Raramente	STATISTA (2019b)
Instituições financeiras	Ocasionalmente	PAYMENTSJOURNAL (2019)
Correios	Ocasionalmente	ACI (2011)
Espaços públicos ao ar livre	Ocasionalmente	NRPA (2016)

Fonte: Indicada no quadro

É importante destacar que não foram encontradas pesquisas abrangendo todos os usos adotados neste estudo. Quando não foi possível obter informações específicas, realizamos associações com usos semelhantes. Além disso, devido à elevada especificidade dos usos considerados na análise, em alguns casos não conseguimos acessar informações de pesquisas exclusivamente para o contexto brasileiro. Assim, utilizamos dados referentes à frequência de utilização de usos em diferentes contextos. Embora isso represente uma

limitação na compilação desse parâmetro, acreditamos que essas referências ainda são uma boa fonte de informação para caracterização dos usos em questão. Além disso, acreditamos que essas aproximações, embora imperfeitas, ainda são melhores do que desconsiderar esse aspecto no estudo dos usos do solo e da diversidade.

a) Tipo de público predominante

O tipo de público predominante está relacionado às características do uso em relação a como as pessoas o utilizam. A definição das categorias desse parâmetro foi determinada com base nas particularidades inerentes a cada tipo de uso, da seguinte maneira:

- Alta rotatividade de público externo: compreende os usos convencionalmente categorizados como “comerciais”, usos institucionais de apoio à comunidade e prestações de serviço que dependem de uma relação direta com o cliente;
- Predomínio de trabalhadores, estudantes ou residentes: usos relacionados a habitação, usos educacionais e serviços sem contato direto com o cliente;
- Não aplicável: corresponde aos usos abandonados ou vagos.

b) Propósito econômico

Esse parâmetro reflete a troca de bens ou serviços que acontecem dentro do espaço do uso do solo. A atribuição das categorias desse parâmetro considerou o tipo de operação que ocorre em cada uso, da seguinte maneira:

- Venda de produtos: o uso disponibiliza bens tangíveis em troca de um pagamento ou compensação. Nesta classe se enquadram alguns dos usos convencionalmente categorizados como “comercial”, como por exemplo, padarias, farmácias e lojas de departamento.
- Prestação de serviço: atividade econômica na qual uma pessoa ou empresa oferece habilidades, conhecimentos ou esforços para atender às necessidades de outra pessoa em troca de uma remuneração. Nesta classe são compreendidos usos

relacionados à saúde humana, educacionais, culturais, esportivos, administrativos, de armazenamento e de alimentação.

- Sem venda de mercadorias ou prestação de serviço: usos do solo que não contemplam a venda de produtos ou a prestação de serviços, como por exemplo, espaços públicos, cemitérios ou residências.

Importante ressaltar que existem algumas divergências a respeito de qual categoria seria a mais pertinente para usos relacionados à alimentação, uma vez que há venda de comida, mas também há prestação de um serviço que ocorre pelo atendimento ao cliente no estabelecimento. Conforme apontado acima, neste estudo vamos considerar que a atividade econômica predominante nos estabelecimentos que oferecem alimentação é a prestação de serviço, pois entendemos que eles têm características diferentes – e geram diferentes dinâmicas urbanas – dos demais usos considerados na classe “venda de produtos”, como a produção e consumo de forma simultânea e a relação da experiência do cliente com o local.

Além dos elencados acima, também avaliamos a pertinência da inclusão dos demais parâmetros apresentados no Capítulo 3. Eles não foram considerados nesta fase pois apresentaram alguns desafios para compilação e validação da informação, conforme detalhado no Quadro 17. No entanto, em estudos futuros, a consideração desses parâmetros poderá ser explorada.

Quadro 17. Justificativa de exclusão de alguns parâmetros

DIMENSÃO	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA PARA EXCLUSÃO
TEMPORALIDADE	HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO	Horário de abertura e fechamento do estabelecimento	Excluimos por trazer informação que já está contemplada no parâmetro de “Curva de visitação ao longo do dia”.
	DURAÇÃO DA VISITA	Tempo médio de visita das pessoas aos estabelecimentos	Não consideramos porque não foi possível obter informação para todos os usos considerados no estudo.

ATRATIVIDADE	NÚMERO DE PESSOAS ATRAÍDAS AO ESTABELECIMENTO	Quantidade de pessoas que utilizam o estabelecimento em diferentes períodos	Não consideramos pois não foi encontrada nenhuma base de dados que compila as informações para todos os usos considerados nas análises. Também eliminamos porque varia consideravelmente dentro de um mesmo uso, como por exemplo, uma padaria, que pode atender clientes na escala local ou pode ser uma referência que atenda clientes na escala de cidade. Mesmo se fosse possível a obtenção dessa informação, na Etapa 2 deste estudo seria inviável diferenciar os usos de acordo com essa característica.
	TAMANHO DO USO DO SOLO	Área construída necessária para que o uso funcione	Excluimos este parâmetro pelos mesmos motivos apresentados no parâmetro "Número de pessoas atraídas ao estabelecimento".
NATUREZA DO USO	FLEXIBILIDADE QUANTO À UTILIZAÇÃO	Controle do usuário do ponto de vista do modo de utilização do estabelecimento	Excluimos esse parâmetro pois seu comportamento variava consideravelmente dentro do próprio uso. Por exemplo, um hospital ou uma escola poderiam ser atividades fixas (com horário e duração específica) ou flexíveis (sem a utilização planejada com antecedência).

4.1.3. Consolidação das dimensões por uso

Com base no que descrevemos no passo anterior (item 4.1.2), consolidamos todos os parâmetros para os 52 usos considerados neste estudo. Nesta etapa, acrescentamos 8 usos que correspondem a uma duplicação de alguns que apresentaram variação em um dos seus parâmetros. Por exemplo, consideramos a existência da "Padaria 1" e da "Padaria 2", pois

esse uso se enquadra em duas curvas de visitação ao longo do dia. O mesmo ocorreu com a academia, o consultório médico, o supermercado, a barbearia, a cafeteria e a lanchonete.

Também realizamos uma diferenciação para o uso de escritório. No entanto, essa distinção não se baseou na curva de visitação, mas sim no tipo de público predominante, já que alguns usos de escritório têm atendimento de público externo – por exemplo, imobiliária e advocacia - e outros têm utilização predominante de trabalhadores – por exemplo, telemarketing e editoras.

O Quadro 18 ilustra cada um dos usos com seus respectivos atributos.

Quadro 18. Compilação dos parâmetros dos usos

USO DO SOLO	TEMPORALIDADE		ATRATIVIDADE	TRANSAÇÃO
	Curva de visitação ao longo do dia	Frequência de utilização	Tipo de público predominante	Tipo de operação
Loja de rua (com exceção de loja de departamento)	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Venda de produtos
Loja de departamento	Curva D	Ocasionalmente	Público externo	Venda de produtos
Shopping center	Curva D	Ocasionalmente	Público externo	Venda de produtos
Loja de material de construção	Curva I	Raramente	Público externo	Venda de produtos
Minimercado	Curva G	Frequentemente	Público externo	Venda de produtos
Supermercado 1	Curva E	Frequentemente	Público externo	Venda de produtos
Supermercado 2	Curva G	Frequentemente	Público externo	Venda de produtos
Padaria 1	Curva E	Frequentemente	Público externo	Venda de produtos
Padaria 2	Curva F	Frequentemente	Público externo	Venda de produtos
Farmácia	Curva G	Ocasionalmente	Público externo	Venda de produtos
Posto de gasolina	Curva G	Ocasionalmente	Público externo	Venda de produtos
Restaurante de almoço	Curva B	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Restaurante de almoço e jantar	Curva H	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Restaurante de jantar	Curva C	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Cafeteria 1	Curva E	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Cafeteria 2	Curva G	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Confeitaria	Curva G	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Lanchonete 1	Curva C	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Lanchonete 2	Curva D	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço

USO DO SOLO	TEMPORALIDADE		ATRATIVIDADE	TRANSAÇÃO
	Curva de visitação ao longo do dia	Frequência de utilização	Tipo de público predominante	Tipo de operação
Bar	Curva C	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Educação infantil e ensino fundamental	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Ensino médio	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Educação superior	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Escola especializada	Curva I	Frequentemente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Casas de repouso	Curva J	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Hospital	Curva J	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Consultório médico 1	Curva E	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Consultório médico 2	Curva F	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Centro de reabilitação	Curva E	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Terminal de transporte	Curva E	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Estacionamento	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Armazenamento de mercadorias	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Centro de distribuição	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Garagem de automóveis	Curva I	Raramente	Público externo	Venda de produtos
Serviços automotivos	Curva I	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Ferro velho	Curva I	Raramente	Público externo	Venda de produtos
Barbearia 1	Curva E	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Barbearia 2	Curva F	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Salão de beleza	Curva D	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Clínica de estética	Curva D	Raramente	Público externo	Prestação de serviço

USO DO SOLO	TEMPORALIDADE		ATRATIVIDADE	TRANSAÇÃO
	Curva de visitação ao longo do dia	Frequência de utilização	Tipo de público predominante	Tipo de operação
Locais de diversão e shows	Curva D	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Museus e galerias de arte	Curva D	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Instituições religiosas	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Sem venda ou serviço
Centros comunitários	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Sem venda ou serviço
Segurança pública	Curva J	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Administração pública	Curva I	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Clubes sociais e esportivos	Curva G	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Academia 1	Curva F	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Academia 2	Curva G	Frequentemente	Público externo	Prestação de serviço
Hotéis e similares	Curva J	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Instituições financeiras	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Residências	Curva J	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Sem venda ou serviço
Manufatura	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Escritórios 1	Curva I	Diariamente	Trabalhadores, estudantes ou residentes	Prestação de serviço
Escritórios 2	Curva I	Raramente	Público externo	Prestação de serviço
Cemitério	Curva I	Raramente	Público externo	Sem venda ou serviço
Correios	Curva I	Ocasionalmente	Público externo	Prestação de serviço
Espaços públicos ao ar livre	Curva D	Ocasionalmente	Público externo	Sem venda ou serviço
Vago	Curva K	Raramente	Não aplicável	Sem venda ou serviço
Abandonado	Curva K	Raramente	Não aplicável	Sem venda ou serviço

4.1.4. Criação do modelo para análise de agrupamento

Para a agregação e combinação das dimensões em categorias consideramos a análise estatística de agrupamento, ou *clustering*, que consiste em uma técnica numérica para agrupamento de objetos similares. Essa é uma técnica comum em trabalhos acadêmicos da área do urbanismo que buscam criar classes de fenômenos para análises (Bobkova; Pont; Marcus, 2021; Pont *et al.*, 2019).

Mais especificamente, as técnicas de análise de *cluster* exploram conjuntos de dados para avaliar se podem ou não ser resumidos significativamente em um número relativamente pequeno de agrupamentos de objetos ou indivíduos que se assemelham e que são diferentes em alguns aspectos dos indivíduos de outros agrupamentos (Everitt *et al.*, 2011).

Como vimos no tópico 4.1.3, nas dimensões utilizamos variáveis qualitativas (ou categóricas). Sendo assim, a técnica de *cluster* que deve ser utilizada é a do método hierárquico (Reusova, 2018). Nesse tipo de análise, a classificação dos indivíduos – no nosso caso, dos usos do solo - consiste em uma série de partições, que podem ser executadas de um único *cluster* contendo todos os usos do solo, até *n clusters*, cada um contendo um único uso. Os agrupamentos intermediários, entretanto, são os que nos interessam e podem nos auxiliar a chegar a uma categorização de usos mais adequada para nossos propósitos analíticos.

Segundo Everitt *et al.* (2011), existem dois métodos para divisão dos *clusters* hierárquicos:

- Método aglomerativo: série de fusões sucessivas dos *n* indivíduos em grupos;
- Método divisivo: separação dos *n* indivíduos sucessivamente em agrupamentos menores.

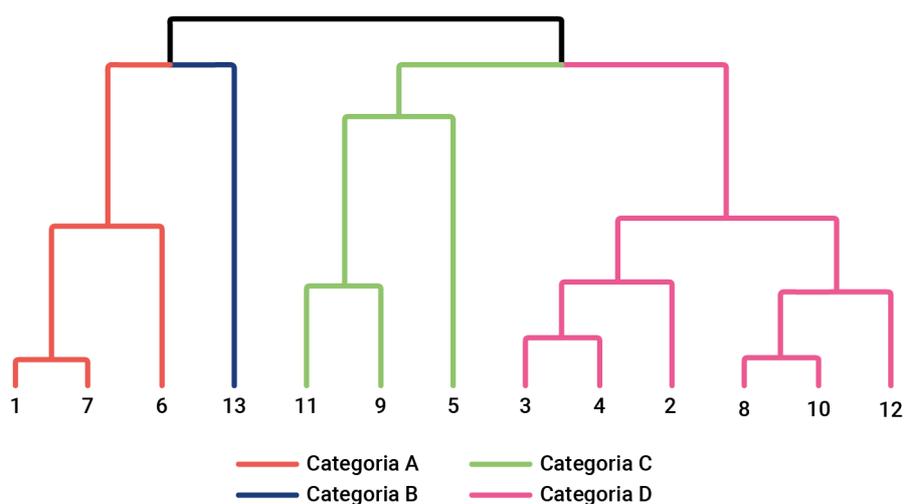
Para a aplicação de qualquer um desses métodos é necessária a criação de uma matriz de dissimilaridade, que calcula as diferenças – ou distâncias – entre os usos do solo no conjunto de dados. No nosso caso, para a criação da matriz é utilizada a medida de Gower (*Gower's distance*), considerada própria para variáveis qualitativas (Reusova, 2018). Essa medida padroniza cada uma das variáveis, fazendo com que a distância entre dois usos do solo seja a soma de todas as distâncias específicas da variável.

Nas análises do método aglomerativo também podem ser utilizadas diferentes maneiras de definir a distância (ou semelhança) entre um uso do solo e outros usos, a chamada medida de proximidade. Os resultados gerados nas análises podem ser representados por um diagrama de duas dimensões chamado de dendrograma.

O dendrograma é um tipo de representação gráfica usada em análise de agrupamento para mostrar a estrutura de agrupamentos de dados. Ele é construído através da combinação gradual de grupos menores em grupos maiores, criando uma árvore de *clusters*. Cada "nó" do dendrograma representa um grupo ou subgrupo, e as linhas que conectam os nós representam como os grupos estão sendo unidos.

Um exemplo de dendrograma pode ser visto na Figura 11. Relacionando ao tema em análise, cada número representa um uso do solo e cada agrupamento de cor corresponde a uma categoria. Então, por exemplo, os usos 1, 7 e 6 correspondem à categoria A, enquanto os usos 11, 9 e 5 à categoria C. No dendrograma elaborado pelo método hierárquico o número de classes não é definido previamente. Por exemplo, o dendrograma da Figura 10 poderia ser "cortado" horizontalmente mais acima ou mais abaixo para ter menos ou mais classes, respectivamente. A escolha pela quantidade de classes deve ser feita a partir de uma reflexão a respeito do que os resultados representam e o que se deseja investigar.

Figura 11. Exemplo esquemático de dendrograma

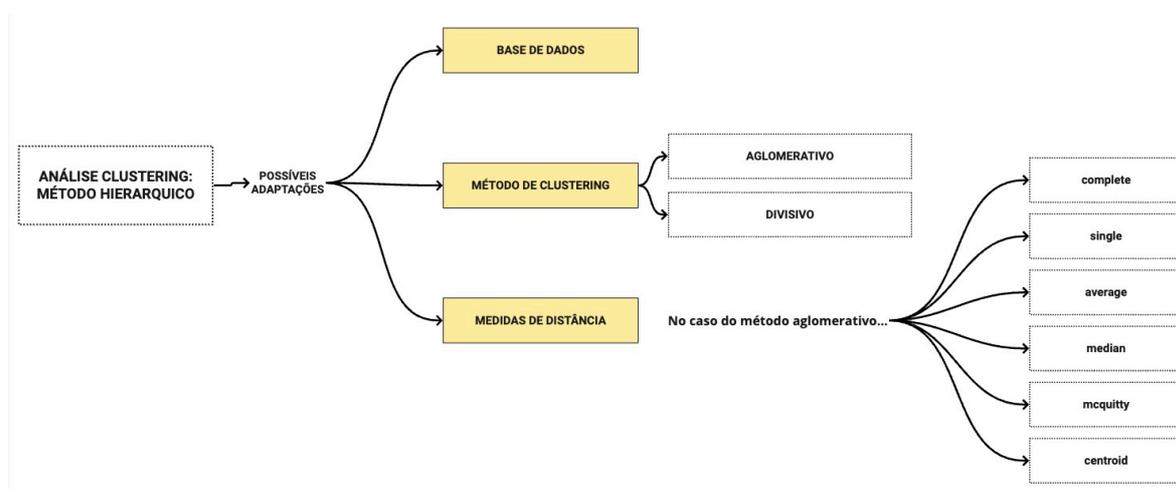


Para a aplicação das análises de *clustering* seguimos 5 passos:

1. Sistematização das variáveis na base de dados;
2. Transformação das variáveis em fatores²¹;
3. Criação da matriz de dissimilaridade;
4. Geração da análise do método divisivo e seu respectivo dendrograma;
5. Geração da análise do método aglomerativo – com definição de uma medida de proximidade – e seu respectivo dendrograma.

Vários são os fatores que podem ser ajustados nas análises (Figura 12).

Figura 12. Possíveis ajustes a serem realizados na análise de *clustering*



Segundo Everitt et al. (2011), o principal problema da aplicação da análise de *clustering* é que nenhum método de agrupamento em particular pode ser recomendado, uma vez que métodos com propriedades matemáticas favoráveis (como ligação simples) muitas vezes não produzem resultados interpretáveis empiricamente. Dessa forma, a recomendação é que sejam feitos vários ajustes e testes com diferentes combinações e métodos. A partir dessas simulações, é necessária a definição de qual a melhor abordagem a ser adotada por meio de uma visão crítica sobre os resultados obtidos. O modelo que melhor se adequar ao fenômeno que está sendo estudado é o que deve ser selecionado.

²¹ Os fatores são essenciais na representação de dados categóricos e desempenham um papel fundamental no processamento de modelos estatísticos, possibilitando a atribuição de rótulos ou níveis às categorias presentes nas variáveis qualitativas. Isso, por sua vez, facilita a análise estatística, considerando a natureza categórica dos dados.

4.1.5. Testes da pertinência dos modelos de análise de agrupamento

Neste estudo, todas as análises de *clustering* foram desenvolvidas no programa RStudio. Tendo finalizado o script para desenvolvimento das análises, iniciamos uma série de testes para avaliar a pertinência e adequação dos modelos. Nesta etapa, consideramos a aplicação do método aglomerativo e divisivo. Para o método aglomerativo foram testadas as diferentes medidas possíveis, no entanto a que melhor descreveu a divisão dos usos foi a medida completa, ou seja, a medida que considerou a maior distância entre os indivíduos. As demais medidas foram descartadas pois simplificaram muito a compilação das classes, além de distorcerem muito as categorias. Para o método divisivo não há previsão de uma distinção nas medidas de distância, portanto realizamos um único modelo com os parâmetros selecionados.

Após realização de vários testes e ajustes nos parâmetros e medidas, chegamos a uma categorização de usos do solo que consideramos refletir de forma adequada um agrupamento com base no comportamento dos usos. O modelo final considerou o método aglomerativo. Para determinar a quantidade de categorias, o próprio script utilizado para a geração da análise nos permitiu testar as mudanças que ocorriam com o aumento e a diminuição de classes. Após análise crítica a respeito das diferenciações obtidas, consideramos que a combinação que gerou classes com características mais interessantes e pertinentes para o fenômeno em análise neste estudo (deslocamento a pé utilitário) foi a de 7 categorias.

4.1.6. Análise exploratória das categorias multifacetadas

Tendo o dendrograma com a divisão dos usos em 7 categorias multifacetadas, passamos para a etapa de análise detalhada de cada uma das classes.

Inicialmente, fizemos uma análise das características de cada ramo do dendrograma. Para isso, elaboramos um esquema gráfico indicando quais eram os atributos decisivos para ramificação em diferentes categorias. Com a sistematização dessa informação compreendemos de forma mais detalhada quais são as singularidades de cada uma delas.

Essa representação gráfica também facilitou a criação dos nomes para as classes, uma vez que suas peculiaridades ficaram mais evidentes.

Em seguida, para compreender de forma mais detalhada a distribuição dos atributos para cada um dos parâmetros fizemos um mapa em árvore (*treemap*) para cada uma das categorias. Esse tipo de representação permitiu visualizar os dados hierarquicamente em retângulos alinhados, sendo útil para mostrar a distribuição relativa de quantidades. No caso em análise, essa representação auxiliou na compreensão de quais características compõem cada uma das categorias. Ou seja, com a aplicação da técnica visualizamos, para cada categoria, quais são os principais atributos de cada um dos seus parâmetros.

Na sequência, outra análise realizada para compreender a distinção das classes multifacetadas das classes funcionais foi o cruzamento em um diagrama de Sankey. Esse diagrama representa a correspondência entre diferentes entidades, no caso do estudo, entre as diferentes categorizações de uso do solo (tradicional e proposta). Com sua elaboração entendemos como as categorias multifacetadas se inserem dentro da categorização convencional.

4.2. Fase 2: Associação de categorias de usos do solo com os deslocamentos a pé

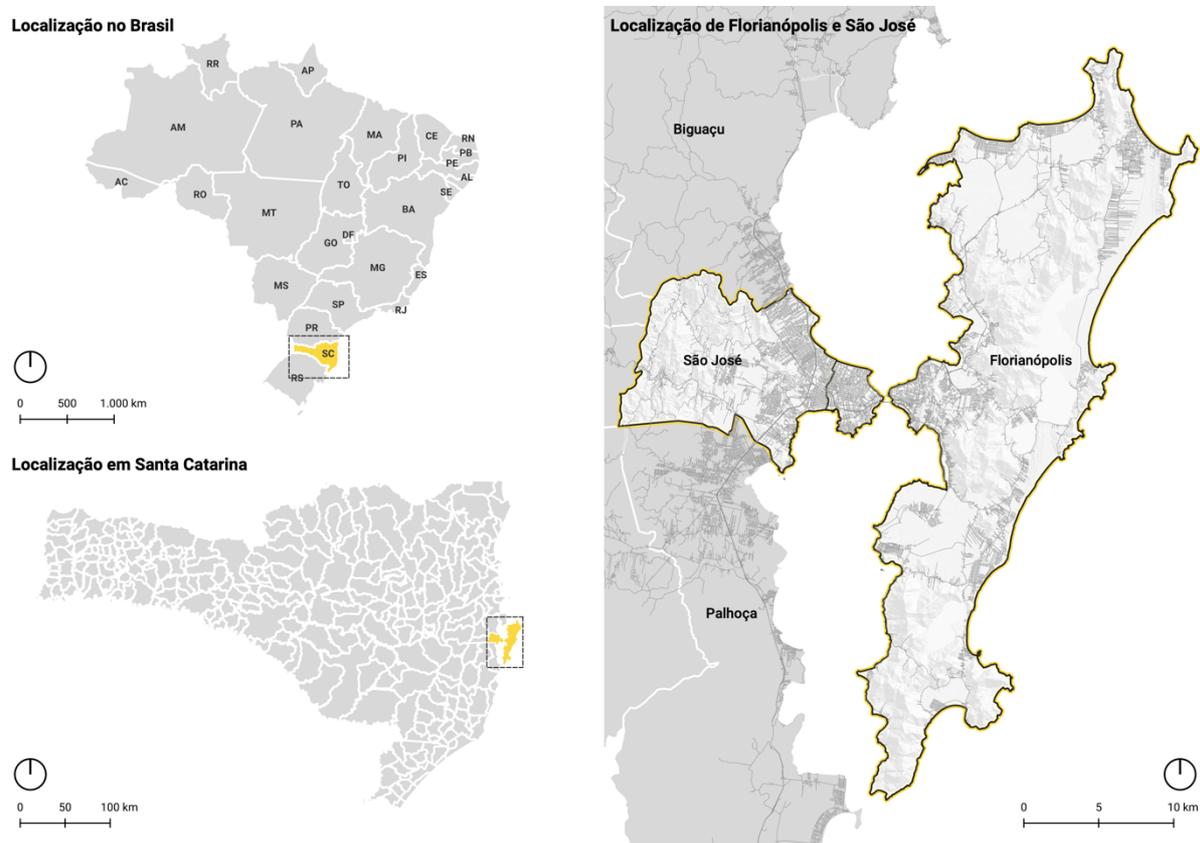
A Fase 2 tem como objetivo investigar e comparar se alguma categoria de uso funcional ou multifacetada está mais associada à caminhada utilitária a partir da residência.

Assim, nesta seção apresentamos inicialmente o contexto da pesquisa, incluindo o local de sua aplicação, bem como a base de dados adotada para a análise dos deslocamentos a pé. Também detalhamos o processo de compilação dos dados relativos ao uso do solo, extraídos do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE). Por fim, explicamos como operacionalizamos as variáveis para condução da análise exploratória e a análise estatística de regressão logística.

4.2.1. Local de estudo

As análises foram desenvolvidas na cidade de Florianópolis e São José, localizadas no estado de Santa Catarina e integrantes da Região Metropolitana de Florianópolis (RMF) (Figura 13).

Figura 13. Localização da cidade de Florianópolis e São José



Florianópolis, a capital do estado, destaca-se pela sua localização predominantemente insular. As maiores densidades populacionais estão na porção central do município, onde também há maior concentração de usos diversificados que atendem tanto a escala local quanto metropolitana. Sua rede viária apresenta um padrão orgânico e pouco conectado devido à abundância de características ambientalmente sensíveis, como morros, manguezais, lagoas e dunas. A parte insular de Florianópolis se conecta com a porção continental por três pontes, duas delas são responsáveis por grande parte da travessia de veículos (Ponte Colombo Sales e Ponte Pedro Ivo), enquanto a Ponte Hercílio Luz, além de ser um dos principais pontos turísticos do município, comporta um número menor de veículos. No contexto da RMF, Florianópolis possui a maior oferta de serviços e emprego, o

que causa um deslocamento pendular diário que representa o maior desafio para a mobilidade regional.

São José se destaca por ser o principal município de ligação com a capital do estado e por seu papel importante de conexão com os demais municípios da RMF, já que é cortado de Norte a Sul pela rodovia BR-101 e de Leste a Oeste pela rodovia BR-282 (Via Expressa). Atualmente há concentração de vários usos ao longo das rodovias, fazendo com que essas vias tenham características de corredores urbanos e sejam muito utilizadas para deslocamentos locais. A maior densidade populacional se concentra na região do Kobrasol, onde também está a maior oferta de comércios e serviços.

4.2.2. Processamento dos dados

Deslocamento a pé

Os dados relativos aos deslocamentos a pé são provenientes do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável – Plamus (2015), estudo concluído em 2015 que teve como objetivo principal fornecer subsídios para a proposição de melhorias da mobilidade nos municípios da Região Metropolitana de Florianópolis (RMF).

No estudo foi realizada uma pesquisa de origem e destino domiciliar, em que era questionado aos moradores sobre sua mobilidade diária, perfil dos pesquisados, motivo de viagem, modos de transporte, tempo de viagem, etc. Os endereços dos domicílios foram obtidos através da base do Censo 2010 do IBGE (2010b). O esquema amostral da pesquisa foi baseado na Amostragem Casual Estratificada por localização e renda. No cálculo do tamanho da amostra foi considerado um nível de confiança de 95,0 % com erro de 13,0 %. Para cada estrato de renda, utilizou-se a média e o desvio padrão correspondentes à pesquisa de Origem e Destino de 2007 da Região Metropolitana de São Paulo para o cálculo do tamanho da amostra necessária (Plamus, 2015).

No total, foi estimada uma amostra necessária de 5.464 endereços. Os endereços válidos foram sorteados, aleatoriamente, para se obter a amostra mínima necessária. Além dos

5.464 endereços principais, foram sorteados mais 27.320 endereços, denominados 'reservas', a serem usados nos casos em que o domicílio principal não pudesse ser entrevistado. Dessa forma, no total foram sorteados 32.784 domicílios nos 13 municípios objeto do Plamus (2015). Determinou-se o mínimo de uma entrevista por estrato em cada Macrozona, e de 50 entrevistas por Macrozona, as quais foram realizadas entre as 9h e 11h e a partir das 17h, de terça a sábado, entre os meses de abril e julho de 2014, excluindo os dias atípicos (ocorrência de greves, feriados, etc.).

Com o desenvolvimento da pesquisa foram computadas 12.826 viagens, realizadas a partir de 5.415 domicílios. Destes, 3.005 domicílios estão localizados em Florianópolis, agregando 5.331 viagens e 1.059 domicílios estão em São José, computando 2.170 viagens. As coordenadas geográficas foram registradas para cada um dos domicílios pesquisados por meio de GPS, o que possibilitou a espacialização.

O Quadro 19 sintetiza alguns dos dados coletados na pesquisa de Origem e Destino.

Quadro 19. Medidas coletadas na pesquisa do Plamus

Campo	Descrição
Informações coletadas referentes aos domicílios	
ID_Domicílio	Identificação do domicílio
Num Moradores	Número de moradores no domicílio
Não tem renda	Número de moradores que não possuem renda
Não declarou renda	Número de moradores que não declararam renda
Tem renda	Número de moradores que possuem renda
Renda	Classe da faixa de renda na qual se enquadra o domicílio
Auto	Número de automóveis no domicílio (veículo e motos)
Veículo	Número de veículos no domicílio
Bicicleta	Número de bicicletas no domicílio
Moto	Número de motos no domicílio
Num de Viagens	Número de viagens no domicílio
Latitude	Latitude do domicílio
Longitude	Longitude do domicílio
Endereço	Endereço do domicílio
Município	Município do domicílio
PosseAuto	Existência de Auto no domicílio (Sim/Não)

Informações coletadas referentes aos moradores dos domicílios

ID_Domicílio	Identificação do domicílio
ID_Família	Identificação da família
ID_Morador	Identificação do morador
N_Morador	Número do morador no domicílio
Gênero	Gênero do morador
Idade	Idade do morador
Grau_Instrução	Grau de instrução do morador
Faixa_Renda	Faixa de renda do morador
Num_Viagens	Número de viagens realizadas pelo morador

Informações coletadas referentes as viagens dos moradores dos domicílios

ID_Domicílio	Identificação do domicílio
ID_Família	Identificação da família
ID_Morador	Identificação do morador
N_Morador	Número do morador no domicílio
Viagem	Identificação da viagem
Etapa	Identificação da etapa da viagem
Motivo_O	Motivo da origem
Motivo_D	Motivo do destino
MeioTransporte	Meio de transporte utilizado no deslocamento
Hora_Saída	Identificação da hora de saída
Hora_Chegada	Identificação da hora de chegada
Período_Saída	Período em que ocorreu o início da viagem
Período_Chegada	Período em que ocorreu o término da viagem
Custo	Identificação do custo
Tempo_Apé	Tempo de deslocamento a pé (quando cabível)
Tempo_Espera	Tempo de espera (quando cabível)
Tempo_Viagem	Identificação do tempo de viagem
Município_O	Município de origem do deslocamento
Município_D	Município de destino do deslocamento
Bairro_O	Bairro de origem do deslocamento
Bairro_D	Bairro de destino do deslocamento

Fonte: Plamus (2015).

A partir da obtenção dos dados brutos da pesquisa, processamos em um script *Python* para as informações referentes às viagens, domicílios e moradores. Na sequência, foram filtradas apenas as viagens originadas em Florianópolis e São José a partir das residências. Com esse processamento, obtivemos para cada morador a descrição do deslocamento no que diz

respeito ao motivo da viagem, meio de transporte, tempo do deslocamento, número de viagens de acordo com o meio de transporte e tempo total caminhando de acordo com o motivo.

Uso do solo

Como apontado no item 2.1.2, existem muitos desafios para obtenção dos dados de uso do solo. No nosso contexto, a base considerada mais adequada foi a do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) (IBGE, 2010a). O CNEFE é um banco de dados de endereços de abrangência nacional cujo principal intuito é facilitar a seleção dos domicílios para pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Seu último levantamento completo disponível para acesso público foi realizado em conjunto com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010b)²².

No processo de coleta de dados para a base são compiladas várias informações a respeito do logradouro, inclusive o tipo de atividade que ocorre no endereço pesquisado por meio do campo "identiEstab", que descreve a denominação essencial do local. Essa informação consiste em um registro do que o pesquisador observa a respeito do estabelecimento no momento da pesquisa, portanto pode ser uma anotação indicando um restaurante, uma loja, um supermercado, etc. É essa a informação a respeito do uso do solo que utilizamos como base para a compilação dos usos neste estudo.

Dessa forma, para atribuir a cada registro de local um dos usos considerados nesse estudo (item 4.1.1), importamos a base de dados do CNEFE para uma interface de linguagem em *Python*. Utilizamos como base um *script* desenvolvido pelo orientador deste trabalho Saboya (2021), que por meio de operações de expressões regulares são especificadas a quais regras o conjunto de sentenças contidas dentro de "identiEstab" tem que se enquadrar para ser atribuída a determinado uso. Então, por exemplo, para todos os registros do CNEFE que

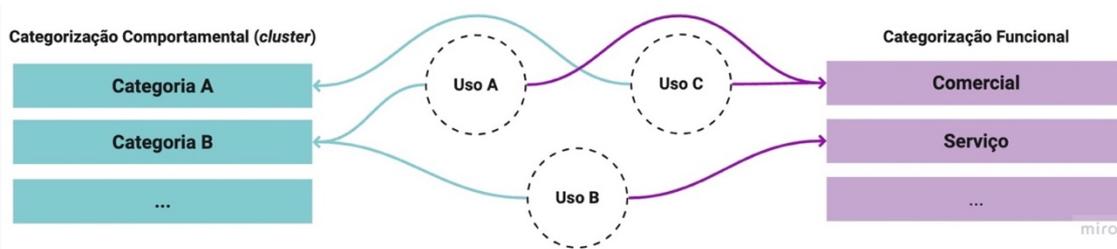
²² No momento de realização das análises deste estudo o IBGE ainda não havia divulgado os dados referentes ao CNEFE coletado em conjunto com o Censo Demográfico 2022. Não consideramos isto um problema para o desenvolvimento do estudo, já que na sequência será analisada a associação com dados de deslocamento a pé coletados entre 2014 e 2015.

continham no campo a palavra “mercadinho”, “minimercado”, “mercearia”, “frutas e verduras”, “quitanda” atribuímos o uso “minimercado”. Isso se repetiu para todos os usos considerados nesse estudo. O uso das expressões regulares conferiu flexibilidade a esse enquadramento, permitindo lidar, por exemplo, com erros ortográficos e diferentes maneiras de se referir a uma mesma coisa.

Após a atribuição por uso, os dados foram agregados por face de quadra, também seguindo o script de Saboya (2021). A partir disso, os usos foram classificados em diferentes categorias. Para este estudo serão consideradas: 1) a categorização baseada no comportamento, considerando as classes obtidas como resultado no item 5.1; e 2) uma categorização convencional de usos do solo baseada na função, considerando 4 classes usualmente utilizadas em estudos acadêmicos (comercial, escritório, residencial e outros)²³. Incluímos as duas categorizações com o propósito de possibilitar a comparação dos resultados. Essa abordagem permitiu avaliar se as novas categorias de usos oferecem uma explicação mais eficaz dos deslocamentos a pé.

Como podemos observar na Figura 14, a distribuição dos usos varia de acordo com a categorização adotada.

Figura 14. Exemplo do processo de categorização dos usos em categorias multifacetadas e em categorias funcionais



²³ A adoção dessas classes foi fundamentada em análises realizadas em uma revisão sistemática (Saboya; Kretzer; Calvetti, -), que identificou essas categorias como as mais frequentemente utilizadas em estudos acadêmicos (Im; Choi, 2019; 2020b; Seong; Lee; Choi, 2021).

Após processamento das informações, os dados de uso do solo foram agrupados em centroides e faces de quadra. A partir disso, os dados foram levados para um programa de geoprocessamento.

Dados de controle

Além do deslocamento a pé e uso do solo, utilizamos nas análises alguns dados de controle. A inclusão desses dados é fundamental para reduzir fatores externos que possam influenciar os resultados, aumentando as chances de que a análise estatística isole o efeito específico da variável de interesse.

Esses dados foram divididos em quatro grupos: configuração urbana; densidade populacional; diversidade de usos; e dados demográficos dos participantes.

a) Configuração urbana

Algumas medidas de sintaxe espacial foram incorporadas como fatores de controle com o intuito de assegurar que as áreas analisadas fossem relativamente similares. Essa estratégia visou possibilitar a identificação dos efeitos das variáveis de interesse sem a interferência das diferenças decorrentes da posição geral no tecido urbano.

Para a análise sintática trabalhamos com análises angulares por segmento com o uso do raio métrico. Esse tipo de análise é considerado uma boa ferramenta para medir a acessibilidade em ruas da malha urbana, assim como as influências de atividades sociais e econômicas (Hillier; Iida, 2005). As análises geradas foram feitas utilizando o *Depthmap v.0.7*. Consideramos como medidas importantes no nosso estudo a Integração Global, que descreve a posição do segmento em relação à cidade como um todo, e a Escolha Local com raio de 1.200m, que prevê qual a possibilidade de se passar por um segmento durante uma viagem, ou seja, o potencial de servir de rota em diferentes trajetos em uma escala de vizinhança.

b) Densidade residencial

Além da sintaxe espacial, também consideramos como dado de controle a densidade residencial, já que a densidade de pessoas morando em um local também pode influenciar

tanto o modo como as pessoas se deslocam a pé quanto os tipos de usos presentes em uma área. A utilização da densidade como um fator de controle já foi utilizada em outro estudo que investiga o deslocamento a pé associado a diferentes variáveis do ambiente construído (Cerin *et al.*, 2018b).

Para compilação dos dados de densidade foram utilizados como base os dados do CNEFE (IBGE, 2010a). Dessa forma, fizemos o cálculo por meio da divisão do número de unidades residenciais incidentes na área espacial de análise pela área em hectares da mesma unidade. Mais detalhes a respeito de como definimos a unidade espacial de análises estão descritos a seguir, no item 4.2.3.

c) Diversidade de usos

Também consideramos a diversidade de usos do solo como fator de controle na análise de associação das categorias de usos isoladas com o deslocamento a pé, já que a própria combinação dos usos nas áreas de análise pode ser um fator que influencia a caminhada.

Na Fase 2, utilizamos como variável de controle a medida de entropia. Mais detalhes a respeito da variável e sua compilação podem ser encontrados no tópico 4.3.4.

d) Dados dos participantes.

Os dados de faixa de renda, grau de instrução, gênero, faixa etária e posse de automóvel também podem ser determinantes para que ocorra o deslocamento a pé. O Quadro 20 apresenta alguns estudos anteriores que empregaram essas mesmas variáveis como medidas de controle em pesquisas sobre mobilidade a pé. Dado o amplo uso dessas variáveis em estudos similares, elas também foram incorporadas ao nosso modelo de análise.

Todos os dados referentes à demografia dos participantes foram provenientes da pesquisa domiciliar de Origem e Destino do Plamus (Plamus, 2015).

Quadro 20. Estudos que empregaram as variáveis de controle nas associações de fenômenos com o deslocamento a pé

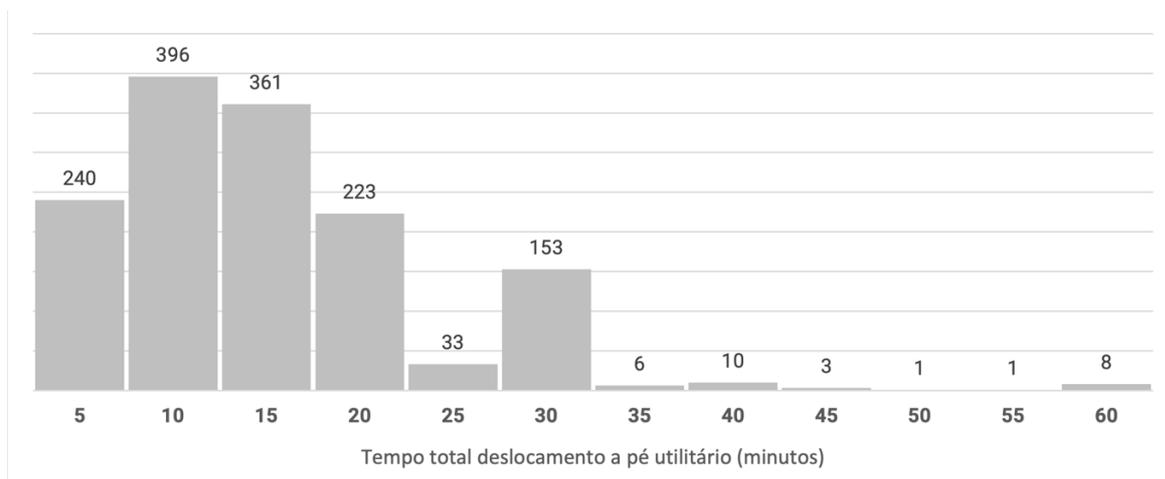
Variável	Estudos que adotaram
Faixa de renda	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Gehrke e Clifton (2014)
Grau de instrução	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Cerin <i>et al.</i> (2018b); Frank <i>et al.</i> (2005); Gehrke e Clifton (2014); Troped <i>et al.</i> (2017); Zandieh <i>et al.</i> (2017)
Gênero	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Adlakha <i>et al.</i> (2018); Cerin <i>et al.</i> (2018b); Frank <i>et al.</i> (2005); Gehrke e Clifton (2014); Zandieh <i>et al.</i> (2017)
Faixa etária	Adlakha <i>et al.</i> (2017); Adlakha <i>et al.</i> (2018); Cerin <i>et al.</i> (2018b); Frank <i>et al.</i> (2005); Gehrke e Clifton (2014); Troped <i>et al.</i> (2017); Zandieh <i>et al.</i> (2017)
Posse de automóvel	Adlakha <i>et al.</i> (2018)

4.2.3. Agregação dos dados na unidade espacial de análise

A unidade de análise adotada neste estudo corresponde à área em torno da residência, onde a viagem tem início, sendo denominada como "área de abrangência". Essa região é delimitada com base em uma distância de interesse a partir da rede viária. Essa estratégia já é utilizada por vários estudos que investigam a relação da diversidade de usos com a caminhada (Boakye-Dankwa *et al.*, 2019; Carlson *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2020; Gehrke; Clifton, 2019a; Habibian; Hosseinzadeh, 2018; Hatamzadeh; Hoseinzadeh, 2020).

Para determinar quais seriam as distâncias de interesse, fizemos uma análise dos tempos de deslocamento das viagens utilitárias realizadas a pé coletadas pelo Plamus (2015). Como podemos observar no gráfico da Figura 15, 85% das viagens se concentram em até 20 minutos de caminhada.

Figura 15. Distribuição do número de viagens a pé utilitárias de acordo com o tempo de deslocamento



Considerando que a velocidade média de caminhada é de 5km/h (TUM, 2022), as distâncias mais comumente percorridas pelas pessoas que caminharam em Florianópolis e São José a partir de suas residências foram 416 (5 minutos), 833 (10 minutos), 1250 (15 minutos) e 1666 metros (20 minutos). A Tabela 1 indica a relação entre o tempo de caminhada e a distância percorrida.

Tabela 1. Relação entre o tempo de caminhada e a distância percorrida para uma velocidade de 5km/h

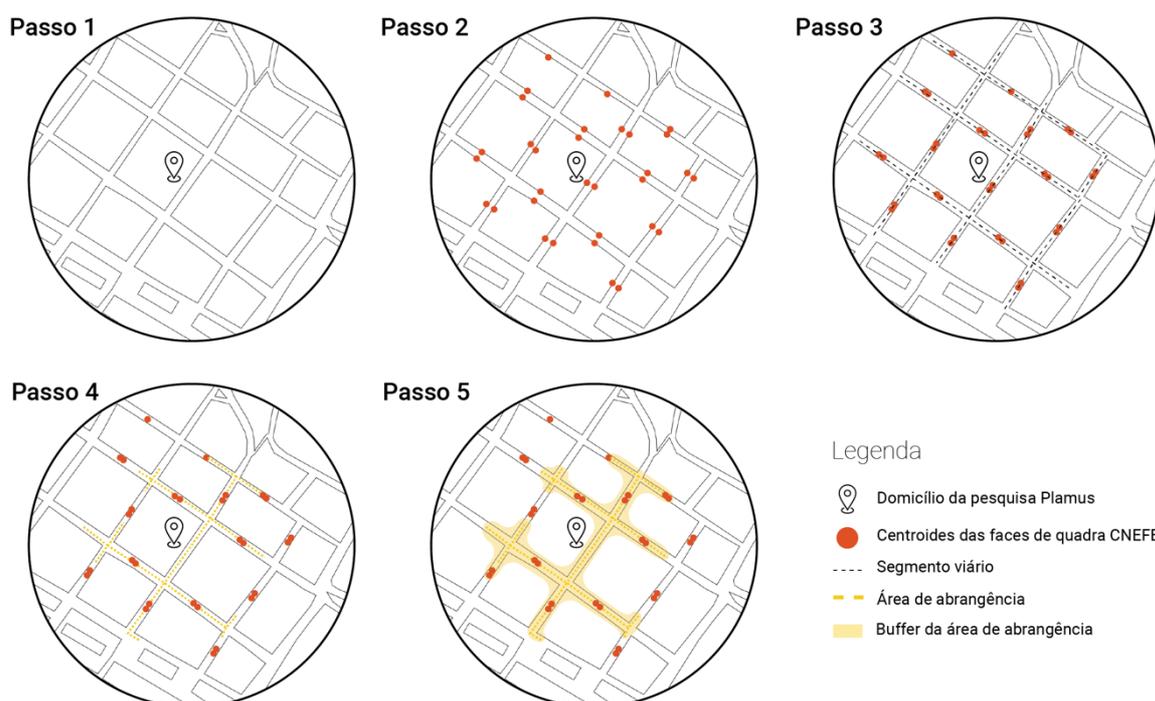
Tempo caminhando (minutos)	Distância (metros)
5	416
10	833
15	1250
20	1666

Dessa forma, arredondando os valores, foram consideradas como de interesse para as análises deste estudo a distância de 400, 800, 1.200 e 1.600 metros. Essas distâncias também são as mais comumente utilizadas em estudos que investigam o deslocamento a pé, como apontado no item 2.1.3.

Com as distâncias definidas, demos início ao processo de compilação dos dados em um programa de geoprocessamento. Para isso, seguimos os seguintes passos (Figura 16):

1. Georreferenciamento dos domicílios da pesquisa do Plamus (2015) contendo as informações referentes às viagens e dados demográficos dos moradores;
2. Georreferenciamento dos centroides das faces de quadra com informações relativas aos usos do solo, obtidos a partir do CNEFE;
3. Conexão dos centroides das faces de quadra com o segmento viário mais próximo²⁴;
4. Criação das áreas de abrangência (400, 800, 1.200 e 1.600 metros) para cada domicílio;
5. Cruzamento das áreas de abrangência com os dados de viagens, informações demográficas e dados sobre o uso do solo.;
6. Agrupamento dos dados da sintaxe espacial e processamento da variável da densidade residencial.

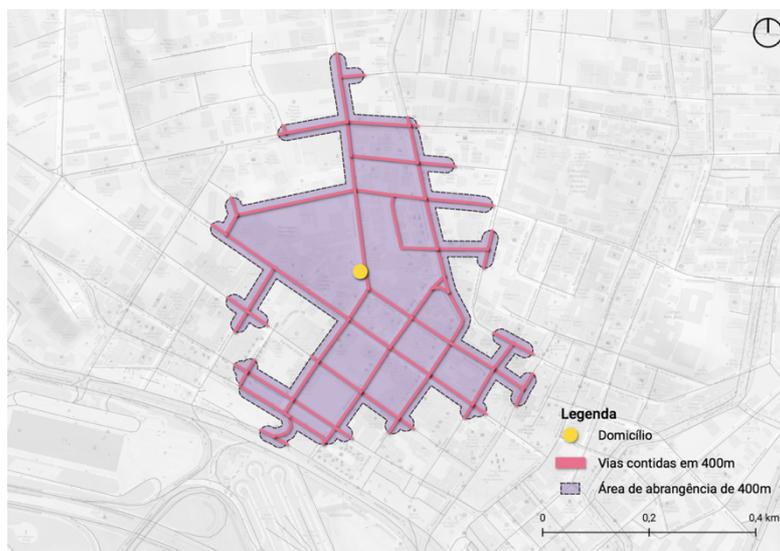
Figura 16. Passo a passo da compilação dos dados na unidade espacial em análise



A Figura 17 ilustra um exemplo, em Florianópolis, de uma das áreas de abrangência desenhada a partir do domicílio.

²⁴ A adoção desse processamento visou assegurar que, nos passos subsequentes, todos os dados relativos ao uso do solo estivessem contidos dentro da área de abrangência.

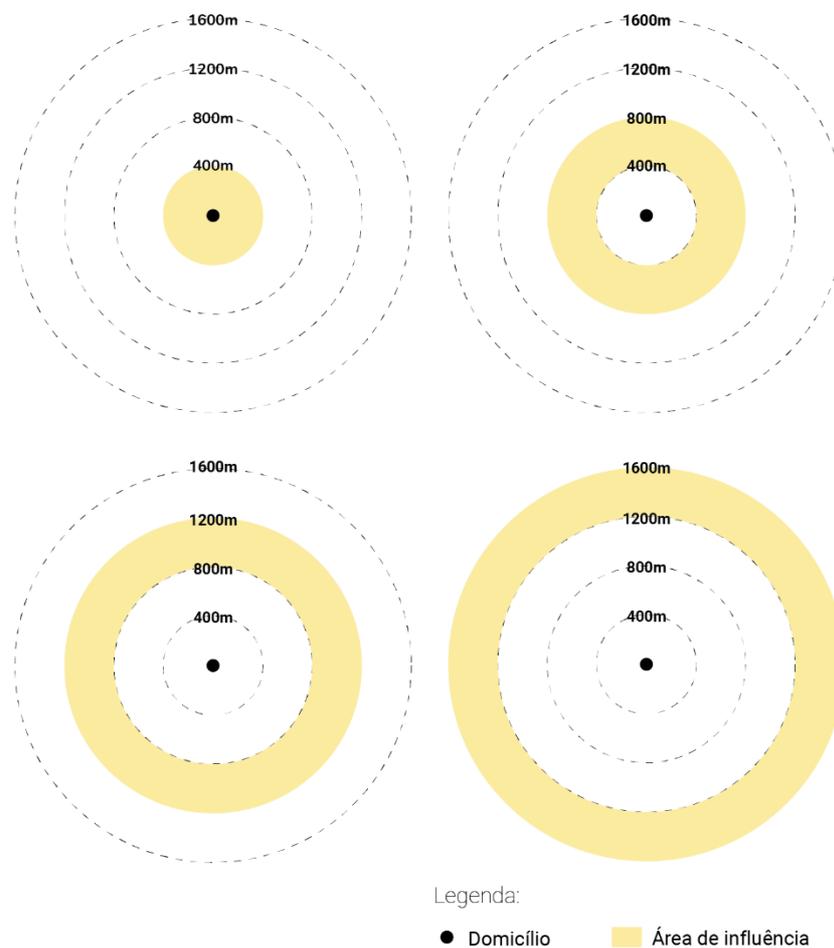
Figura 17. Exemplo de um buffer de rede desenhado a partir de um domicílio.



É importante destacar que, nesta fase do estudo, optamos por representar as áreas de abrangência como anéis concêntricos (*donuts*). Essa abordagem foi escolhida porque nosso objetivo é compreender o impacto da presença ou quantidade de uma categoria de uso em um intervalo de distância específico. Portanto, considerar o buffer completo da área de abrangência não seria apropriado. A Figura 18 esquematiza como esses anéis concêntricos foram concebidos²⁵. Dessa forma, nas análises da Fase 2 foram consideradas as seguintes unidades espaciais: área de abrangência de 400m, área de abrangência de 400-800m, área de abrangência de 800-1.200m e área de abrangência de 1.200-1.600m.

²⁵ Nas análises os anéis concêntricos foram desenhados de acordo com a malha viária local.

Figura 18. Esquema de como foram compilados os anéis concêntricos para a Fase 2



4.2.4. Criação das variáveis

Após feito o cruzamento dos dados, as informações foram levadas para um novo script *Python* para processamento das variáveis de interesse.

Variável dependente

O deslocamento a pé é a variável dependente deste estudo. O Quadro 21 sintetiza a variável consideradas nas análises estatísticas.

Quadro 21. Variáveis dependentes

Variável dependente	Descrição	Tipo da variável
Realização de caminhada utilitária	Variável binária (sim ou não) que indica a realização de algum deslocamento a pé por motivo utilitário (trabalho, compra ou estudo) no dia anterior	Categórica

Durante o processamento também ponderamos a possibilidade de incorporar outros tipos de variáveis, como o tempo de caminhada, que seria uma variável quantitativa. No entanto, avaliamos que essa abordagem não seria apropriada, uma vez que os dados referentes à duração das viagens foram obtidos por meio de entrevistas com as pessoas e, portanto, representam uma estimativa e não os valores reais. Como a imprecisão poderia impactar os resultados das análises, optamos por considerar apenas a variável binária listada no Quadro 21.

Variáveis independentes

As variáveis independentes se referem aos usos do solo. Listamos no Quadro 22 aquelas que utilizamos para realizar as análises da Fase 2 da pesquisa.

Quadro 22. Variáveis independentes da Fase 2

Variável independente	Descrição	Tipo da variável
Existência da categoria multifacetada (7 categorias)	Variável binária (sim ou não) que representa a existência ou não da categoria multifacetada na área de abrangência (400m, 400-800m, 800-1.200m e 1.200-1.600m)	Categórica
Existência da categoria funcional (4 categorias)	Variável binária (sim ou não) que representa a existência ou não da categoria funcional na área de abrangência (400m, 400-800m, 800-1.200m e 1.200-1.600m)	Categórica

Total de usos da categoria multifacetada (7 categorias)	Soma do total de usos (quantidade de endereços) de cada categoria multifacetada em cada área de abrangência (400m, 400-800m, 800-1.200m e 1.200-1.600m)	Quantitativa
Total de usos da categoria funcional (4 categorias)	Soma do total de usos (quantidade de endereços) de cada categoria funcional em cada área de abrangência (400m, 400-800m, 800-1.200m e 1.200-1.600m)	Quantitativa

Variáveis de controle

O Quadro 23 sintetiza as variáveis de controle consideradas para as análises, processadas com base nos dados descritos no item 4.2.2.

Quadro 23. Variáveis de controle

Variável de controle	Descrição	Tipo da variável
Integração global	Integração global no trecho em que o domicílio do participante está localizado.	Quantitativa
Escolha R1.200	Escolha local com raio de 1.200m no trecho em que o domicílio do participante está localizado.	Quantitativa
Densidade residencial	Número de endereços residenciais dentro da área de abrangência dividido pela área da área de abrangência.	Quantitativa
Entropia	Medida de diversidade de usos do solo para as categorias multifacetadas e funcionais calculada de acordo com a fórmula desenvolvida por Frank <i>et al.</i> (2005). Mais detalhes no tópico 4.3.4.	Quantitativa
Gênero	Gênero do morador (feminino ou masculino)	Catagórica
Idade	Faixa etária do morador de acordo com 5 faixas de idade: <18 anos, 18-29 anos, 30-59 anos, 60-74 anos, > 74 anos	Catagórica

Grau de instrução	Grau de instrução do morador de acordo com 5 classes: não alfabetizado, ensino fundamental, ensino médio, ensino superior e não sabe	Categórica
Faixa de renda	Faixa de renda do domicílio de acordo com 3 classes: A (até 2 salários mínimos), B (de 2 a 5 salários mínimos) e C (acima de 5 salários mínimos)	Categórica
Posse de automóvel	Variável binária que indica se o domicílio possui ou não automóvel	Categórica

Importante destacar que as variáveis quantitativas foram normalizadas por meio do Z-score para inserção nos modelos estatísticos (tópico 4.2.7).

A normalização pelo Z-score é fundamental para padronizar variáveis que possuem diferentes escalas e unidades de medida. Neste estudo, essa abordagem fez com que todas as variáveis estivessem em uma mesma escala de comparação, com média zero e desvio padrão de um. Isso facilitou a comparação e interpretação dos coeficientes do modelo estatístico, uma vez que eles são expressos em uma escala padronizada.

4.2.5. Análise exploratória das variáveis

Após a compilação das variáveis foram feitas algumas análises exploratórias para compreender melhor o comportamento dos dados que estão sendo analisados. Algumas dessas análises foram transformadas em mapas. Para tanto, foram feitas as seguintes análises:

- Análise da distribuição espacial das viagens com origem nos domicílios pesquisados pelo Plamus (2015);
- Análise da distribuição espacial das viagens realizadas a pé de acordo com o motivo com origem nos domicílios pesquisados pelo Plamus (2015);
- Análise da distribuição espacial das categorias multifacetadas de usos;

- Análise da distribuição espacial das categorias funcionais de usos;
- Análise espacial das variáveis de controle.

4.2.6. Matriz de correlação entre variáveis

Antes da construção dos modelos estatísticos, realizamos uma análise de correlação entre as variáveis de interesse, no caso as categorias dos usos do solo.

A matriz de correlação é uma ferramenta fundamental na análise das relações entre variáveis em um conjunto de dados, permitindo identificar a intensidade e a direção das associações. Nesse contexto, desempenhou um papel importante ao revelar a existência de correlações significativas entre categorias de uso. Essa análise forneceu subsídios que orientaram a construção dos modelos subsequentes, que investigaram a associação das categorias com o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

4.2.7. Análise de regressão logística

Para a análise estatística trabalhamos com a regressão logística. Esse modelo é empregado para analisar a relação entre uma variável dependente binária (categórica com duas categorias) e uma ou mais variáveis independentes. Dado que, neste estudo, compilamos variáveis dependentes que atendem a essas condições, consideramos a regressão logística como o modelo mais adequado para nossa análise.

O modelo de regressão logística é chamado desta forma porque utiliza a função logística para transformar uma combinação linear das variáveis independentes em uma probabilidade entre 0 e 1. Essa probabilidade representa a chance de ocorrência de um dos valores da variável dependente. Dessa forma, os valores são interpretados com base em razões de chance. Cada razão de chance vem acompanhada de um intervalo de confiança. Se o intervalo de confiança incluir o valor 1, então não há evidências suficientes para concluir que os grupos são estatisticamente significativamente diferentes.

Para construção dos modelos de regressão foram seguidos os seguintes passos:

1. Transformação de variáveis categóricas em fatores;
2. Ajuste das classes e níveis das variáveis de controle conforme item 4.2.4;
3. Normalização das variáveis contínuas para que estivessem em uma mesma escala comum, garantindo que todas tivessem a mesma importância relativa dentro dos modelos, conforme item 4.2.4;
4. Construção do modelo estatístico estabelecendo a variável dependente e as variáveis independentes e de controle.

Após esses passos, cada rodamos cada um dos modelos. Para avaliar a adequação do modelo foram feitas algumas análises de diagnóstico para checar a estrutura dos dados e resíduos e garantir que estão trazendo resultados que podem ser considerados válidos do ponto de vista estatístico, isto é, que os requisitos para a validade dos modelos foram atendidos.

4.3. Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé

A Fase 3 do estudo busca investigar qual diversidade de usos explica de forma mais adequada a caminhada utilitária a partir da residência. A principal distinção em relação à fase anterior é relacionada ao foco da investigação, que agora se concentra na avaliação da chance de caminhar com base na combinação de diferentes tipos de usos, em vez de analisar categorias de uso de forma isolada.

A seguir, apresentaremos os procedimentos que foram seguidos para obter os resultados desta etapa. É importante ressaltar que o local de pesquisa, o método de processamento dos dados e a variável dependente (deslocamento a pé utilitário) são os mesmos da Fase 2. Portanto, o que detalharemos na sequência é o tipo de unidade de análise adotada, o processamento das variáveis independentes e de controle, bem como a abordagem utilizada para analisar os resultados.

4.3.1. Local de aplicação da pesquisa

O local de análise utilizado nesta fase é o mesmo adotado na Fase 2. Mais detalhes podem ser encontrados no tópico 4.2.1.

4.3.2. Processamento dos dados

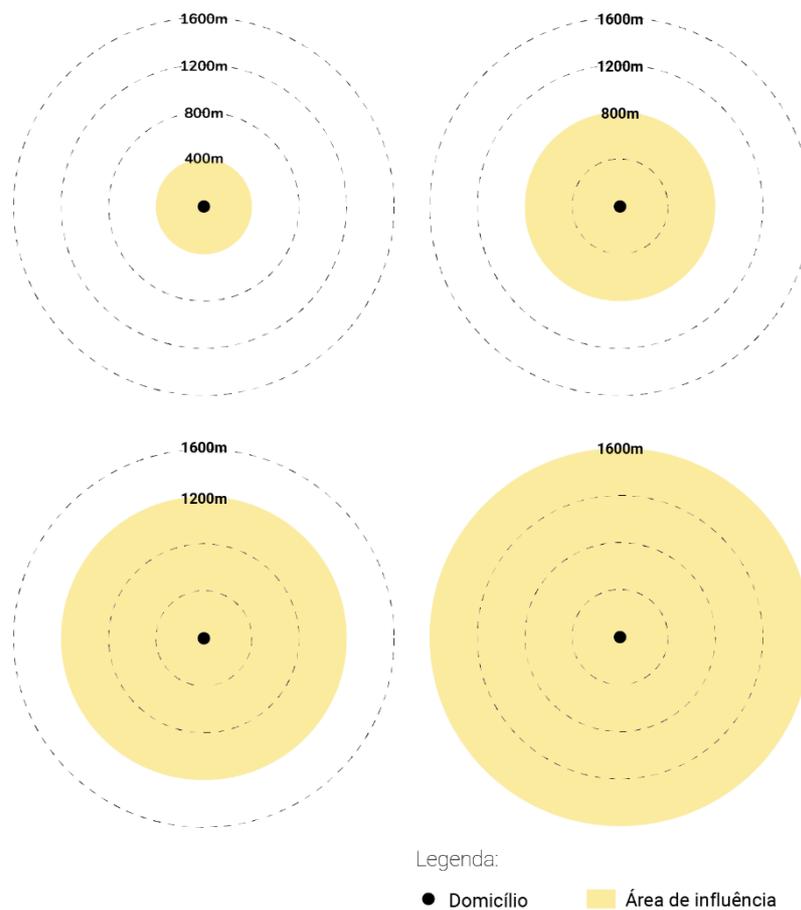
O processamento dos dados de caminhada, uso do solo e controle também seguiram os mesmos passos adotados na Fase 2. Os detalhes podem ser acessados no tópico 4.2.2.

4.3.3. Agregação dos dados na unidade espacial de análise

A compilação das unidades de análise também seguiu todos os passos descritos no item 4.2.3. No entanto, nesta fase optamos por considerar as áreas de abrangência em sua totalidade, sem distinção em anéis concêntricos (*donut*). Enquanto na fase anterior o objetivo era investigar o impacto de uma categoria em um intervalo de distância específico, agora consideramos as áreas de abrangência em sua totalidade pois entendemos que a mistura de usos ao longo do percurso influencia diretamente a escolha do meio de deslocamento. Portanto, não seria apropriado tentar entender o efeito da diversidade apenas para um anel concêntrico e desconsiderar o que o pedestre vivenciaria durante seu percurso até ele.

A Figura 19 ilustra, de forma esquemática, o tipo de área de abrangência adotado nesta fase.

Figura 19. Esquema de como foram compiladas as áreas de influência para a Fase 3



4.3.4. Criação das variáveis

Variável dependente

As variáveis dependentes, que correspondem ao deslocamento a pé, são as mesmas adotadas na Fase 2 da pesquisa (item 4.2.4).

Variável independente

As variáveis independentes desta fase são diferentes da Fase 2, já que neste momento estamos analisando a diversidade dos usos.

Dessa forma, com base nas medidas listadas no referencial teórico (item 2.3.3), elencamos algumas que seriam pertinentes para o desenvolvimento das análises deste estudo. Optamos por empregar diferentes medidas de diversidade para capturar as dimensões do

fenômeno de modo mais completo, tendo em vista que cada medida prioriza diferentes aspectos. A seguir serão apresentadas com um maior nível de detalhe as medidas adotadas, assim como o que elas se propõem a responder.

a) *Entropia de Shannon*

Conforme apresentado no tópico 2.3.3, o índice de entropia reflete a uniformidade da distribuição dos diversos tipos de uso do solo em uma área específica.

Há várias críticas a respeito da aplicação desse índice, mas conforme apontado na revisão sistemática que investigou as associações encontradas entre a diversidade de usos e os deslocamentos a pé (Saboya; Kretzer; Calvetti, -), ela ainda é uma das que melhor demonstrou a capacidade de explicar a caminhada utilitária e total. Além disso, ela é a mais utilizada em estudo de uso do solo (Saboya; Kretzer; Calvetti, -). Portanto, consideramos que ela seria uma boa medida a ser usada para investigar as diferenças dos dois tipos de categorização de usos abordados neste estudo.

Neste trabalho, aplicaremos a fórmula de entropia adaptada por Frank *et al.* (2005), que divide o índice original criado por Frank e Pivo (1994) pelo logaritmo natural do número total de usos.

$$D_E = - \frac{\sum_i^N p_i \cdot \ln(p_i)}{\ln(N)}$$

Em que:

D_E = Medida de entropia.

p_i = proporção do uso i .

N = número total de usos.

Para mitigar um dos problemas apontados na aplicação da medida, consideramos o N como sendo o número total de usos considerados na análise. Isso faz com que o resultado seja levemente penalizado quando a proporção de um ou mais usos que não estão presentes na unidade de análise (ou seja, a área de abrangência a partir da residência) são considerados como igual a 0%.

O índice varia de 0, quando apenas uma categoria de uso está presente, a 1, quando a área em questão está igualmente distribuída entre todos os tipos de uso considerados. Ou seja, quanto maior o valor do índice de entropia, maior é a diversidade de usos (entendida, neste caso, como a proporcionalidade entre todos os usos) na área em análise. A Figura 20 traz um esquema que sintetiza o comportamento da medida.

b) Riqueza de usos

A riqueza de usos é uma medida simples, que reflete a quantidade de usos distintos dentro da área de análise. Para que ela fique em uma mesma escala de comparação (de 0 a 1) dividimos ela pela quantidade total de usos considerados na análise. Um exemplo do seu funcionamento pode ser visto na Figura 21.

c) NEWS objetivo de diversidade

Essa medida é uma adaptação da usual medida de NEWS diversidade, detalhada no Quadro 6. Segundo Saboya (2023), a medida é originalmente calculada atribuindo pontuações aos diferentes usos com base no tempo que os participantes estimam que levaria para alcançá-los. Essas pontuações são mais elevadas para destinos mais próximos e mais baixas para destinos distantes, de tal forma que, quando somadas, o resultado é uma escala em que a diversidade máxima corresponde a todas as categorias de uso do solo presentes no primeiro intervalo (por exemplo, cinco minutos a pé). A diversidade mínima, por outro lado, representa uma situação em que todas as categorias de uso do solo estão mais distantes da residência do participante do que o intervalo de tempo mais elevado (por exemplo, mais de 20 minutos de caminhada).

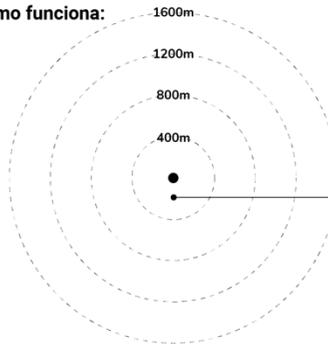
Neste estudo, adaptamos a medida subjetiva de distância e disponibilidade de destinos não residenciais, substituindo os intervalos de tempo pelos limites de distância estabelecidos pelas áreas de abrangência, conforme feito por Saboya (2023). Os pesos atribuídos a eles foram 4 para o buffer de 400m, 3 para o donut de 400-800m, 2 para o donut de 800-1.200m e 1 para o donut de 1.200-1.600m.

Assim como no caso anterior, para que ela fique compreendida dentro de um intervalo entre 0 e 1 dividimos ela pela soma total máxima correspondente a cada área de abrangência. A Figura 22 ilustra seu comportamento.

Figura 20. Esquema de funcionamento da medida de entropia

Entropia

Como funciona:



Para cada área de influência:

$$D_E = - \frac{\sum_i^N p_i \cdot \ln(p_i)}{\ln(N)}$$

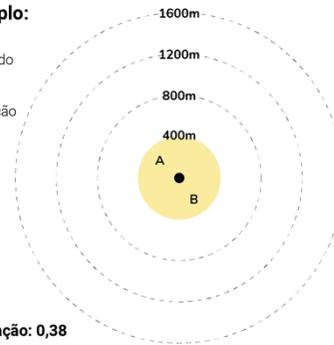
Em que:
 DE = Medida de entropia.
 pi = proporção do uso i.
 N = número total de usos.

Maior pontuação: 1
 Menor pontuação: 0

Considerando o total de 6 tipos de uso do solo (representados por letras):

Exemplo: 400m

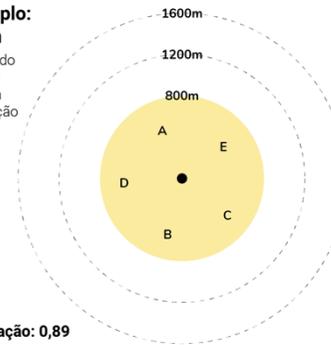
2 usos do solo na mesma proporção



Pontuação: 0,38

Exemplo: 800m

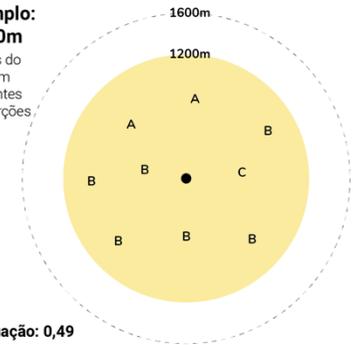
5 usos do solo na mesma proporção



Pontuação: 0,89

Exemplo: 1.200m

3 usos do solo em diferentes proporções

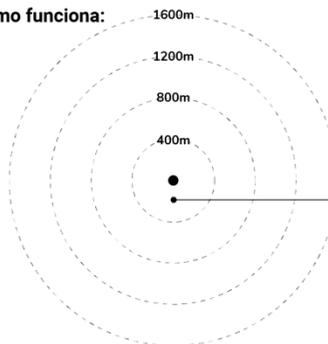


Pontuação: 0,49

Figura 21. Esquema de funcionamento da medida de riqueza

Riqueza de usos

Como funciona:



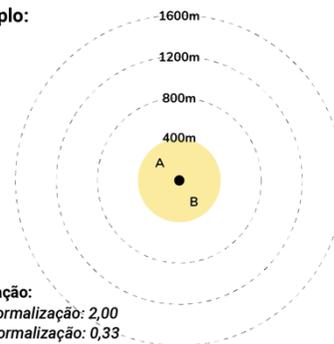
Quantidade de diferentes categorias de usos em cada buffer dividido pelo número total de categorias consideradas na análise

Normalizado:
 Maior pontuação: 1
 Menor pontuação: 0

Considerando o total de 6 tipos de uso do solo (representados por letras):

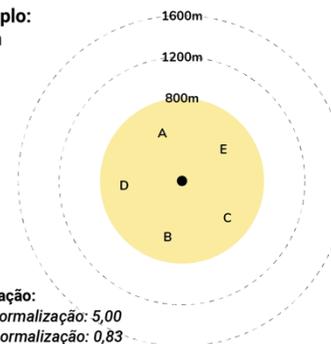
Exemplo: 400m

Pontuação:
 Sem normalização: 2,00
 Com normalização: 0,33



Exemplo: 800m

Pontuação:
 Sem normalização: 5,00
 Com normalização: 0,83



Exemplo: 1.200m

Pontuação:
 Sem normalização: 3,00
 Com normalização: 0,50

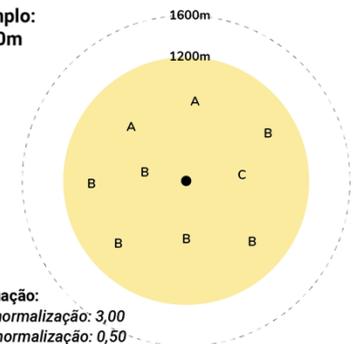
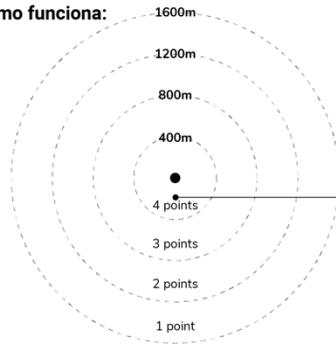


Figura 22. Esquema de funcionamento da medida NEWS objetivo de diversidade

NEWS objetivo de diversidade

Como funciona:

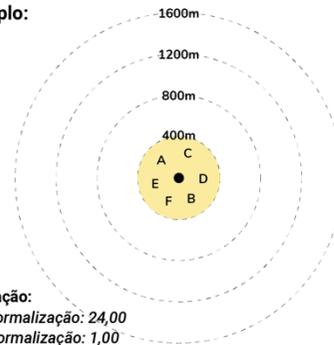


São atribuídos pesos aos usos de acordo com a área de abrangência. As pontuações resultam da soma do total de cada área dividida pela possível pontuação mais alta

Maior pontuação: 1
Menor pontuação: 0

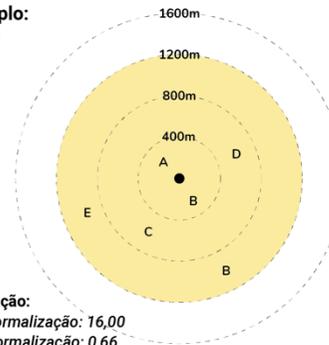
Considerando o total de 6 tipos de uso do solo (representados por letras):

Exemplo:
400m



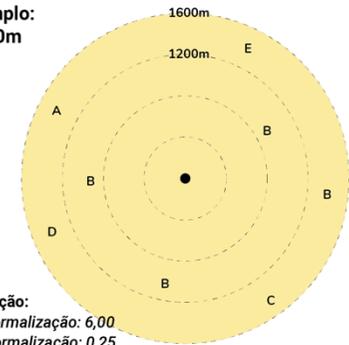
Pontuação:
Sem normalização: 24,00
Com normalização: 1,00

Exemplo:
800m



Pontuação:
Sem normalização: 16,00
Com normalização: 0,66

Exemplo:
1.600m



Pontuação:
Sem normalização: 6,00
Com normalização: 0,25

O Quadro 24 sintetiza as medidas criadas.

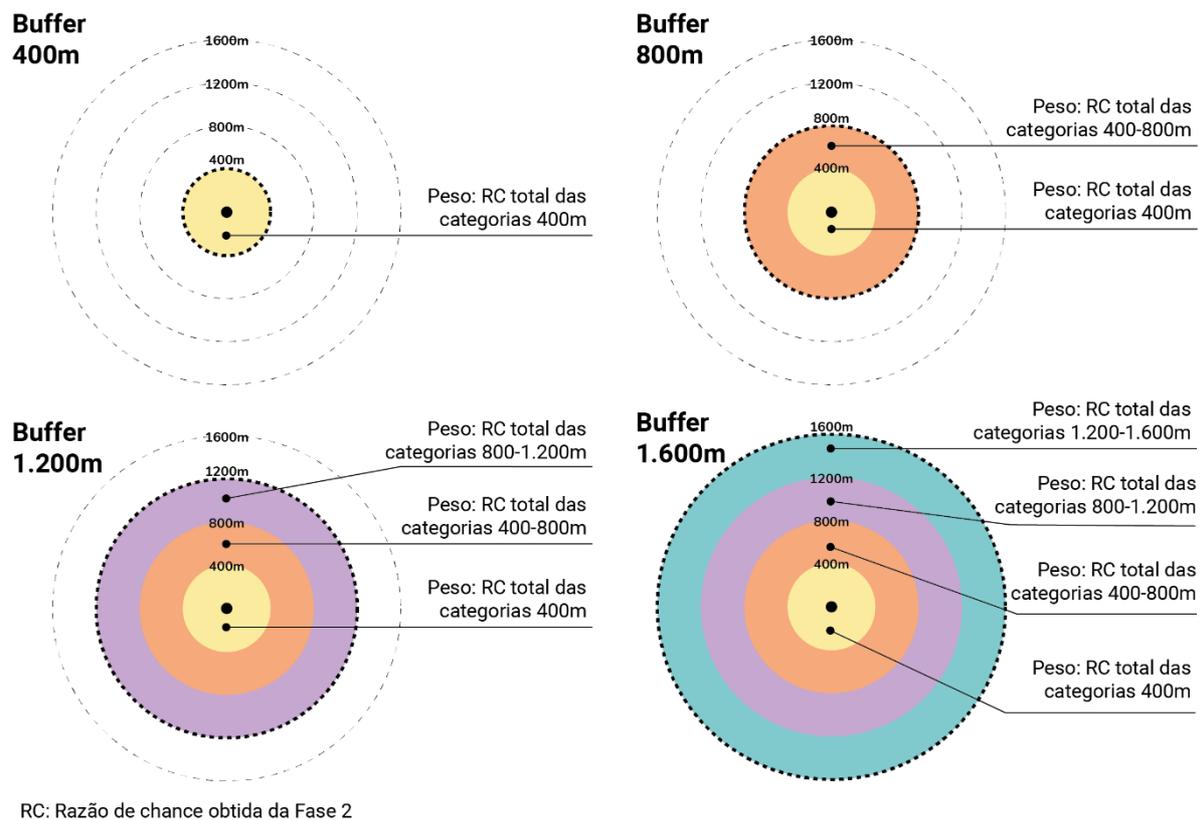
Quadro 24. Variáveis independentes da Fase 3

Variável independente	Descrição	Tipo da variável
Entropia multifacetada	Medida de uniformidade que calcula a diversidade das categorias multifacetadas para cada área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa
Entropia funcional	Medida de uniformidade que calcula a diversidade das categorias funcionais para cada área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa
Riqueza multifacetada normalizada	Medida de riqueza que reflete a quantidade de usos multifacetadas distintos dentro da área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa
Riqueza funcional normalizada	Medida de riqueza que reflete a quantidade de usos funcionais distintos dentro da área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa
NEWS objetivo de diversidade multifacetada normalizada	Medida de riqueza que reflete a disponibilidade de acesso a categorias multifacetadas dentro da área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa
NEWS objetivo de diversidade funcional normalizada	Medida de riqueza que reflete a disponibilidade de acesso a categorias multifacetadas dentro da área de análise (400m, 800m, 1.200m e 1.600m)	Quantitativa

Além das medidas indicadas no Quadro 24, em alguns dos modelos também testamos a associação com o deslocamento a pé por meio de uma medida de entropia ponderada. Para construção dessa medida fizemos a multiplicação de cada categoria pela razão de chance

do seu respectivo total obtido na Fase 2. Dessa forma, as categorias de uso que mostraram maior associação com a caminhada utilitária passam a ter maior peso nesta versão da entropia, e vice-versa para as categorias com menor associação. A Figura 23 ilustra esquematicamente sua construção. Fizemos o cálculo para cada uma das áreas de abrangência.

Figura 23. Esquema de construção da medida de entropia ponderada



Variável de controle

As variáveis de controle adotadas nesta fase são similares às adotadas na Fase 2 da pesquisa (item 4.2.4). A diferença neste caso é que a diversidade, medida pela entropia, não é usada como uma variável de controle, já que ela é a variável independente que está sendo investigada nesta fase.

Além disso, introduzimos uma nova variável denominada "densidade de usos não residenciais", correspondente à razão entre o total de usos não residenciais e a área do buffer de análise. Embora essa variável não tenha sido considerada em todos os modelos,

optamos por avaliar seu impacto em algumas análises, uma vez que a concentração de destinos não residenciais nas proximidades das residências pode influenciar tanto a diversidade de usos quanto a decisão de caminhar. Essa variável já foi incorporada em um estudo anterior conduzido por Saboya, D’Orsi e Keivani (2023).

4.3.5. Matriz de correlação entre as variáveis

Assim como feito na Fase 2, aqui também é importante compreender a correlação das variáveis de interesse antes de criar os modelos estatísticos para investigar a associação com o deslocamento a pé utilitário a partir de casa. Portanto, foram criadas matrizes correspondentes às diversidades considerando diferentes tipos de categorização de usos e diferentes áreas de abrangência.

4.3.6. Análise de regressão logística

Como a variável dependente do estudo permaneceu a mesma da Fase 2, na Fase 3 também consideramos o modelo de regressão logística como sendo o mais adequado para a condução das análises.

Para a construção dos modelos foram seguidos os mesmos passos descritos no tópico 4.2.7.

As análises se dividiram em 3 grupos, que buscaram captar diferentes nuances de acordo com alguns ajustes. São eles:

1. **Análise da diversidade de usos tradicional:** considerou o cálculo dos índices de forma tradicional, para cada uma das áreas de influência;
2. **Análise da diversidade de usos ponderada:** considerou o cálculo dos índices de forma ponderada, a partir dos coeficientes obtidos na Fase 2 (Figura 23), para cada uma das áreas de influência;
3. **Análise da diversidade de usos para categorias de interesse:** considerou o cálculo dos índices apenas com as categorias que se demonstraram favoráveis ao aumento

da chance de caminhar na Fase 2. Consideramos para cada uma das áreas de influência.

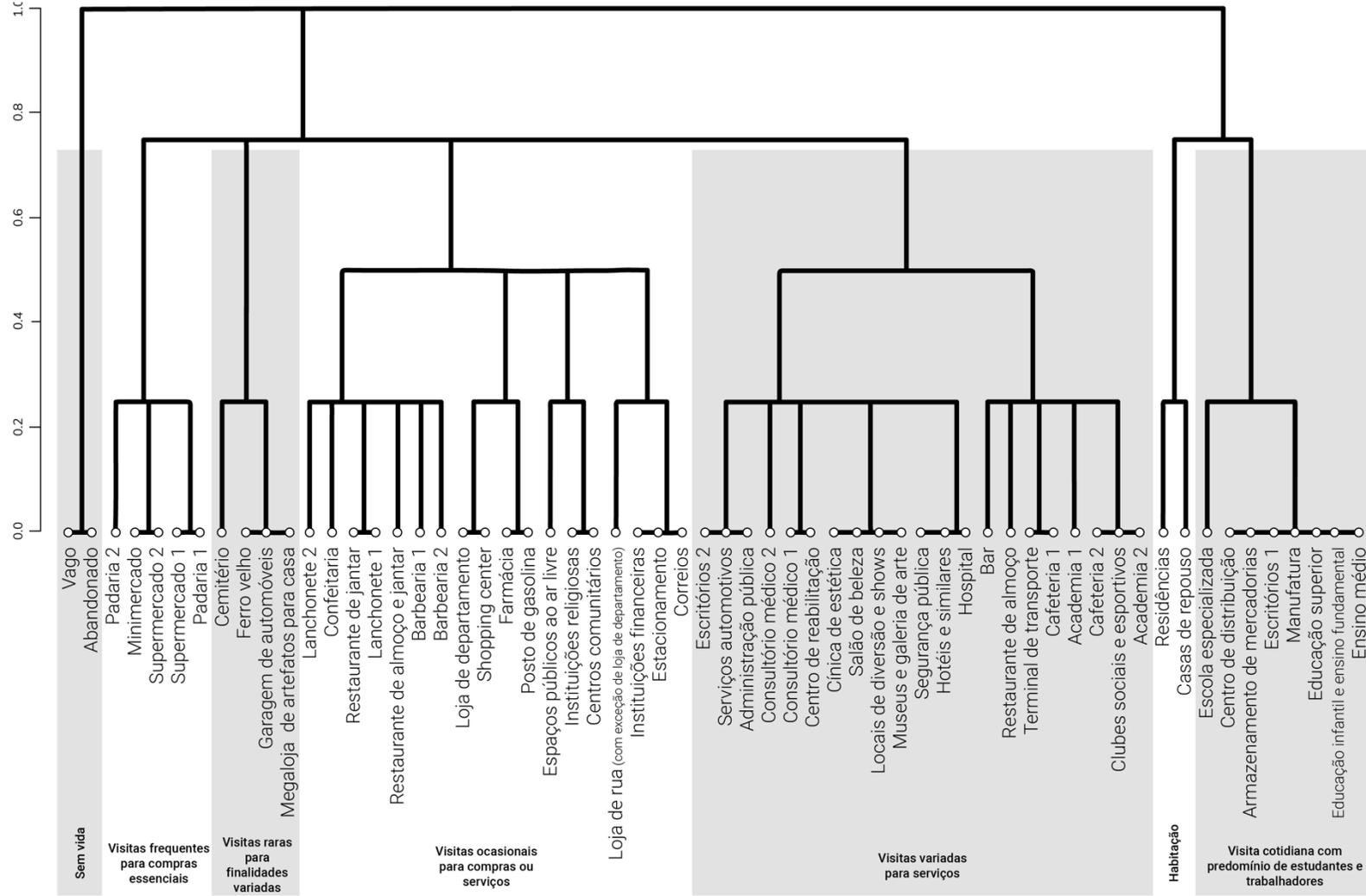
5. RESULTADOS

5.1. Fase 1: Categorização dos usos do solo

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos no desenvolvimento da Fase 1, que tem como objetivo explorar e testar formas de categorizar e analisar os usos do solo considerando a dinâmica deles no meio urbano.

Dessa forma, como resultado da aplicação do método descrito no item 4.1, chegamos a uma categorização baseada na técnica de *clustering* conforme representado na Figura 24. O diagrama final foi resultado de uma série de testes de modelos estatísticos e a seleção final foi consequência de uma análise crítica a respeito do que estamos querendo expressar com a divisão de usos baseada nas dimensões e parâmetros elencados.

Figura 24. Dendrograma com a divisão dos usos do solo a partir dos parâmetros das dimensões



O dendrograma resultante do método de *clustering* possui uma divisão em 7 categorias. Para compreender melhor as nuances e detalhes de cada uma delas desenvolvemos algumas análises que buscaram, por meio de gráficos, ilustrar suas características e peculiaridades.

Os nomes dados para cada uma das categorias são reflexo dessa análise mais detalhada e foram associados às suas características no item 5.1.3.

5.1.1. Análise por ramo

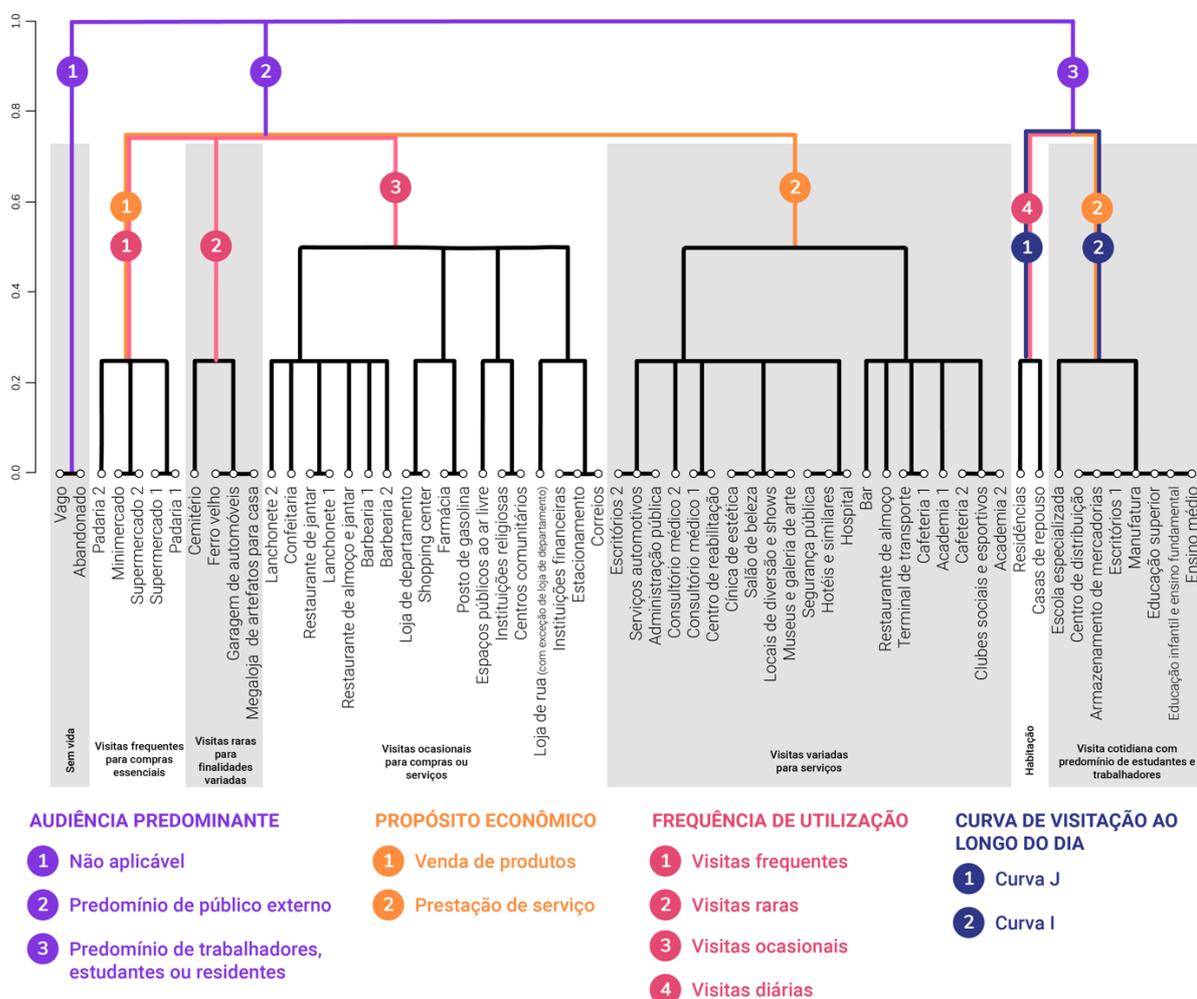
A análise do dendrograma por ramo ilustra as principais diferenças existentes dentre as categorias. As indicações feitas por escrito destacam apenas a característica que são 100% condizente com todos os usos inseridos na classe (Figura 25).

Dessa forma, podemos constatar que o parâmetro com mais força na divisão das categorias é o tipo de público predominante. Os atributos desse parâmetro dividem as categorias em três grupos distintos, sendo:

- Usos com predomínio de audiência externa, que concentra 4 categorias;
- Usos com predomínio de estudantes, trabalhadores ou residentes, que concentra 2 categorias; e
- Usos que não atraem qualquer tipo de audiência, que concentra 1 categoria.

Diferente desta primeira distinção, a partir do primeiro nível da ramificação não acontece mais uma divisão baseada em apenas um parâmetro. Por exemplo, nas categorias relacionadas ao predomínio de estudantes, trabalhadores e residentes tanto as curvas de visitação ao longo do dia como a frequência de visitação e o propósito econômico geram influência na divisão das duas classes. O mesmo acontece com as categorias agrupadas no ramo com predomínio de audiência externa. Neste caso, os parâmetros que mais influenciam a divisão são a frequência de utilização e o propósito econômico do uso.

Figura 25. Dendrograma com a divisão dos usos do solo com a demarcação do parâmetro que se destaca por ramo



5.1.2. Análise do mapa de árvore (*Treemap*)

A partir da análise da ramificação do dendrograma foram feitos alguns diagramas em formato de mapa de árvores (*Treemap*) para compreender melhor os detalhes do conjunto de dados e de cada uma das categorias.

A Figura 26 ilustra a distribuição dos atributos por parâmetro levando em conta todo o conjunto de usos considerados neste estudo. Como podemos observar, há uma grande variação de tipos de curva de visitação ao longo do dia, sendo que a grande maioria dos usos está inserida na curva I, correspondente à curva com uma utilização uniforme nos horários

comerciais. No que diz respeito a frequência de utilização, dentre os usos há um equilíbrio entre as quatro classes adotadas para este parâmetro, com uma pequena maioria da categoria rara e ocasional. Quanto à audiência predominante, grande parte dos usos está inserida na classe de predomínio de público externo, seguida pela classe de predomínio de trabalhadores, estudantes e residentes. A prestação de serviço é o que se destaca no tipo de propósito econômico, seguida pela venda de produtos e nenhum tipo de venda ou serviço.

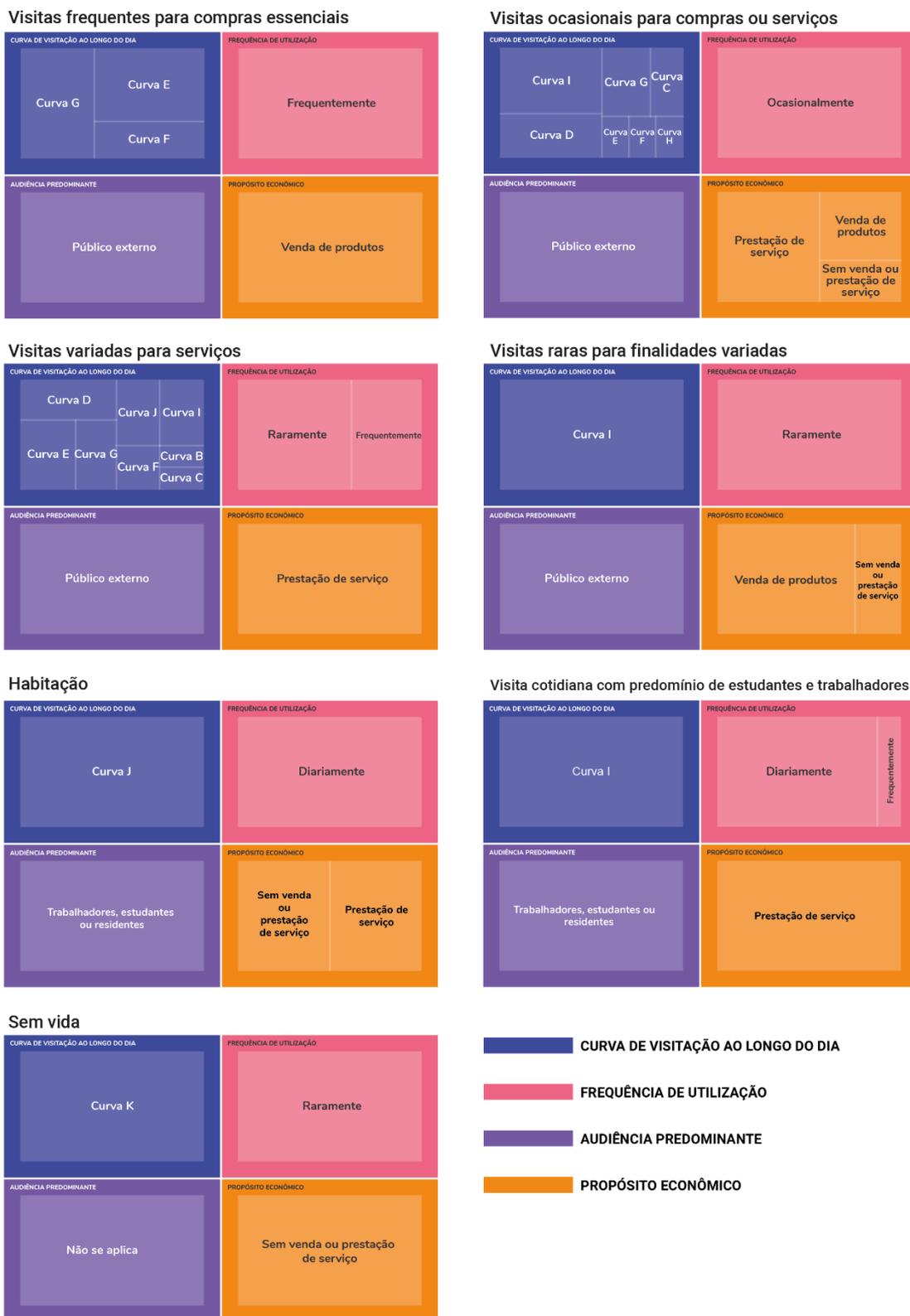
Figura 26. Mapa de árvore com as características dos parâmetros para todos os usos considerados no estudo



A diversificação de características observada em cada um dos parâmetros destaca a grande variação no comportamento do conjunto de usos analisado neste estudo. Isso deixa evidente a simplificação feita a partir de uma categorização baseada puramente no aspecto funcional e reforça a importância da consideração destes parâmetros na divisão dos usos em classes.

Na Figura 27 podemos observar as características dos parâmetros para cada uma das categorias de uso geradas pelo dendrograma.

Figura 27. Mapa de árvore com as características dos parâmetros para cada uma das categorias do dendrograma



Podemos observar que há algumas categorias de uso que possuem pouca variação dentro dos seus parâmetros – por exemplo, categoria de usos “sem vida” e categoria de usos de “visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores” – e outras categorias que possuem uma maior variação, indicando que elas próprias possuem uma maior diversidade de usos dentro de sua classe – por exemplo, categoria “visitas ocasionais para compras ou serviços” e “visitas variadas para serviços”.

Com base na análise de ramificação e características ilustradas na Figura 26, no próximo tópico (item 5.1.3) será feita uma síntese caracterizando cada uma das categorias de uso geradas pelo dendrograma.

5.1.3. Síntese das categorias

As sete categorias geradas pelo dendrograma possuem as seguintes características:

a) Visitas frequentes para compras essenciais

Os usos inseridos nessa categoria têm grande potencial de atração de público externo e são visitados frequentemente pelos seus usuários. Quanto à utilização temporal ao longo do dia, se caracterizam por dois picos de utilização, concentrados no início ou fim da tarde, ou ainda em ambos. Os usos têm como propósito econômico a venda de produtos, neste caso, especificamente relacionada a alimentos e demais itens essenciais.

Esses usos tendem a ter uma alta rotatividade de usuários e a serem utilizados por períodos curtos, não gerando longas interações sociais no seu interior, mas contribuindo para a maior circulação de pessoas nas ruas. Também são usados de maneira orgânica, sem necessidade de um agendamento prévio.

b) Visitas raras para finalidades variadas

Essa categoria também é caracterizada por usos com predomínio de público externo, no entanto com visitas raras. Compreendem uma única curva de visita ao longo do dia, definida pela utilização temporal uniforme em horário comercial. Quanto ao propósito

econômico, os usos se enquadram na venda de produtos ou em nenhum tipo de troca econômica.

Estes usos também são usados de maneira orgânica, sem necessidade de um agendamento prévio. Se comparados à categoria anterior, têm uma baixa rotatividade de usuários.

c) Visitas ocasionais para compras ou serviços

Os usos inseridos nesta categoria também tendem a atrair público externo, só que neste caso, com visitação dos usuários de forma ocasional. Esta categoria também se caracteriza por uma grande diversidade das curvas de visitação ao longo do dia, com usos compreendidos em curvas de um pico, dois picos ou uniformes. Apesar da variação, a maioria dos usos está concentrado em curvas correspondente aos horários comerciais (9h-18h). Em relação ao propósito econômico, também há uma variedade dentro da categoria, com predomínio da prestação de serviços ou venda de produtos.

Os usos inseridos nesta classe usualmente não demandam uma programação prévia para sua utilização, dessa forma, são flexíveis e podem atender aos usuários de acordo com a demanda do momento. Possuem alta rotatividade de usuários e alguns usos tendem a gerar no seu interior encontros e trocas sociais por um maior período, como é o caso da confeitaria, restaurantes e lanchonetes. Outros tendem a gerar uma utilização mais rápida, como uma loja de rua, um banco ou uma barbearia.

d) Visitas variadas para serviços

Os usos desta categoria também tendem a atrair o público externo, no entanto possuem uma variação na frequência de utilização pelos usuários, que podem visitar as amenidades de forma rara ou frequente. Assim como a categoria anterior, possuem uma grande variação nas curvas de visitação ao longo do dia, compreendendo curvas de um pico, dois picos e uniformes. Seu propósito econômico é bem definido, sendo todos os usos de prestação de serviço.

Diferente da categoria anterior, alguns usos inseridos nessa categoria demandam uma programação e agendamento prévio, como é o caso dos consultórios médicos e de um salão

de beleza. A maioria dos usos também tende a ter maiores tempos de utilização, como os hospitais, os museus e galerias de arte, os hotéis e as lojas de reparo automotivo.

e) Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores

Essa categoria agrega usos com predomínio de trabalhadores e estudantes que visitam os estabelecimentos de modo diário ou frequente. Todos os usos estão em uma única curva de visitação ao longo do dia, marcadas por horas de utilização bem definidas com uso constante, coincidindo com horários t picos comerciais. A prestação de serviço também é uma condição comum entre todas as amenidades desta categoria.

Os usos são utilizados de forma programada e atraem pessoas que são diretamente relacionadas ao fim específico das atividades. Têm potencial de gerar dinâmicas sociais internas e, de forma indireta, tendem a contribuir com a intera o social nos espaços públicos nos horários de entrada e saída.

f) Habitação

Categoria marcada por uso exclusivo de habitação. Os usos possuem pred mio de residentes e são utilizados diariamente. Estão compreendidos em uma única curva de visitação, que estimamos de modo simplificado como sendo de uso uniforme durante todas as horas do dia. As residências não possuem qualquer tipo de atividade econômica, enquanto as casas de repouso são definidas pela prestação de serviço.

Os usos desta categoria tendem a gerar alta circulação de pessoas e não demandam nenhuma programação prévia para utilização.

g) Sem vida

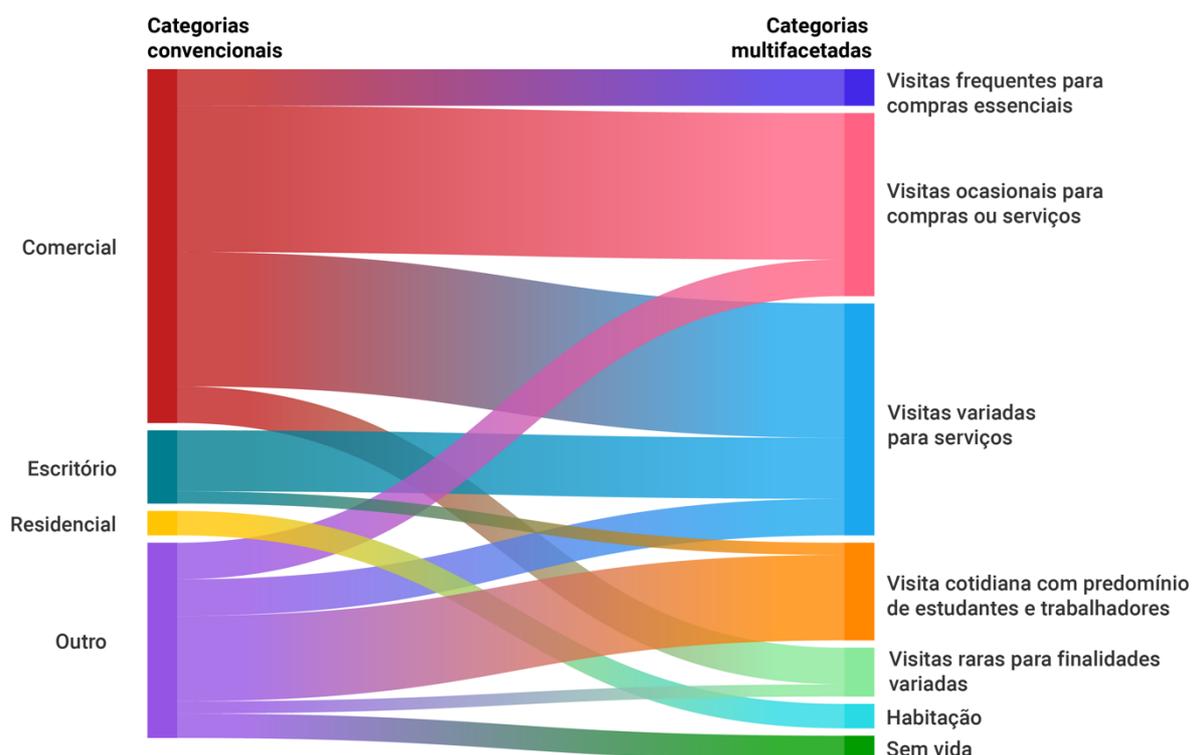
Os usos desta categoria se caracterizam por não ter nenhum comportamento próprio, sendo inertes. Não tendem a atrair qualquer tipo de público e são visitados muito raramente. Por serem usos vazios ou abandonados, não possuem qualquer tipo de curva de visitação ao longo do dia e não possuem qualquer tipo de transa o econômica ocorrendo no seu interior.

A riqueza de detalhes e peculiaridades existente em cada uma das categorias ressalta a simplificação das categorias baseadas puramente na função. A seguir, no item 5.1.4, vamos analisar em maior detalhe como as categorias propostas se relacionam às classes funcionais convencionalmente aplicadas na prática e pesquisa do planejamento urbano.

5.1.4. Comparação com categorias funcionais

Tendo um maior conhecimento a respeito das características das categorias multifacetadas fizemos um gráfico para ilustrar como é a correspondência entre as categorias funcionais e as categorias que estão sendo propostas neste estudo. A Figura 28 ilustra os resultados obtidos.

Figura 28. Correspondência entre a categorização funcional e multifacetada



Como podemos observar, a categoria funcional “Comercial” se divide em quatro das categorias multifacetadas. Relação parecida acontece com a categoria funcional “Outros”, que se divide em cinco, e categoria “Escritório”, que se divide em dois. A única semelhança

entre as duas formas de categorização é na categoria relacionada a habitação, que permanece a mesma.

Esse gráfico deixa ainda mais explícito como os usos inseridos nas categorias funcionais possuem comportamentos distintos. Apesar de serem convencionalmente agrupados pela função, não possuem dinâmicas similares, aqui refletidas pelas diferentes curvas de visitação ao longo do dia, frequências de utilização, tipo de público predominante e propósito econômico.

Dessa forma, com base nos problemas e limitações impostos pela categorização funcional, acreditamos que a categorização multifacetada gerada a partir da série de parâmetros relacionados a como os usos são utilizados e geram dinâmicas no espaço urbano tendem a explicar de forma mais precisa a associação com os deslocamentos a pé. Na sequência do trabalho passamos para a Fase 2 do trabalho e vamos explorar e investigar as diferenças dos dois tipos de categorização mais a fundo, seguindo os passos indicados no método (item 4.2).

5.2. Fase 2: Associação de categorias de usos do solo com os deslocamentos a pé

A Fase 2 deste estudo tem como objetivo investigar quais categorias de uso do solo estão mais associadas à caminhada utilitária a partir da residência de uma pessoa.

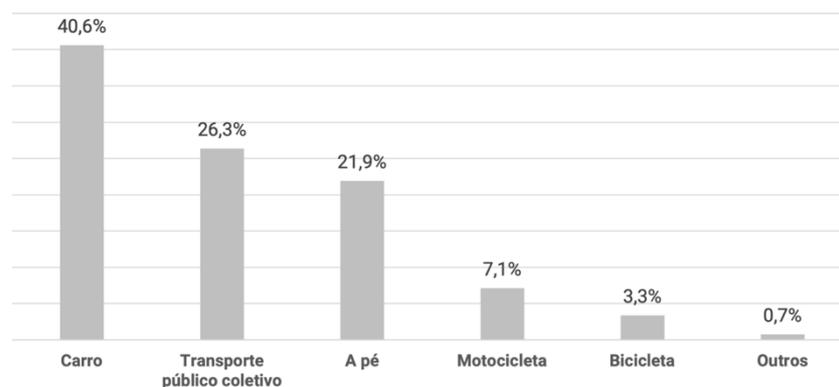
Dessa forma, com base no processamento e criação de variáveis descritos no item 4.2 do capítulo dos procedimentos metodológicos, a seguir serão feitas análises iniciais para compreender melhor o conjunto de dados que está sendo utilizado neste estudo e na sequência será analisada a associação entre o deslocamento a pé e as categorias multifacetadas e funcionais do uso do solo isoladamente (ou seja, fora dos índices de diversidade de usos do solo).

5.2.1. Análise exploratória: deslocamento a pé

Esta pesquisa tem como foco investigar os deslocamentos utilitário a pé a partir das residências nos municípios de Florianópolis e São José. Para compreender se os usos do solo podem levar as pessoas a caminhar, nas análises estatísticas também é importante considerar outros modos de transporte.

A Figura 29 ilustra o número de viagens por modo de transporte referente aos pontos coletados pelo Plamus (2015) para o recorte de análise. No total, são 7496 viagens, divididas em carro (40,6%), transporte público coletivo (26,3%), deslocamento a pé (21,9%), motocicleta (7,1%), bicicleta (3,3%) e outros (0,7%). Esses dados destacam a grande dependência que esses municípios têm no deslocamento por automóvel, seguindo a mesma tendência de outras cidades brasileiros do mesmo porte.

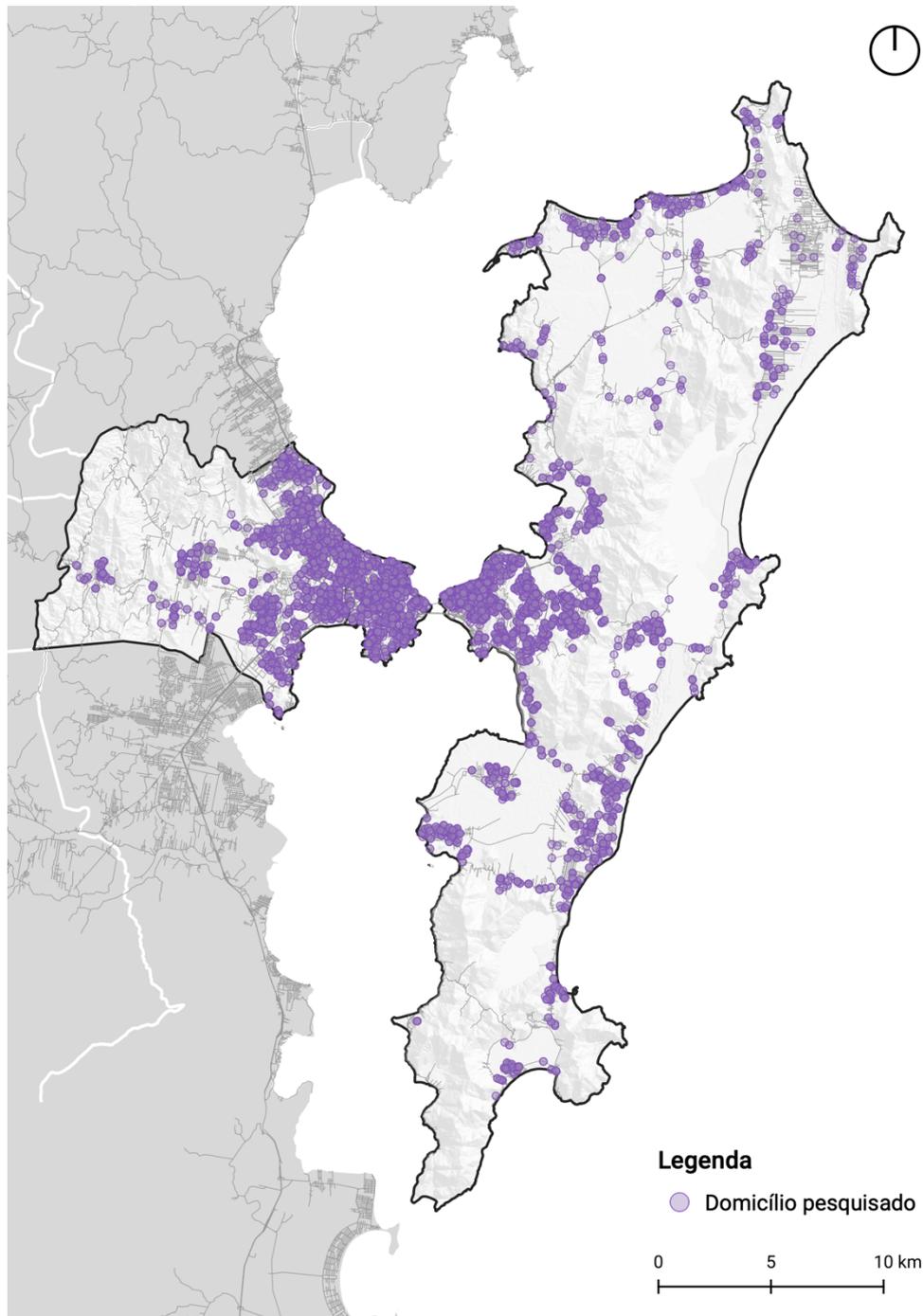
Figura 29. Número de viagens por modo de transporte para viagens originadas a partir das residências nos municípios de Florianópolis e São José.



Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do Plamus (2015).

Os pontos coletados pelo Plamus (2015) estão bem distribuídos pelo território (Figura 30). Podemos observar a maior concentração de domicílios pesquisados na parte mais densificada – como região central de Florianópolis e São José – e em menor número nas áreas mais afastadas – como Norte e Sul de Florianópolis e porção mais a Oeste de São José. Essa distribuição espacial é consequência do tipo de amostragem considerada para a condução da pesquisa, que levou em conta um número mínimo de domicílio por Macrozona, unidade espacial de análise adotada pelo Plamus (2015).

Figura 30. Domicílios pesquisados com origem a partir da residência nos municípios de Florianópolis e São José

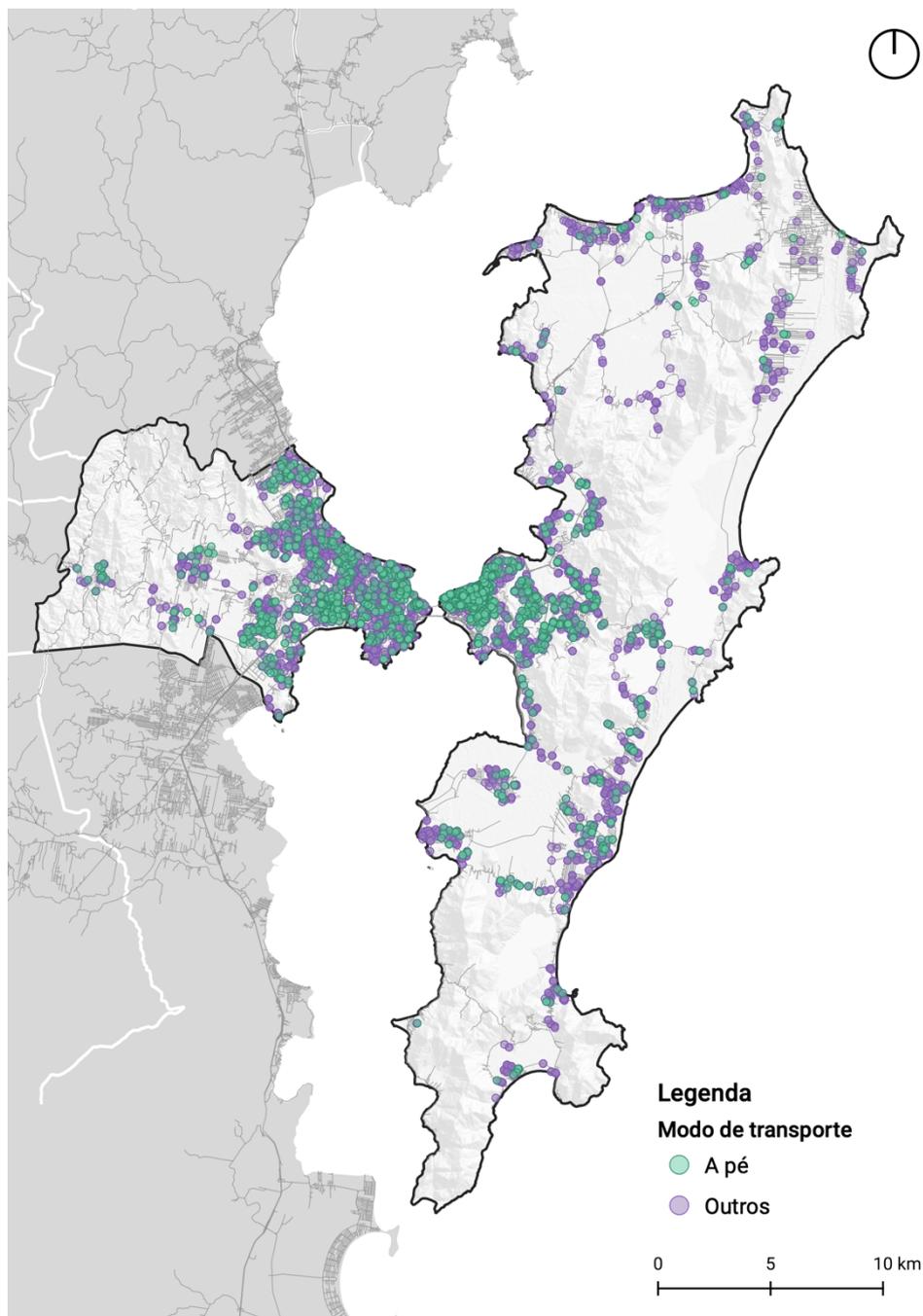


Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do Plamus (2015)

Na Figura 31 são ilustrados os domicílios com deslocamentos a pé em contraste com os domicílios que tiveram apenas deslocamentos por diferentes modos de transporte. Apesar

de serem em menor número, também é possível observar que estão distribuídos de forma equilibrada por toda a extensão do território.

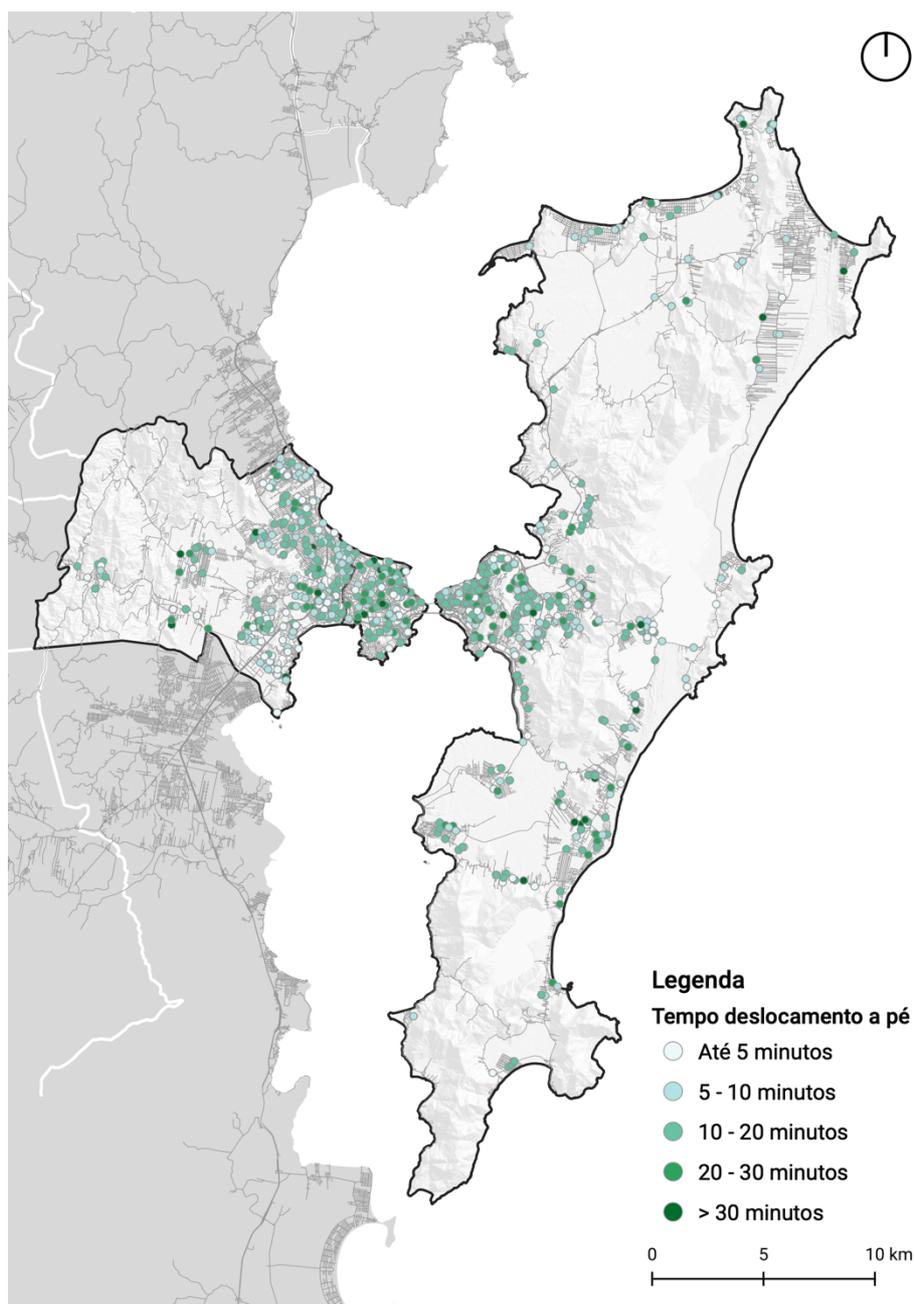
Figura 31. Contraste entre os domicílios com deslocamento a pé e deslocamentos por outros modos de transporte.



Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do Plamus (2015)

Quando analisado os tempos de deslocamento a pé em domicílio de Florianópolis e São José (Figura 32), podemos notar que há uma variação ao longo do território. Dessa forma, os tempos não se concentram em *clusters*, indicando que o padrão de deslocamento a pé sob o ponto de vista temporal não é o mesmo dentro das regiões.

Figura 32. Tempo de deslocamento a pé a partir dos domicílios em Florianópolis e São José

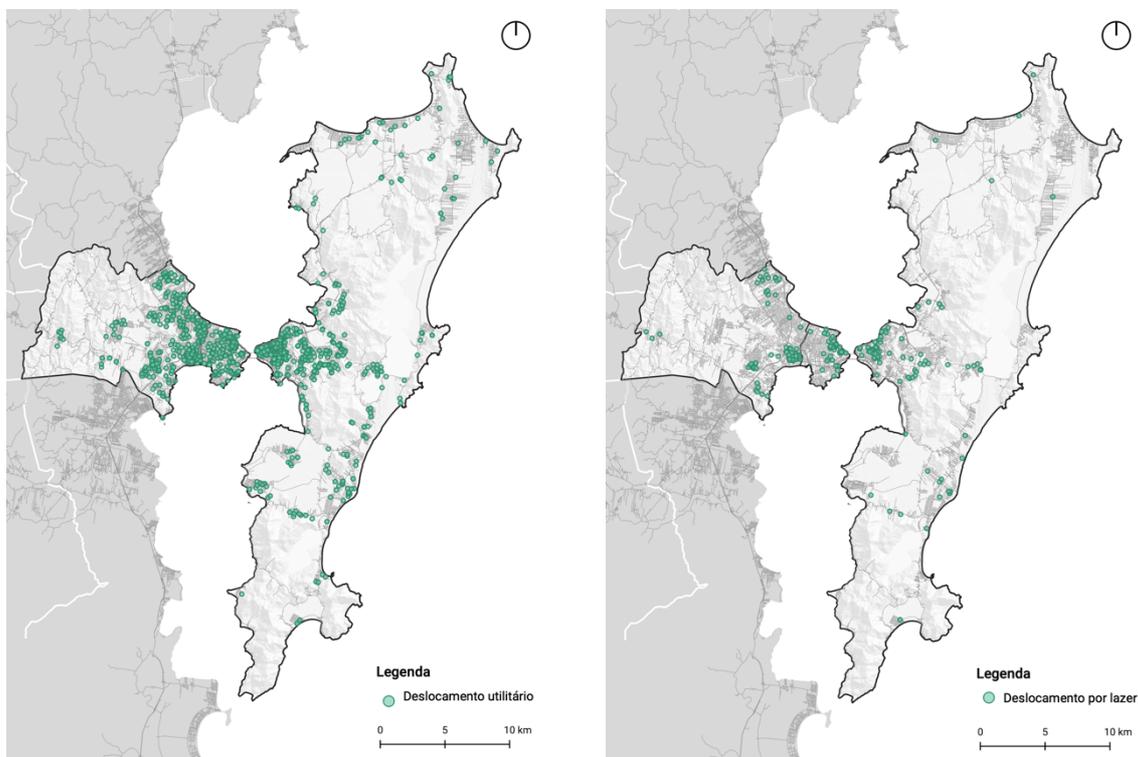


Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do Plamus (2015).

Apesar desta pesquisa ter como foco o estudo dos deslocamentos a pé por motivo utilitário, para efeito de análise, a Figura 33 traz um comparativo com a distribuição dos deslocamentos de lazer. Podemos observar que, diferente dos domicílios com caminhada com motivo utilitário, os de lazer tendem a estar mais localizados em pontos específicos do território – por exemplo, próximos às áreas centrais do município – que concentram maior oferta de espaços livres e outros tipos de infraestrutura de apoio que fomentam o deslocamento por esse motivo – e nas áreas mais próximas às praias – por exemplo, alguns pontos de Jurerê, Canasvieiras e Campeche.

A caminhada por motivo de lazer acontece em um número expressivamente menor do que as utilitárias, fato que possivelmente acontece devido ao questionário ter sido aplicado em dias de semana. Considerando o total, a caminhada a lazer representa apenas 13% das viagens, e a caminhada utilitária 87% das viagens (233 e 1436 viagens, respectivamente).

Figura 33. À esquerda, domicílios com deslocamento a pé utilitário. À direita, domicílios com deslocamento a pé de lazer.



Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do Plamus (2015)

5.2.2. Análise exploratória: uso do solo

Como estamos buscando compreender os efeitos que os usos do solo geram nos deslocamentos a pé, também é importante analisar a distribuição das diferentes categorias de uso pelo território. Dessa forma, por meio do processamento realizado no item 4.2.2, espacializamos as categorias nos centroides das faces de quadras. Na Figura 34 ilustramos o processo feito para as categorias multifacetadas, detalhadas no item 5.1. Importante ressaltar que todas as categorias estão ilustradas com o mesmo intervalo, ou seja, suas quantidades podem ser comparadas.

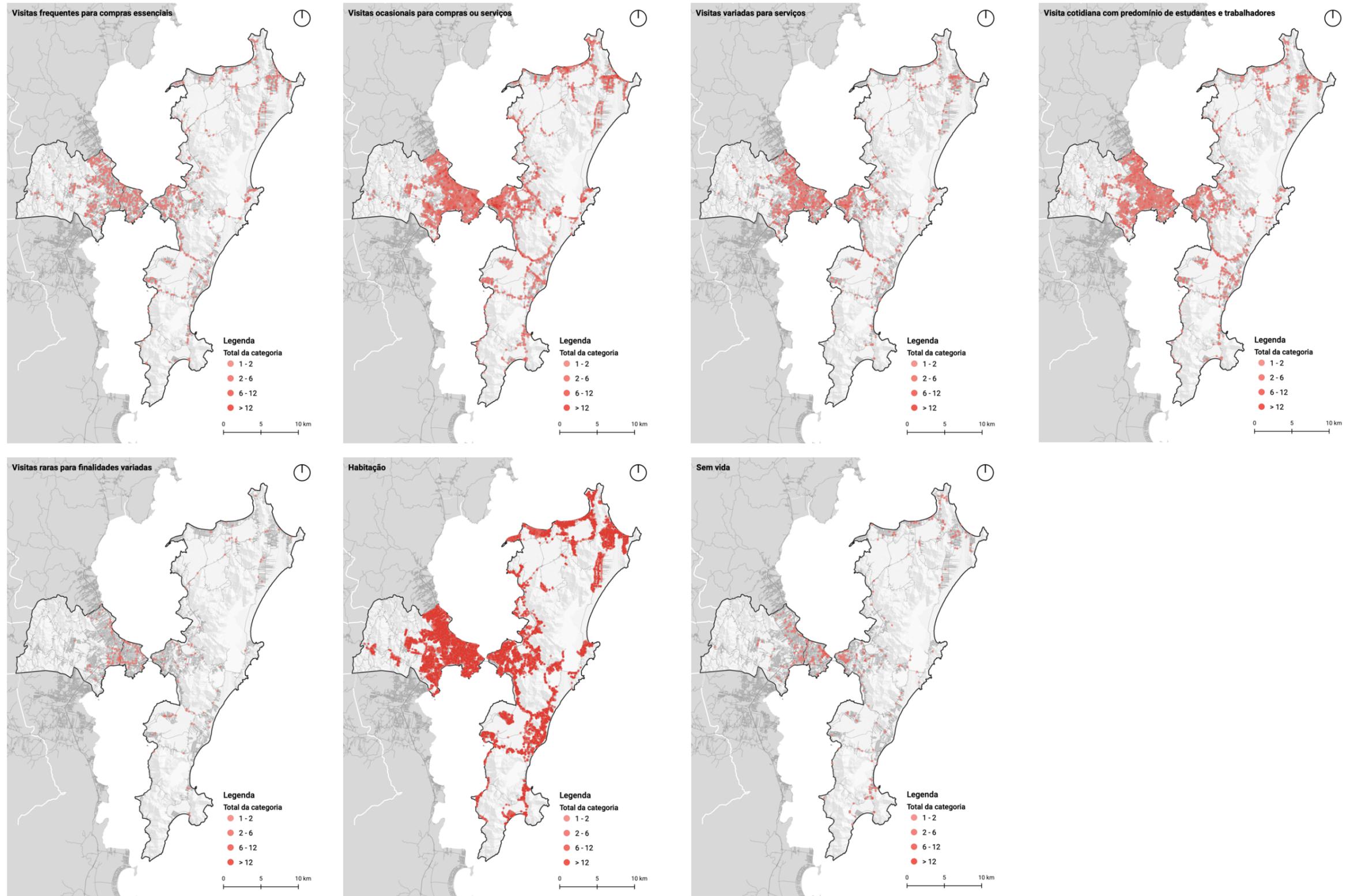
Dessa forma, quando analisamos as categorias multifacetadas, observamos que elas se distribuem de maneira diferente no território. A categoria "Visitas frequentes para compras essenciais", por exemplo, apresenta uma distribuição relativamente uniforme, com a prevalência de 2 ocorrências por centroide. Esse padrão de baixa concentração pode ser atribuído ao fato de que essa categoria engloba apenas três tipos de estabelecimentos (padarias, minimercados e supermercados).

A baixa concentração também se manifesta nas categorias "Visitas raras para finalidades variadas" e "Sem vida", mas neste caso com uma distribuição desigual no território. No caso da categoria "Visitas raras para finalidades variadas", percebemos uma concentração significativa ao longo de determinadas vias, como a Avenida Josué di Bernardi e a Avenida Marinheiro Max Schramm. Já a categoria "Sem vida" está associada a ruas com maior movimento de pessoas e mais vida urbana. A localização da categoria "Sem vida" é inusitada, já que os usos incluídos na categoria (vazios ou abandonados) tendem a desencorajar as interações sociais. Para compreender melhor os efeitos dessa dinâmica, uma análise mais detalhada será apresentada a seguir.

Por outro lado, as categorias "Visitas ocasionais para compras ou serviços", "Visitas variadas para serviços" e "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" exibem uma distribuição equilibrada pelo território e uma maior concentração, sendo que em alguns pontos, como o Centro de Florianópolis, há mais de 12 usos desses tipos. Ao contrário das categorias anteriores, essas abrigam uma quantidade significativa de tipos de usos, o que pode estar interferindo na maior intensidade.

A categoria “Habitação” se destaca pela sua alta intensidade e distribuição equilibrada pelo território. Isso se deve, naturalmente, ao fato de que a categoria engloba predominantemente residências

Figura 34. Distribuição das categorias multifacetadas por meio do centroide da face de quadra



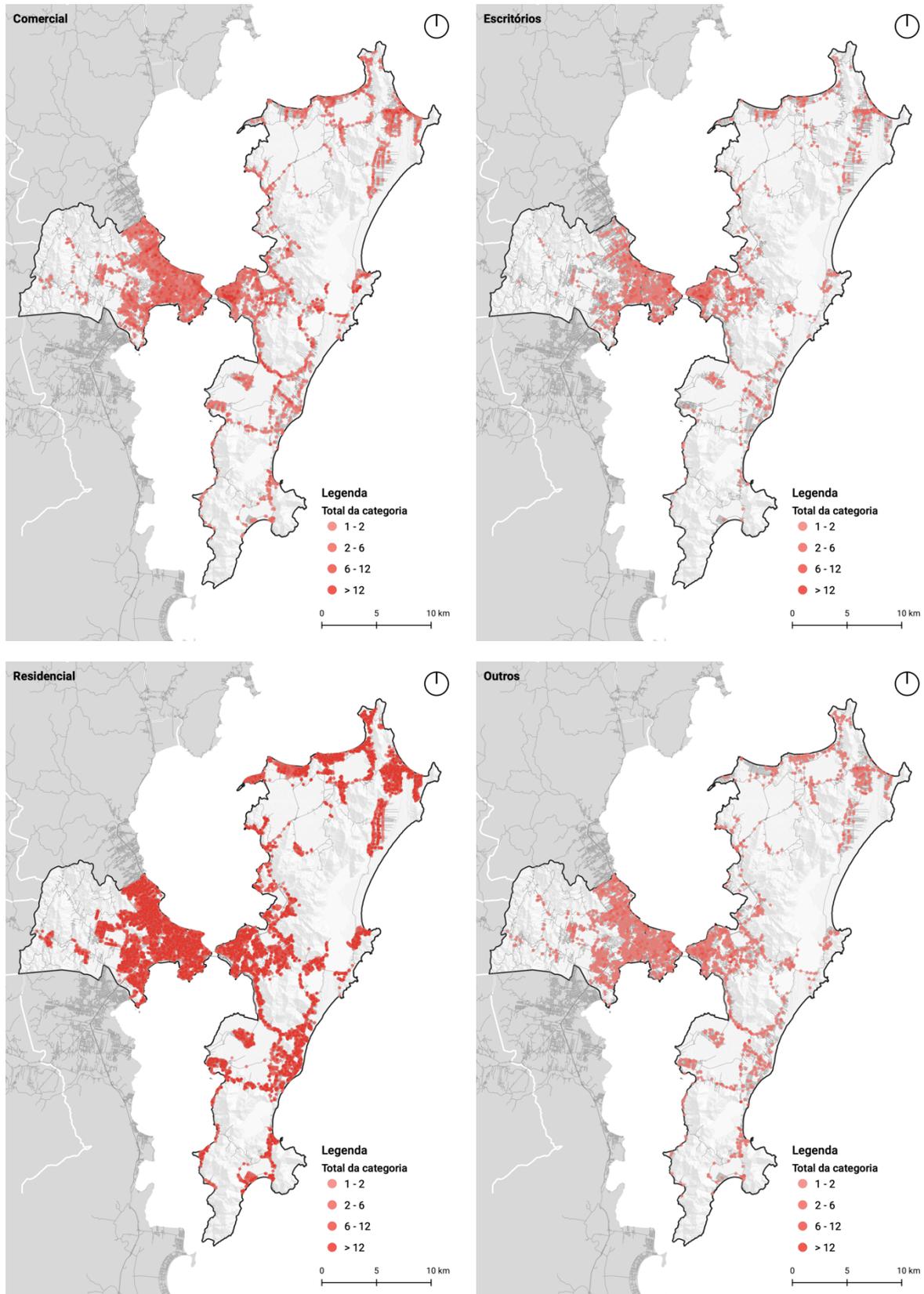
Fonte: Elaborado pela autora (2023) sobre dados do CNEFE (IBGE, 2010a).

Fizemos a mesma análise para a categorização funcional dos usos, revelando alguns aspectos interessantes. Primeiro, a categoria “Comercial” é bastante representativa e se concentra com maior intensidade em alguns pontos, como o Centro de Florianópolis. Além disso, sua presença é notável em centralidades de bairros, como na rua principal da Lagoa da Conceição e no centrinho dos Ingleses. Tal como observado nas categorias multifacetadas, essa alta representatividade é consequência da variedade de tipos de uso abrangidos pela categoria.

As categorias “Escritórios” e “Outros” têm um padrão muito semelhante, tanto na distribuição no território quanto na intensidade da quantidade de usos, que pode exceder 12 ocorrências em alguns casos. Essa espacialização ressalta o problema da categorização funcional, uma vez que mostra que a categoria “Outros” possui uma grande representatividade, mas pode estar considerando usos muito distintos. Isso pode gerar influência direta nas análises, uma vez que não se sabe ao certo o que está sendo avaliado.

Por fim, assim como na categorização multifacetada, o uso “Residencial” é o que tem maiores concentrações e distribuição equilibrada, uma vez que engloba todas as residências existentes nos dois municípios.

Figura 35. Distribuição das categorias funcionais por meio do centroide da face de quadra



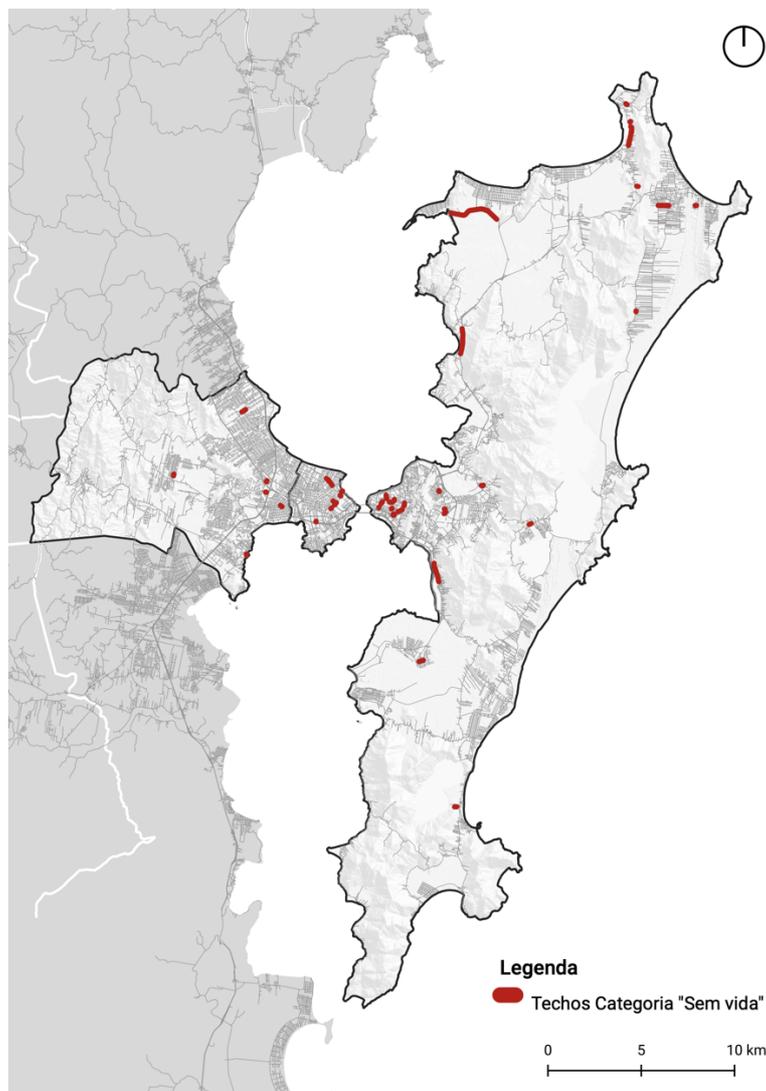
Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do CNEFE (IBGE, 2010a).

- *Análise da categoria "Sem vida"*

Realizamos uma análise detalhada da categoria "Sem vida" com o objetivo de aprofundar nossa compreensão a respeito de suas características e distribuição geográfica no território.

No total, a categoria "Sem vida" foi identificada em 444 centroides de faces de quadra, o que corresponde a 44,3% do total. Para investigar mais a fundo quais tipos de estabelecimentos estão incluídos na categoria, sorteamos uma amostra aleatória de 44 centroides de faces de quadra, o que equivale a 10% do total que contém a categoria "Sem vida". A Figura 36 ilustra os segmentos viários correspondentes aos centroides das faces de quadra selecionados na amostra.

Figura 36. Trechos selecionados para análise da categoria "Sem vida"



A partir da seleção dos trechos, conduzimos uma compilação dos estabelecimentos que se enquadram na categoria “Sem vida”, presentes em cada uma das 44 faces de quadra. É importante destacar que essa coleta de dados se baseou nas imagens do Google Street View de novembro de 2022, enquanto os usos originalmente catalogados no CNEFE foram disponibilizados em 2010. Portanto, existe uma diferença temporal entre as informações coletadas.

A partir da análise, pudemos constatar que em 68% dos trechos selecionados não foram mais encontrados estabelecimentos que se enquadram na categoria. No entanto, nos 32% restantes, nos quais essa categoria ainda estava presente, observamos que 64% correspondiam a lojas de varejo disponíveis para aluguel, enquanto os outros 36% eram lotes vazios.

Esses dados sugerem que a categoria “Sem vida” geralmente abriga usos com um alto potencial de renovação, caracterizado principalmente pela ocupação dos estabelecimentos que eram vazios e presença significativa de estabelecimentos para aluguel. Isso pode, em parte, explicar sua concentração em áreas de grande movimentação de pessoas.

Tendo em vista seu alto potencial de renovação, acreditamos que a categoria “Sem vida” pode acabar se transformando de maneira rápida em qualquer uma das outras categorias de usos consideradas na análise. Por esse motivo, decidimos não considerar essa categoria nas demais etapas das análises.

5.2.3. Análise exploratória: variáveis de controle

Além de investigar os dados de deslocamento e de uso do solo, é fundamental compreender as outras variáveis que podem influenciar a associação da variável dependente e independente.

Nas análises estatísticas que serão realizadas na sequência do estudo foram consideradas duas variáveis configuracionais da sintaxe espacial, a Integração Global e a Escolha local

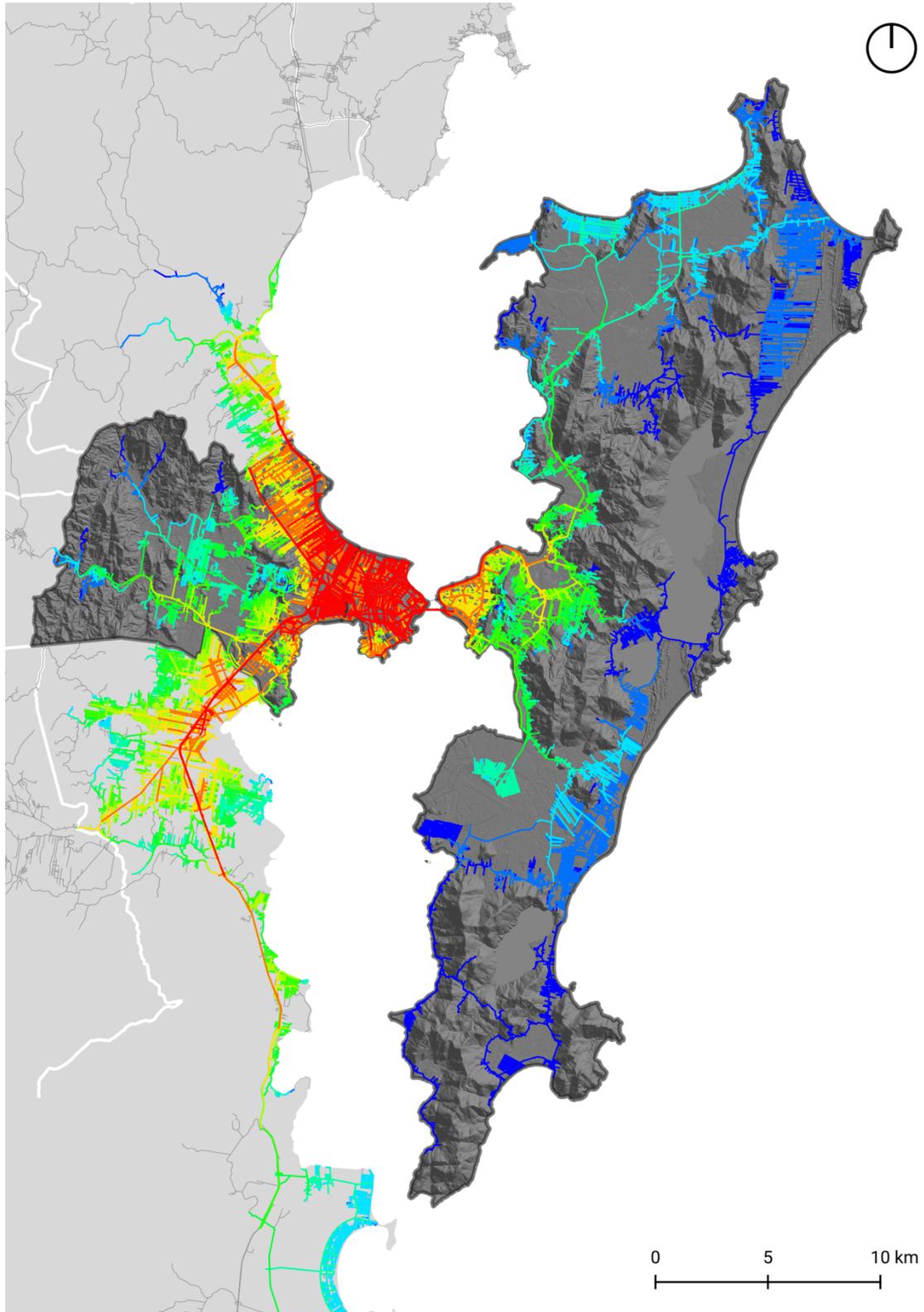
com raio de 1.200 metros. As duas medidas são associadas a ruas com mais vida urbana (Hillier, 2009).

A primeira delas é a Integração Global, ilustrada na Figura 37. Essa medida controla a posição do domicílio em relação à cidade como um todo, e como podemos observar, ela é muito importante uma vez que há diferenças consideráveis no recorte em análise. A porção continental compreendida por parte de Florianópolis e parte de São José é onde podem ser encontrados os maiores valores de integração, indicados em vermelho. Ou seja, a medida indica que esses locais são mais acessíveis (no sentido de ter maior proximidade) em relação às demais vias do recorte. Em outros trechos, há uma alta segregação, indicada no mapa em azul. Isso é mais evidente nas bordas do tecido urbano, principalmente em locais mais afastados de Florianópolis. Isso indica que esses locais são mais difíceis de serem acessados em relação ao conjunto de vias.

A segunda medida da sintaxe espacial que consideramos na análise é a Escolha Local com raio de 1.200 metros. Essa medida indica o potencial da via servir de rota para diferentes destinos na escala do bairro. Na Figura 38, se destacam vias nas áreas centrais de Florianópolis, na porção central do continente e ainda algumas vias importantes em bairros menos integrados.

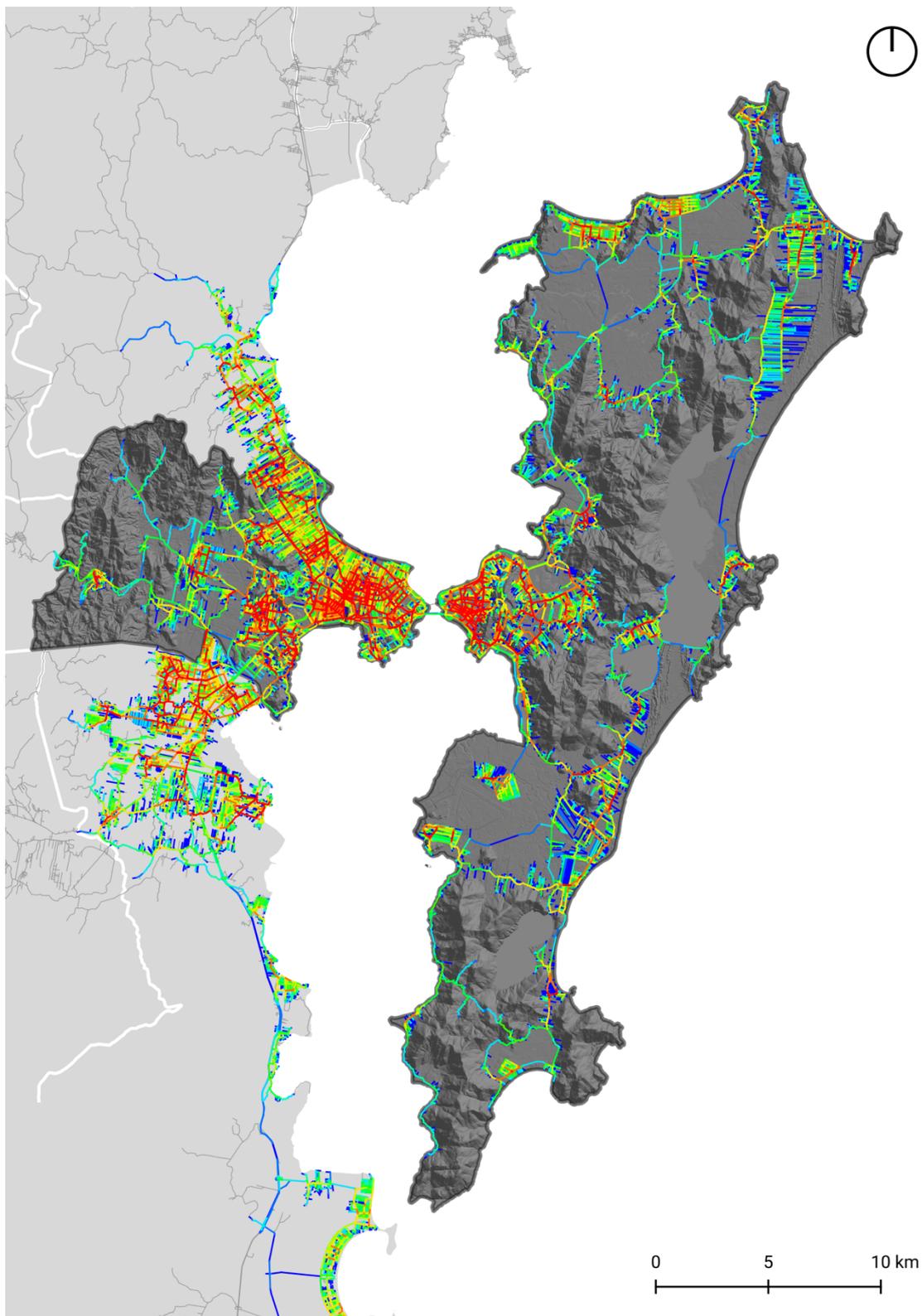
Outra variável importante que pode influenciar os deslocamentos e a distribuição dos usos do solo é a densidade residencial. A Figura 39 ilustra a distribuição da variável no território levando em conta a relação entre o número de endereços residenciais e área de abrangência dos domicílios, considerando o raio de 400m pela rede viária. Podemos observar uma maior concentração populacional na porção central de Florianópolis e no bairro Kobrasol, em São José.

Figura 37. Medida configuracional de Integração Global no recorte de análise



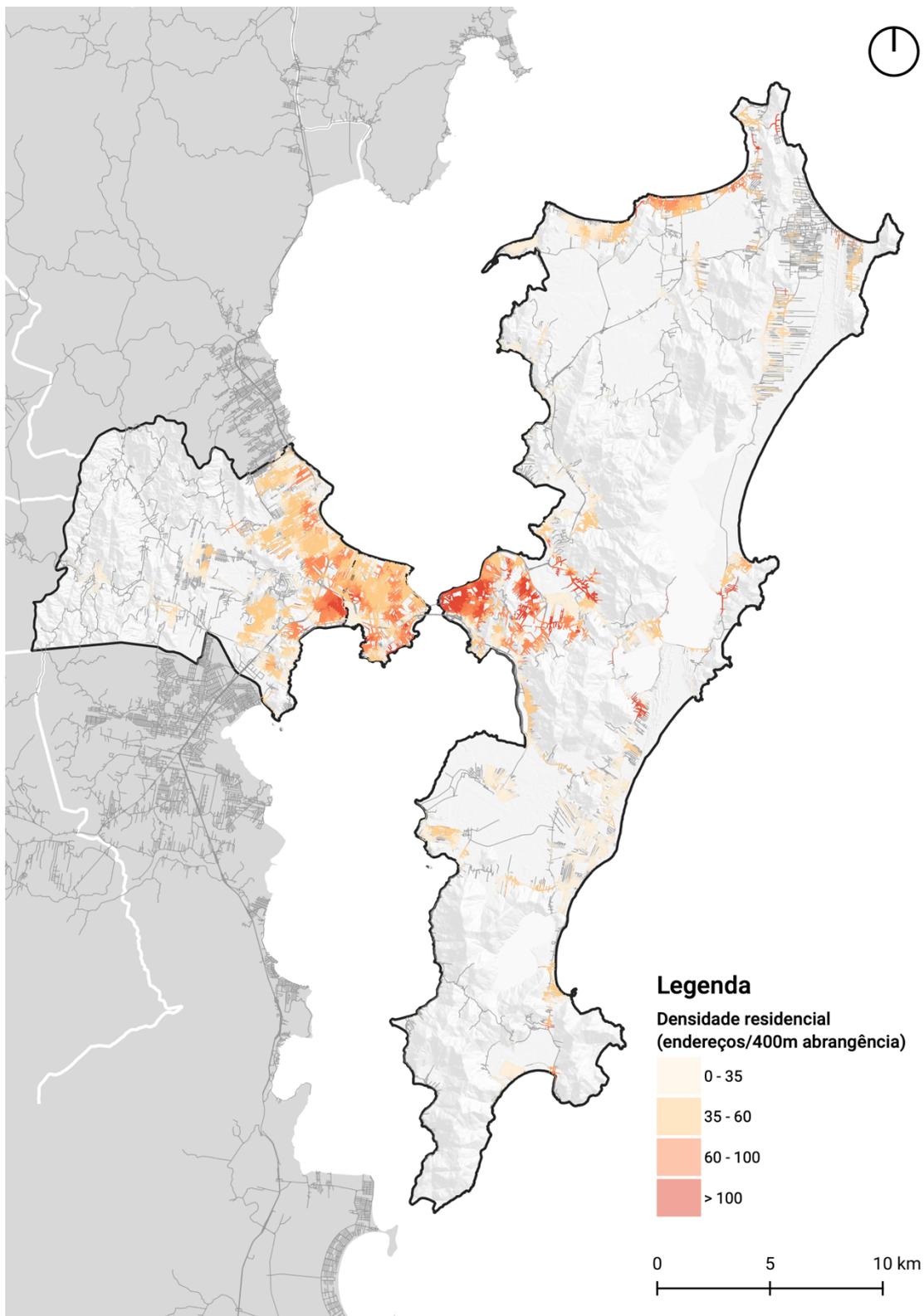
Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Infoarq (2017)

Figura 38. Medida configuracional de Escolha Local com raio de 1.200 metros no recorte de análise



Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Infoarq (2017)

Figura 39. Densidade residencial de acordo com as áreas de abrangência dentro do recorte de análise



Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do CNEFE (2010a).

Além das variáveis relacionadas ao ambiente construído, também consideramos medidas de controle diretamente relacionadas às características das pessoas que realizaram as viagens, coletados na pesquisa do Plamus (2015). Esses aspectos foram incluídos no estudo devido ao potencial impacto que têm na forma como as pessoas se deslocam dentro das cidades.

Os gráficos na Figura 40 ilustram esses aspectos, enquanto na Figura 41 – Figura 43, apresentamos a distribuição territorial de alguns desses dados. Podemos observar que a pesquisa contou com uma participação significativa de mulheres (58,7%) e concentrou respondentes da faixa etária de 30 a 59 anos (44,6%).

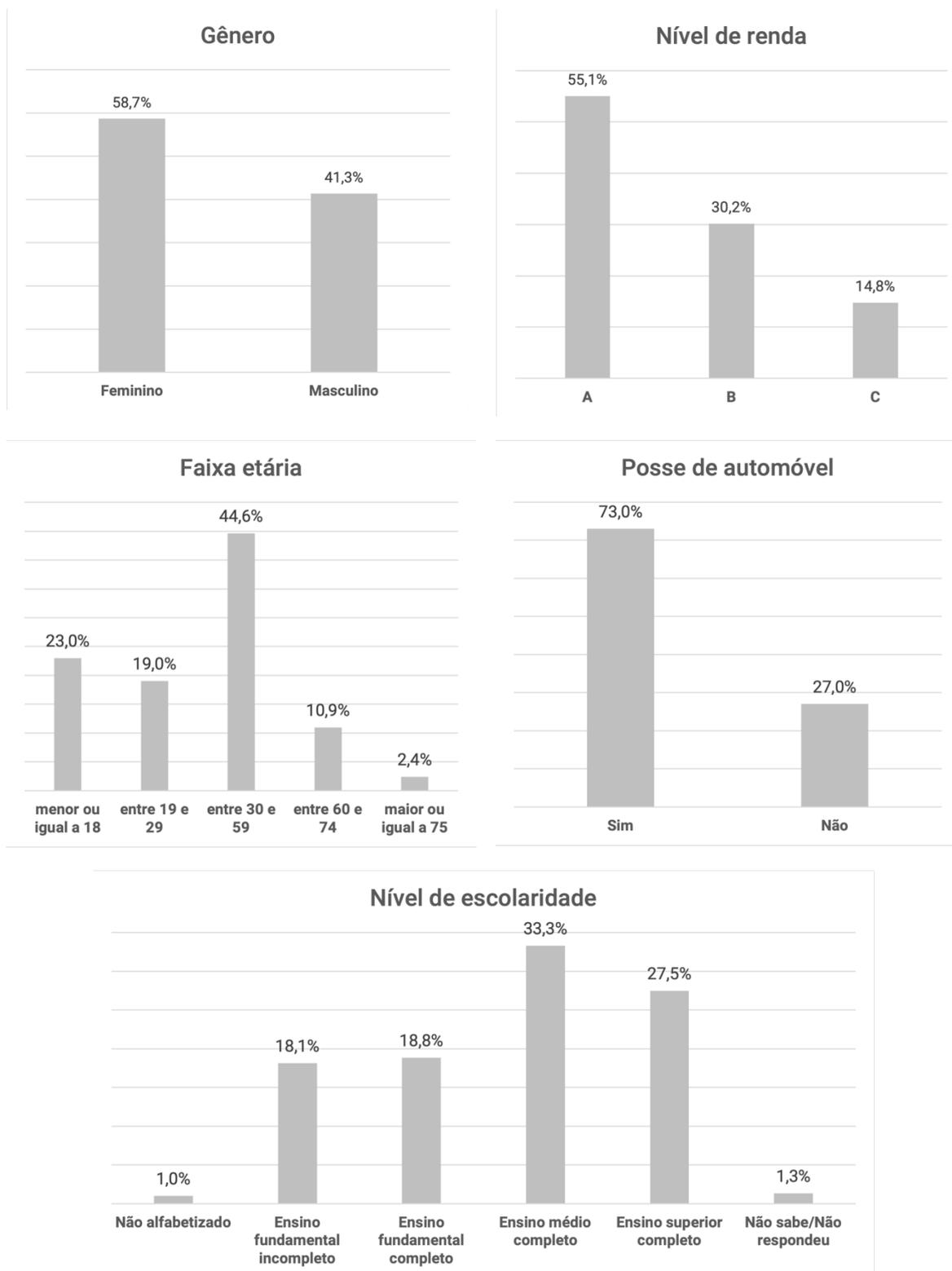
A maioria dos entrevistados pertence à faixa de renda A (55,1%), correspondente a até 2 salários mínimos. Ao analisar o mapa com a espacialização dessa variável (Figura 41), observamos que as diferentes classes de renda estão distribuídas de maneira equilibrada pelo território, sem concentrações específicas em determinadas regiões.

A escolaridade dos entrevistados é bastante diversificada, embora 60% das viagens totais tenham sido realizadas por pessoas com ensino médio completo (33,3%) e ensino superior completo (27,5%). A distribuição da escolaridade também varia consideravelmente no território, não indicando áreas predominantemente de um único nível de estudo (Figura 42).

No que diz respeito à posse de veículos nos domicílios entrevistados, a maioria deles possui ao menos um veículo (73%). No entanto, ao contrário dos casos anteriores, observamos uma predominância de domicílios com veículos na área central de Florianópolis e na região central do continente próxima à BR-101 (Figura 43). Domicílios sem a presença de automóveis estão mais dispersos, com apenas um ponto de concentração nas proximidades da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

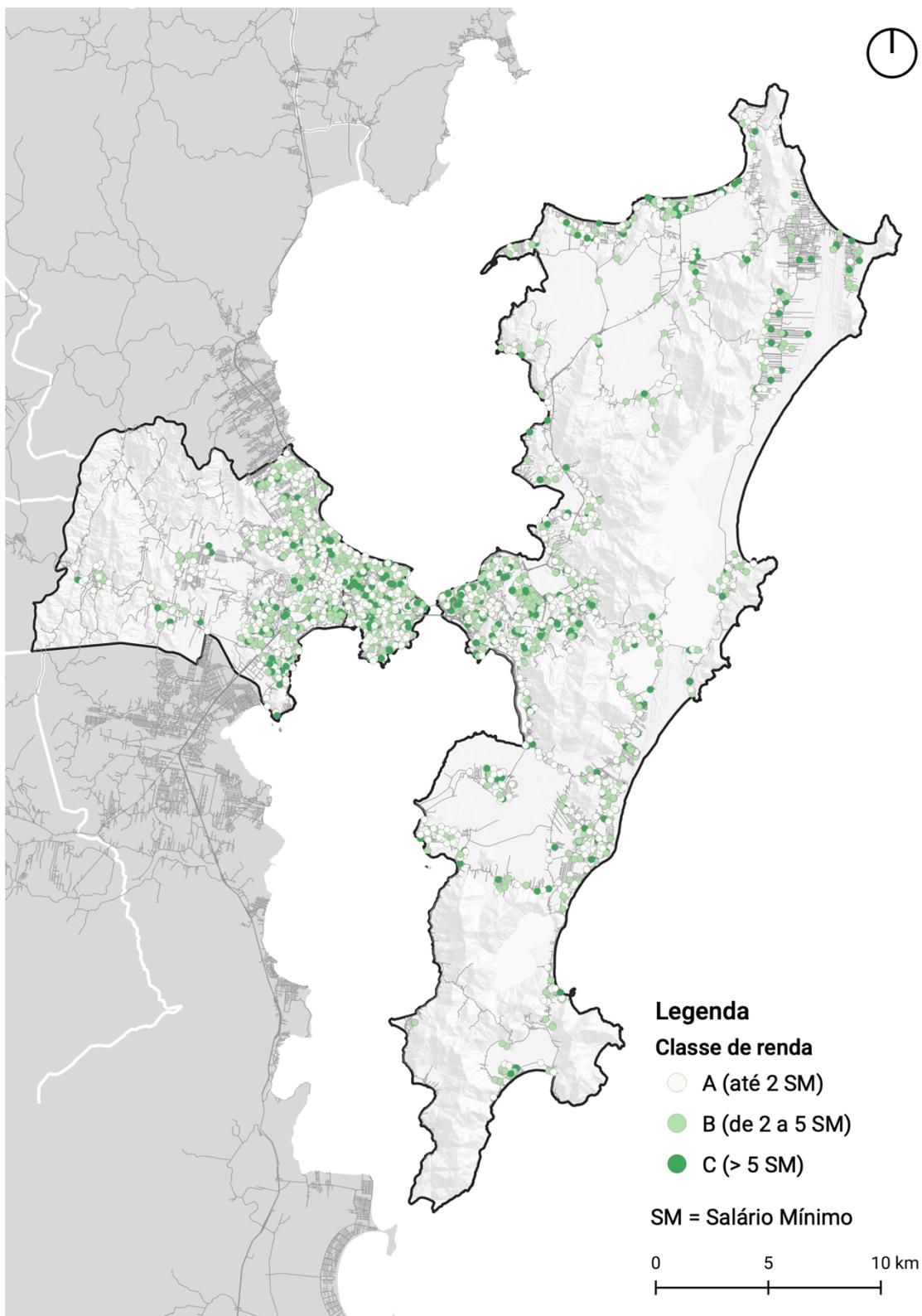
A análise dos dados de controle evidencia a grande variação existente nesses aspectos, o que reforça a importância dessas variáveis serem consideradas nos modelos estatísticos. A desconsideração desses fatores pode gerar resultados frágeis e imprecisos, uma vez que não consideram elementos que podem influenciar diretamente na associação do deslocamento a pé com o uso do solo.

Figura 40. Variáveis de controle relacionadas aos participantes da pesquisa Plamus (2015)



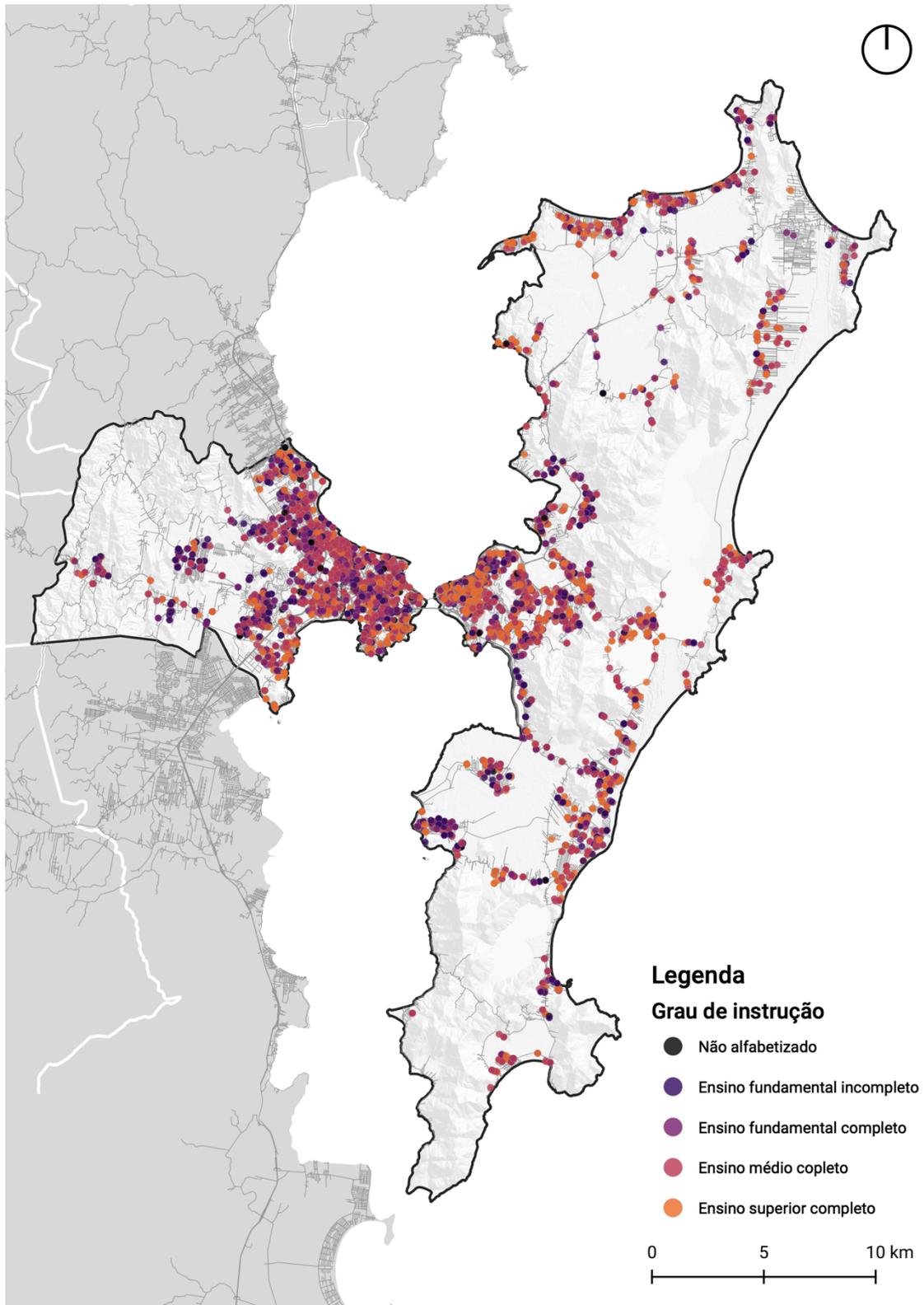
Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Plamus (2015).

Figura 41. Classes de renda para os domicílios coletados dentro do recorte de análise



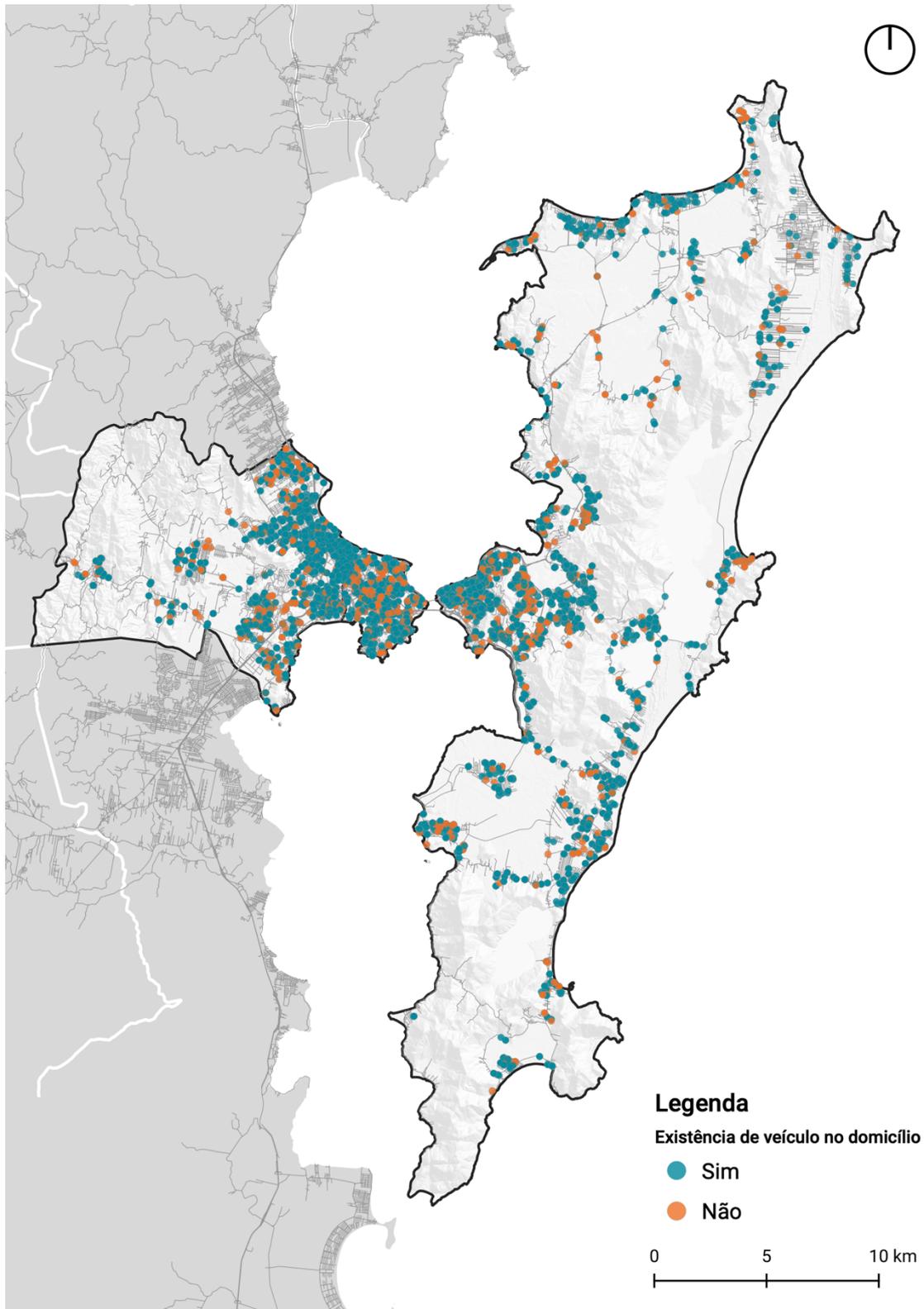
Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Plamus (2015).

Figura 42. Grau de instrução dos participantes entrevistados dentro do recorte de análise



Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Plamus (2015).

Figura 43. Posse de veículo dos domicílios coletados dentro do recorte de análise



Fonte: Elaborado pela autora sobre dados do Plamus (2015).

5.2.4. Matriz de correlação

Antes de iniciar a construção dos modelos estatísticos de regressão logística, é fundamental compreender as interações entre as variáveis envolvidas. Para isso, realizamos uma análise de correlação de Pearson de algumas das variáveis independentes para a posterior construção do modelo. Essa matriz nada mais é do que uma tabela que mostra a relação entre as variáveis. Os valores de correlação podem variar de -1 a 1, sendo que valores próximos aos extremos indicam relações fortes, sejam positivas ou negativas. Para efeitos de análise, aqui consideraremos como alta correlação índices iguais ou maiores que 0,8. Neste contexto, alta correlação positiva significa que, em média, valores altos de presença de uma categoria de uso do solo estão associados a valores também altos de presença da outra categoria nas áreas ao redor das residências dos participantes da amostra. Inversamente, correlações negativas indicam associação inversa, ou seja, alta presença de uma categoria está associada a baixa presença da outra categoria.

Iniciamos as análises com as categorias multifacetadas desenvolvidas na Fase 1 (item 4.1). A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação para a área de abrangência de 400 metros. Notamos uma correlação significativa entre a categoria "Visitas ocasionais para compras ou serviços" (lojas de varejo, bancos, barbearias, lanchonetes, etc.), e a categoria "Visitas variadas para serviços" (consultórios médicos, hotéis, academias, estações de transporte, etc.). Da mesma forma, existe uma forte correlação entre a categoria "Visitas variadas para serviços" e a categoria "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" (escolas, escritórios, etc.).

Na Tabela 3, que representa o anel concêntrico de 400-800 metros, observamos um maior número de categorias correlacionadas. Além das mencionadas anteriormente, aqui surge uma correlação forte entre o uso de "Habitação" e "Visitas variadas para serviços". Na Tabela 4, correspondente ao intervalo de 800-1.200m, a tendência à correlação entre as categorias se intensifica ainda mais. A maior diferença está na categoria "Habitação", que passa a apresentar uma correlação mais robusta com praticamente todas as categorias, com exceção das classes "Visitas raras para finalidades variadas" (garagem de automóveis, ferro velho, cemitérios, etc.) e "Sem vida" (abandonados ou sem uso). A alta correlação com essa

categoria reforça a importância de sua inclusão como uma variável de controle nos modelos estatísticos que serão apresentados na sequência.

Por fim, no anel de 1.200-1.600 metros (Tabela 5), a alta correlação entre as categorias permanece, mas, diferente do cenário anterior, a categoria "Habitação" não mantém uma relação tão intensa com a categoria "Visitas ocasionais para compras ou serviços". Uma novidade neste caso é a associação que aparece entre as categorias "Visitas variadas para serviços" e "Visitas frequentes para compras essenciais" (padaria, minimercado e supermercado). Com isso, com exceção da categoria "Visitas raras para finalidades variadas", a categoria "Visitas variadas para serviços" está correlacionada com todas as outras, até mesmo com a categoria "Sem vida".

Com base nesses dados, podemos concluir que a categoria "Visitas variadas para serviços" é aquela que demonstra a maior tendência a se correlacionar com outras categorias. Isso é mais sutil na área de influência de 400 metros, mas se intensifica à medida que aumentam os intervalos de distância dos anéis concêntricos. Além disso, exceto pela correlação entre a categoria "Sem vida" e "Habitação" no anel concêntrico de 1.200-1.600 metros, é notável que as categorias "Visitas raras para finalidades variadas" e "Sem vida" não apresentam correlações significativas com outras categorias. Isso sugere que elas têm um comportamento independente e não tendem a aumentar ou diminuir em conjunto com as outras.

Os dados também indicam que nenhuma das categorias possui correlação com a medida de diversidade. Ou seja, o aumento na quantidade de qualquer uma das categorias não está associado ao aumento da diversidade. Esse resultado já era esperado, uma vez que a medida de diversidade considerada nas análises (entropia) captura a uniformidade dos usos do solo, portanto, não demonstra ganho com a maior concentração de uma categoria específica. No entanto, incluímos essa variável na matriz de correlação porque ela também está relacionada aos usos do solo, logo é importante conhecer seu comportamento.

Diante desta análise das classes multifacetadas, concluímos que, em maior ou menor grau, há uma alta correlação entre algumas das categorias que perpassa todos os anéis concêntricos. Por conta disso, na próxima etapa deste estudo, que busca investigar a

associação de cada categoria com o deslocamento a pé, teremos que criar modelos individuais para cada uma das classes, uma vez que uma categoria poderia mascarar ou distorcer os efeitos das outras. Isso permitirá uma análise mais precisa e realista dos usos em relação ao deslocamento a pé.

Tabela 2. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 400 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS MULTIFACETADAS (400 metros)</i>		TOTAL DE USOS							Entropia 400m
		Visitas frequentes para compras essenciais	Visitas ocasionais para compras ou serviços	Visitas variadas para serviços	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	Visitas raras para finalidades variadas	Habitação	Sem vida	
TOTAL DE USOS	Visitas frequentes para compras essenciais	1,000	0,623	0,625	0,677	0,156	0,480	0,503	0,455
	visitas ocasionais para compras ou serviços	0,623	1,000	0,899	0,790	0,207	0,570	0,677	0,516
	Visitas variadas para serviços	0,625	0,899	1,000	0,868	0,279	0,674	0,714	0,524
	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	0,677	0,790	0,868	1,000	0,301	0,586	0,648	0,581
	Visitas raras para finalidades variadas	0,156	0,207	0,279	0,301	1,000	0,219	0,245	0,271
	Habitação	0,480	0,570	0,674	0,586	0,219	1,000	0,350	0,046
	Sem vida	0,503	0,677	0,714	0,648	0,245	0,350	1,000	0,474
	Entropia 400m	0,455	0,516	0,524	0,581	0,271	0,046	0,474	1,000

Tabela 3. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 400-800 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS MULTIFACETADAS (400 - 800 metros)</i>		TOTAL DE USOS							Entropia 800m
		Visitas frequentes para compras essenciais	Visitas ocasionais para compras ou serviços	Visitas variadas para serviços	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	Visitas raras para finalidades variadas	Habitação	Sem vida	
TOTAL DE USOS	Visitas frequentes para compras essenciais	1,000	0,643	0,714	0,797	0,315	0,666	0,536	0,502
	visitas ocasionais para compras ou serviços	0,643	1,000	0,909	0,773	0,285	0,739	0,646	0,559
	Visitas variadas para serviços	0,714	0,909	1,000	0,881	0,387	0,852	0,728	0,561
	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	0,797	0,773	0,881	1,000	0,438	0,784	0,697	0,612
	Visitas raras para finalidades variadas	0,315	0,285	0,387	0,438	1,000	0,437	0,270	0,283
	Habitação	0,666	0,739	0,852	0,784	0,437	1,000	0,492	0,290
	Sem vida	0,536	0,646	0,728	0,697	0,270	0,492	1,000	0,539
	Entropia 800m	0,502	0,559	0,561	0,612	0,283	0,290	0,539	1,000

Tabela 4. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 800-1.200 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS MULTIFACETADAS (800 - 1.200 metros)</i>		TOTAL DE USOS							Entropia 1200m
		Visitas frequentes para compras essenciais	Visitas ocasionais para compras ou serviços	Visitas variadas para serviços	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	Visitas raras para finalidades variadas	Habitação	Sem vida	
TOTAL DE USOS	Visitas frequentes para compras essenciais	1,000	0,667	0,797	0,864	0,406	0,824	0,679	0,554
	Visitas ocasionais para compras ou serviços	0,667	1,000	0,903	0,731	0,239	0,804	0,703	0,548
	Visitas variadas para serviços	0,797	0,903	1,000	0,877	0,386	0,912	0,798	0,599
	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	0,864	0,731	0,877	1,000	0,512	0,876	0,709	0,615
	Visitas raras para finalidades variadas	0,406	0,239	0,386	0,512	1,000	0,460	0,245	0,269
	Habitação	0,824	0,804	0,912	0,876	0,460	1,000	0,659	0,446
	Sem vida	0,679	0,703	0,798	0,709	0,245	0,659	1,000	0,549
	Entropia 1200m	0,554	0,548	0,599	0,615	0,269	0,446	0,549	1,000

Tabela 5. Matriz de correlação das categorias multifacetadas para a área de abrangência de 1.200-1.600 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS MULTIFACETADAS (1.200 - 1.600 metros)</i>		TOTAL DE USOS							Entropia 1600m
		Visitas frequentes para compras essenciais	Visitas ocasionais para compras ou serviços	Visitas variadas para serviços	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	Visitas raras para finalidades variadas	Habitação	Sem vida	
TOTAL DE USOS	Visitas frequentes para compras essenciais	1,000	0,683	0,830	0,881	0,480	0,839	0,735	0,520
	Visitas ocasionais para compras ou serviços	0,683	1,000	0,872	0,673	0,203	0,713	0,726	0,564
	Visitas variadas para serviços	0,830	0,872	1,000	0,866	0,450	0,883	0,823	0,610
	Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	0,881	0,673	0,866	1,000	0,572	0,850	0,691	0,593
	Visitas raras para finalidades variadas	0,480	0,203	0,450	0,572	1,000	0,481	0,284	0,264
	Habitação	0,839	0,713	0,883	0,850	0,481	1,000	0,680	0,492
	Sem vida	0,735	0,726	0,823	0,691	0,284	0,680	1,000	0,510
	Entropia 1600m	0,520	0,564	0,610	0,593	0,264	0,492	0,510	1,000

Também foram feitas matrizes de correlação para a categorização funcional. Ao examinarmos a Tabela 6, referente aos 400 metros, é notável uma correlação robusta entre as categorias "Comercial," "Escritórios" e "Outros". Essa tendência se repete na Tabela 7, que abrange a faixa de 400-800 metros. Esses dados indicam que, quando a quantidade de usos de uma dessas categorias aumenta, as outras também tendem a aumentar.

Nas Tabela 8 e Tabela 9, correspondentes às faixas de 800-1.200 metros e 1.200-1.600 metros, as mesmas correlações se mantêm. No entanto, nesses casos, surge também uma correlação significativa com a categoria "Residencial". A exceção a essa tendência é a relação entre "Escritório" e o uso "Residencial," que mantém uma correlação menos expressiva.

Assim como na análise das categorias multifacetadas, em nenhuma das áreas de influência identificamos uma correlação entre uma categoria e a medida de diversidade de usos. Isso também já era esperado, pelos mesmos motivos expressos anteriormente.

Esses dados também reforçam a importância da construção de modelos individuais para cada classe. Essa abordagem evita possíveis distorções causadas por outras categorias e, assim, permite análises mais precisas.

Tabela 6. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 400 metros

MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS FUNCIONAIS (400 metros)		TOTAL DE USOS				Entropia 400m
		Comercial	Escritório	Residencial	Outros	
TOTAL DE USOS	Comercial	1,000	0,869	0,610	0,898	0,585
	Escritório	0,869	1,000	0,621	0,860	0,506
	Residencial	0,610	0,621	1,000	0,585	0,076
	Outros	0,898	0,860	0,585	1,000	0,605
	Entropia 400m	0,585	0,506	0,076	0,605	1,000

Tabela 7. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 400-800 metros

MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS FUNCIONAIS (400 - 800 metros)		TOTAL DE USOS				Entropia 800m
		Comercial	Escritório	Residencial	Outros	
TOTAL DE USOS	Comercial	1,000	0,913	0,798	0,918	0,637
	Escritório	0,913	1,000	0,774	0,892	0,573
	Residencial	0,798	0,774	1,000	0,799	0,328
	Outros	0,918	0,892	0,799	1,000	0,656
	Entropia 800m	0,637	0,573	0,328	0,656	1,000

Tabela 8. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 800-1.200 metros

MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS FUNCIONAIS (800 - 1.200 metros)		TOTAL DE USOS				Entropia 1200m
		Comercial	Escritório	Residencial	Outros	
TOTAL DE USOS	Comercial	1,000	0,904	0,822	0,911	0,644
	Escritório	0,904	1,000	0,753	0,835	0,626
	Residencial	0,822	0,753	1,000	0,890	0,523
	Outros	0,911	0,835	0,890	1,000	0,640
	Entropia 1200m	0,644	0,626	0,523	0,640	1,000

Tabela 9. Matriz de correlação das categorias funcionais para a área de abrangência de 1.200-1.600 metros

MATRIZ DE CORRELAÇÃO: CATEGORIAS FUNCIONAIS (1.200 - 1.600 metros)		TOTAL DE USOS				Entropia 1600m
		Comercial	Escritório	Residencial	Outros	
TOTAL DE USOS	Comercial	1,000	0,904	0,822	0,911	0,644
	Escritório	0,904	1,000	0,753	0,835	0,626
	Residencial	0,822	0,753	1,000	0,890	0,523
	Outros	0,911	0,835	0,890	1,000	0,640
Entropia 1600m		0,644	0,626	0,523	0,640	1,000

5.2.5. Regressão logística

Nesta seção exploramos os resultados obtidos ao associar as categorias de usos com a caminhada utilitária. Conforme discutido no tópico anterior, optamos por desenvolver um modelo para cada categoria multifacetada e funcional, a fim de evitar interferências de outras classes nas análises. Nos modelos utilizamos dois tipos de variáveis de uso do solo: uma para identificar o efeito da presença da categoria e outra para examinar o efeito do aumento da quantidade da categoria. Também criamos modelos específicos para cada área de influência, a fim de investigar o impacto do uso em diferentes intervalos de distância. Foram consideradas em nossos modelos algumas medidas de controle, conforme detalhado no item 4.2.4.

A Tabela 10 sintetiza os resultados obtidos na análise de regressão logística.

- *Efeitos da existência das categorias multifacetadas*

Primeiramente, vamos examinar os resultados obtidos ao investigar a variável relacionada à existência do uso para as categorias multifacetadas. Não identificamos nenhuma associação significativa com a caminhada utilitária (andou ou não andou no dia anterior à aplicação do questionário) na área de influência de 400 metros. No entanto, no anel concêntrico de 400-800 metros, notamos uma relação significativa com a categoria "Visitas frequentes para compras essenciais" (padarias, minimercados e supermercados) e "Visitas ocasionais para compras ou serviços" (lojas de varejo, bancos, barbearias, lanchonetes, etc.). Essas associações indicam que a existência dessas categorias diminui a chance da realização de caminhada utilitária em 28% e 37% respectivamente. Nos demais anéis concêntricos, não encontramos nenhuma associação significativa com nenhuma das categorias.

O que chama atenção nesses resultados é o tipo de associação encontrada no intervalo de 400-800 metros. Os usos compreendidos nessas categorias são caracterizados por receberem visitas frequentes ou ocasionais e atrair público externo. Dado que são atividades cotidianas para as pessoas, a associação negativa é inusitada.

Esses resultados podem indicar uma limitação na própria medida considerada para a análise do uso do solo. Tendo em vista que ela apenas indica a presença ou não do uso dentro da área de abrangência, é uma variável muito simples.

- *Efeitos da existência das categorias funcionais*

Ao analisarmos a mesma variável de uso do solo em relação às categorias funcionais, é possível observar que, dentro de uma área de influência de 400 metros, existe apenas relação significativa com a categoria "Outros". Essa associação sugere que a presença dessa categoria reduz em 32% a chance de ocorrer caminhada utilitária. Essa mesma relação se mantém para o intervalo de distância de 400-800 metros. Também observamos uma relação semelhante com a categoria "Comercial", indicando que a existência dessa categoria diminui em 44% a chance de caminhada utilitária. Nos demais intervalos, não foram encontradas associações significativas.

Assim como na análise dos usos multifacetadas, alguns pontos chamam a atenção nos resultados. Até uma distância de 800 metros, a categoria "Outros" tende a reduzir as chances de caminhada. No entanto, apesar de sabermos que essa categoria não engloba nenhum uso inserido nas categorias "Comercial", "Escritório" ou "Residencial", é difícil identificar exatamente quais são as características e dinâmicas geradas pelos usos contidos nessa categoria. Dessa forma, se torna um desafio interpretar o que esse resultado realmente representa.

Outro ponto de destaque é a redução das chances de caminhada na presença da categoria "Comercial", o que seria o contrário do previsto. Uma possível explicação para esse resultado pode estar relacionada à presença de uma variedade considerável de usos com comportamentos e dinâmicas distintas dentro dessa categoria funcional. Outra possibilidade seria, semelhante àquela mencionada ao analisar os usos multifacetadas, que os resultados trazem à tona uma limitação na própria medida utilizada para analisar o uso do solo.

- *Efeitos da quantidade das categorias multifacetadas*

Quando analisamos os usos sob as perspectivas de suas quantidades dentro das áreas de abrangência, percebemos uma mudança considerável nos resultados. Dentro do intervalo de 400 metros, observamos que as categorias multifacetadas têm uma variedade de tipos de associações com os deslocamentos a pé. Todas as categorias são estatisticamente significativas, mas a presença em maior quantidade das categorias "Visitas ocasionais para compras ou serviços", "Visitas variadas para serviços", "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" e "Habitação" aumenta a chance de ocorrer caminhadas utilitárias. Por outro lado, a maior presença das categorias "Visitas frequentes para compras essenciais" e "Visitas raras para finalidades variadas" reduz as chances de caminhadas utilitárias.

Essas mesmas relações se mantêm para o anel concêntrico de 400-800 metros. No entanto, neste caso, a categoria "Visitas frequentes para compras essenciais" não apresenta significância estatística. O mesmo se repete no intervalo de 800-1.200 metros. Para as distâncias entre 1.200-1.600 metros, as categorias "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" e "Habitação" também perdem significância estatística. As demais categorias continuam mantendo o tipo de associação.

Dessa forma, podemos concluir a partir desses resultados que, em todos os intervalos de distância, a maior quantidade de três categorias - "Visitas ocasionais para compras ou serviços" e "Visitas variadas para serviços" aumentaram a chance de realização da caminhada utilitária. A categoria "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" e "Habitação" seguem a mesma tendência, exceto no intervalo de 1.200-1.600 metros, onde a relação não é estatisticamente significativa. Esses resultados são interessantes porque essas categorias compreendem usos que têm potencial de criar dinâmicas que mantêm uma maior vivacidade nos espaços urbanos, logo faz sentido a sua maior intensidade estar associada a uma maior chance de caminhar a pé.

Por outro lado, observamos uma relação inversa com a categoria "Visitas raras para finalidades variadas", que demonstrou que, com o aumento de sua quantidade, as chances de caminhar a pé são reduzidas em todos os intervalos de distância. Esses resultados também são interessantes, pois os usos incluídos nessa categoria geralmente são inóspitos

aos pedestres, já que são usos raramente visitadas e com baixa rotatividade de público externo.

- *Efeitos da quantidade das categorias funcionais*

Do ponto de vista das categorias funcionais, podemos observar que os padrões de associação são praticamente iguais para todas as categorias. Os resultados indicam que, em todos os intervalos de distância, um aumento na quantidade de qualquer uma das categorias tende a aumentar a chance de realizar deslocamentos a pé por motivos utilitários. A única exceção a esse resultado é a associação com a categoria "Residencial" e "Outros" no intervalo de 1.200-1.600 metros, onde não encontramos uma significância estatística.

Esse resultado ajuda a evidenciar as limitações inerentes à categorização funcional. Devido ao fato de que essas classes englobam uma ampla variedade de usos, cada um com suas próprias características e dinâmicas, determinadas nuances não são capturadas. Isso acaba dificultando a identificação das associações reais com os deslocamentos a pé.

Tabela 10. Resultados dos modelos de regressão logística para a associação das categorias de usos com o deslocamento a pé utilitário

<i>EXISTÊNCIA DO USO</i>	400m*			400 - 800m*			800 - 1.200m*			1.200 - 1.600m*		
	<i>RC</i>	<i>IC</i>	<i>p-valor</i>	<i>RC</i>	<i>IC</i>	<i>p-valor</i>	<i>RC</i>	<i>IC</i>	<i>p-valor</i>	<i>RC</i>	<i>IC</i>	<i>p-valor</i>
Visitas frequentes para compras essenciais	1,05	0,86 - 1,27	0,654	0,72	0,57 - 0,92	0,008	1	0,75 - 1,35	0,984	0,95	0,72 - 1,29	0,745
Visitas ocasionais para compras ou serviços	1,01	0,72 - 1,44	0,965	0,63	0,43 - 0,96	0,025	0,76	0,44 - 1,40	0,343	2,24	1,06 - 5,51	0,052
Visitas variadas para serviços	1,14	0,81 - 1,63	0,457	1,04	0,69 - 1,61	0,856	0,88	0,51 - 1,65	0,672	1,01	0,59 - 1,84	0,965
Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	0,88	0,69 - 1,13	0,321	0,83	0,60 - 1,18	0,288	0,95	0,64 - 1,44	0,792	1,24	0,84 - 1,89	0,295
Visitas raras para finalidades variadas	0,93	0,81 - 1,06	0,269	1,08	0,94 - 1,24	0,287	1,09	0,94 - 1,26	0,272	0,98	0,84 - 1,14	0,807
Habitação	0,87	0,52 - 1,55	0,617	0,89	0,54 - 1,54	0,665	0,68	0,35 - 1,45	0,277	1,91	0,77 - 5,83	0,202
Comercial	1,18	0,78 - 1,85	0,439	0,56	0,38 - 0,86	0,006	0,68	0,38 - 1,34	0,236	2,32	1,05 - 6,17	0,059
Escritório	1,13	0,91 - 1,41	0,267	1,09	0,82 - 1,47	0,545	0,82	0,60 - 1,15	0,243	0,79	0,59 - 1,08	0,127
Residencial	0,84	0,50 - 1,49	0,53	0,86	0,53 - 1,49	0,578	0,69	0,36 - 1,48	0,303	1,91	0,78 - 5,74	0,196
Outros	0,68	0,51 - 0,90	0,006	0,55	0,39 - 0,79	0,001	0,78	0,50 - 1,29	0,311	1,63	0,93 - 3,11	0,108
<i>TOTAL DO USO</i>												
Visitas frequentes para compras essenciais	0,89	0,83 - 0,96	0,003	1,03	0,96 - 1,11	0,437	1	0,93 - 1,08	0,968	1,04	0,97 - 1,12	0,229
Visitas ocasionais para compras ou serviços	1,14	1,07 - 1,22	<0,001	1,17	1,09 - 1,27	<0,001	1,34	1,24 - 1,46	<0,001	1,25	1,15 - 1,35	<0,001
Visitas variadas para serviços	1,31	1,21 - 1,41	<0,001	1,36	1,25 - 1,48	<0,001	1,28	1,17 - 1,40	<0,001	1,11	1,02 - 1,21	0,011
Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores	1,14	1,06 - 1,23	0,001	1,19	1,10 - 1,30	<0,001	1,09	1,01 - 1,19	0,033	1,01	0,93 - 1,09	0,862
Visitas raras para finalidades variadas	0,92	0,86 - 0,98	0,015	0,92	0,87 - 0,98	0,014	0,94	0,88 - 1,00	0,045	0,91	0,85 - 0,97	0,004
Habitação	1,32	1,22 - 1,43	<0,001	1,29	1,19 - 1,39	<0,001	1,19	1,10 - 1,29	<0,001	1,05	0,97 - 1,13	0,255
Comercial	1,09	1,01 - 1,18	0,021	1,14	1,05 - 1,25	0,002	1,26	1,16 - 1,38	<0,001	1,14	1,05 - 1,24	0,002
Escritório	1,36	1,26 - 1,46	<0,001	1,36	1,25 - 1,48	<0,001	1,35	1,24 - 1,48	<0,001	1,2	1,11 - 1,31	<0,001
Residencial	1,31	1,21 - 1,42	<0,001	1,27	1,17 - 1,38	<0,001	1,17	1,08 - 1,27	<0,001	1,03	0,95 - 1,11	0,518
Outros	1,15	1,06 - 1,24	0,001	1,26	1,14 - 1,38	<0,001	1,19	1,09 - 1,30	<0,001	1,05	0,97 - 1,14	0,217

Nota: RC – Razão de Chance | IC – Intervalo de confiança | p-valor – teste de significância da hipótese nula.

* Variáveis de controle: gênero, faixa etária, nível de renda, nível educacional, posse de veículo, densidade residencial, integração global, escolha local r1.200m e diversidade (entropia)

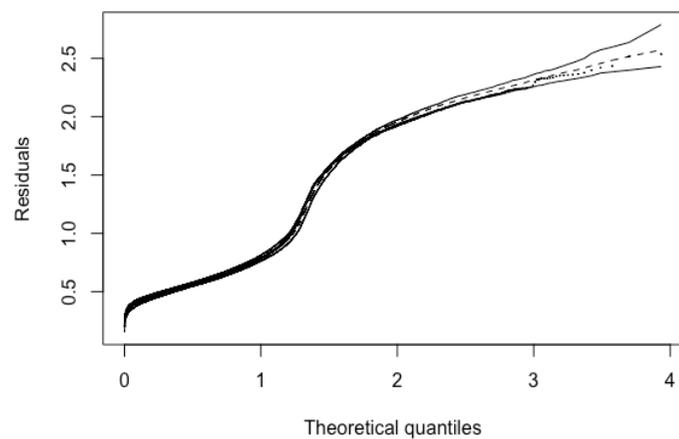
Para validar os modelos fizemos um diagnóstico dos resíduos. Fizemos a primeira análise por meio de um gráfico que representa um envelope de simulação para modelos ajustados. Alguns exemplos estão ilustrados na Figura 44. Nesses gráficos, a linha preta que fica no meio da imagem deve estar dentro do envelope, representado pelas demais linhas pretas da extremidade. Conforme podemos observar, não há saídas desses limites, o que indica que os modelos estão adequados.

Outra questão que avaliamos foi a distribuição espacial dos resíduos (Figura 45), que permitiu identificar se existe autocorrelação espacial dos dados. É importante considerar esse aspecto porque quando há autocorrelação espacial nos resíduos é possível que o modelo não tenha considerado adequadamente a estrutura dos dados, e isso pode levar a estimativas enviesadas e intervalos de confiança incorretos. Uma distribuição adequada deve distribuir de forma equilibrada os resíduos pelos pontos, não concentrando grupos na mesma área.

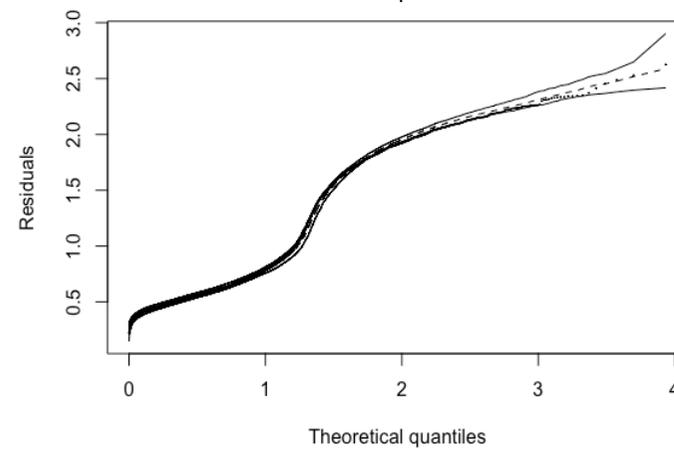
Pelos mapas apresentados, podemos observar que os modelos apresentaram uma distribuição dos resíduos bastante similar. Os pontos de variadas cores indicam que os resíduos estão distribuídos de forma aleatória pelo espaço, não formando nenhum cluster. Isso indica que não há nenhum fator espacial interferindo nos resultados dos modelos, logo mostra que os modelos estão adequados.

Figura 44. Exemplo de gráficos de adequação do modelo de regressão logística

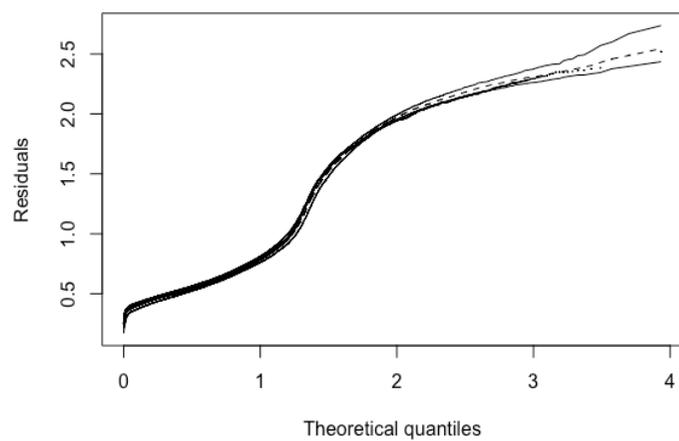
Modelo: Existência da categoria "Visitas frequentes para compras essenciais"
Área de influência: 400-800 metros



Modelo: Existência da categoria "Comercial"
Área de influência: 400-800 metros



Modelo: Quantidade da categoria "Visitas variadas para serviços"
Área de influência: 400-800 metros



Modelo: Quantidade da categoria "Outros"
Área de influência: 400-800 metros

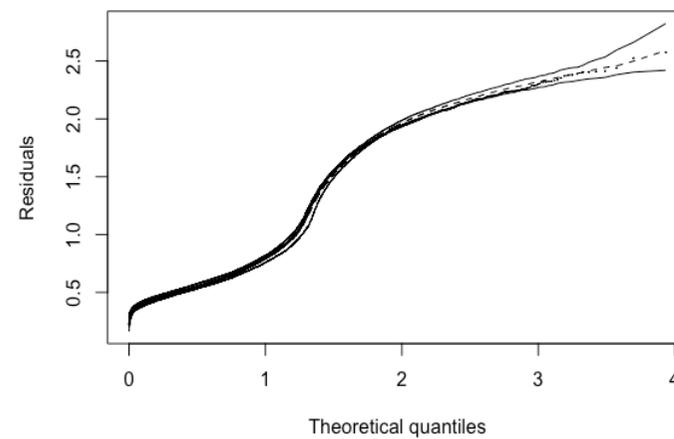
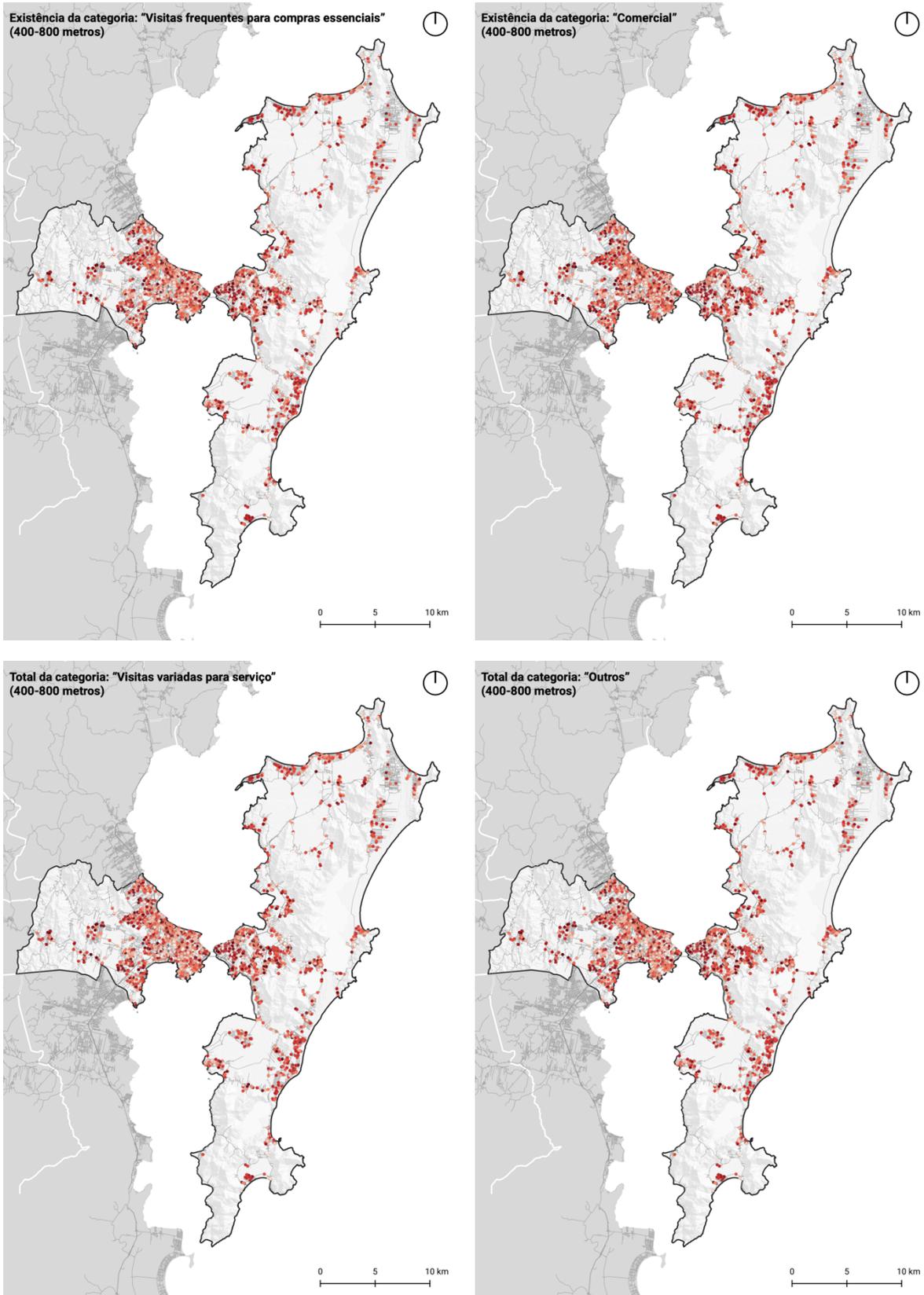


Figura 45. Exemplo de mapa de distribuição dos resíduos para quatro modelos de regressão elaborados na Fase 2



5.3. Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé

A Fase 3 deste estudo tem como objetivo investigar a associação existente entre a diversidade de usos e a caminhada utilitária a partir da residência. Para isso, serão consideradas variações nas medidas de diversidade processadas a partir da categorização multifacetada – desenvolvida na Fase 1 – e funcional. Dessa forma, será possível analisar qual das categorizações explica de forma mais adequada e precisa a chance de uma pessoa se deslocar a pé de forma utilitária a partir da residência.

5.3.1. Análise exploratória: diversidade de usos

Da mesma forma que na fase anterior, iniciamos nossa análise buscando compreender o comportamento da diversidade de usos no espaço. Para isso, considerando o índice de entropia, elaboramos mapas que ilustram as variações da medida para os diferentes tipos de classificação na área de abrangência de 400 metros. Os valores foram atribuídos aos domicílios coletados na pesquisa do Plamus (2015). Não apresentamos a espacialização das medidas para as demais áreas de influência, já que tiveram comportamento bastante semelhante ao do buffer de 400 metros.

Como podemos observar na Figura 46, há uma discreta diferença gráfica entre as medidas. Alguns pontos merecem destaque em todos os mapas, como a maior concentração de diversidade no centro insular de Florianópolis e em algumas áreas da porção continental, como na Avenida Marinheiro Max Schramm. De modo geral, há uma maior intensidade de diversidade de usos do solo quando as categorias funcionais são representadas, seja considerando a medida processada de forma tradicional ou ponderada. Isso sugere que a medida de entropia, ao levar em conta a categorização funcional, indica uma maior diversidade de usos em diversos trechos do território, ou seja, pode estar superestimando-a. Por outro lado, a categorização multifacetada é mais sutil, indicando um menor número de pontos com alta diversidade.

O mesmo fenômeno se repete quando consideramos apenas as 4 categorias multifacetadas de interesse processadas a partir da medida de entropia tradicional (Figura 47). A

distribuição espacial da variável segue um comportamento semelhante aos exemplos da figura anterior, com menor intensidade em alguns pontos.

As ilustrações apresentadas neste tópico indicam, de modo geral, que a entropia identifica locais que já seriam previamente apontados como possuindo uma maior diversidade, independente do tipo de categorização de usos adotada. Nas próximas etapas do estudo, iremos explorar sua relação com o deslocamento a pé, com o objetivo de compreender qual categorização é mais adequada para explicar o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

Figura 46. Diversidade de usos de acordo com o tipo de categorização e medida de entropia para a área de influência de 400 metros.

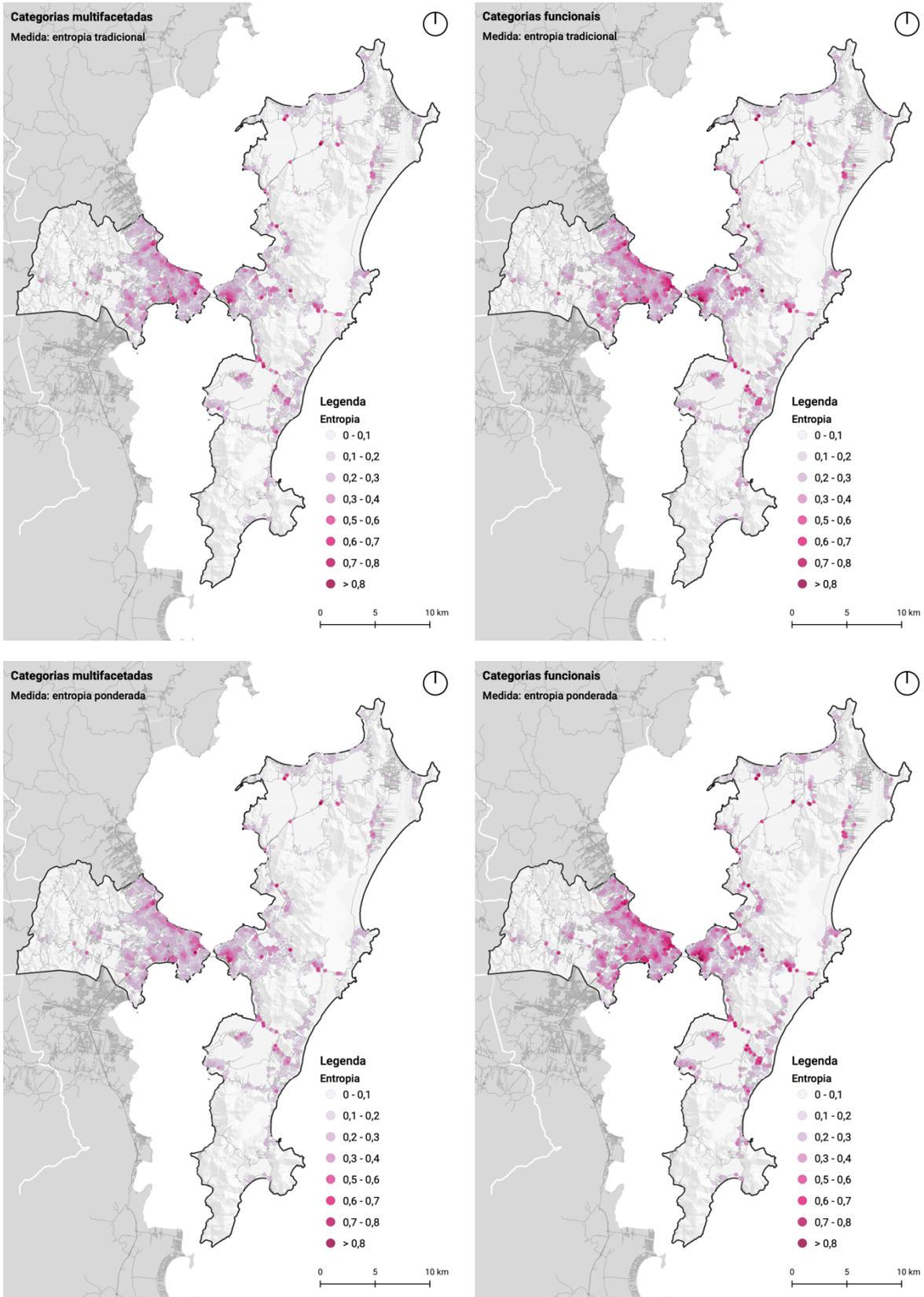
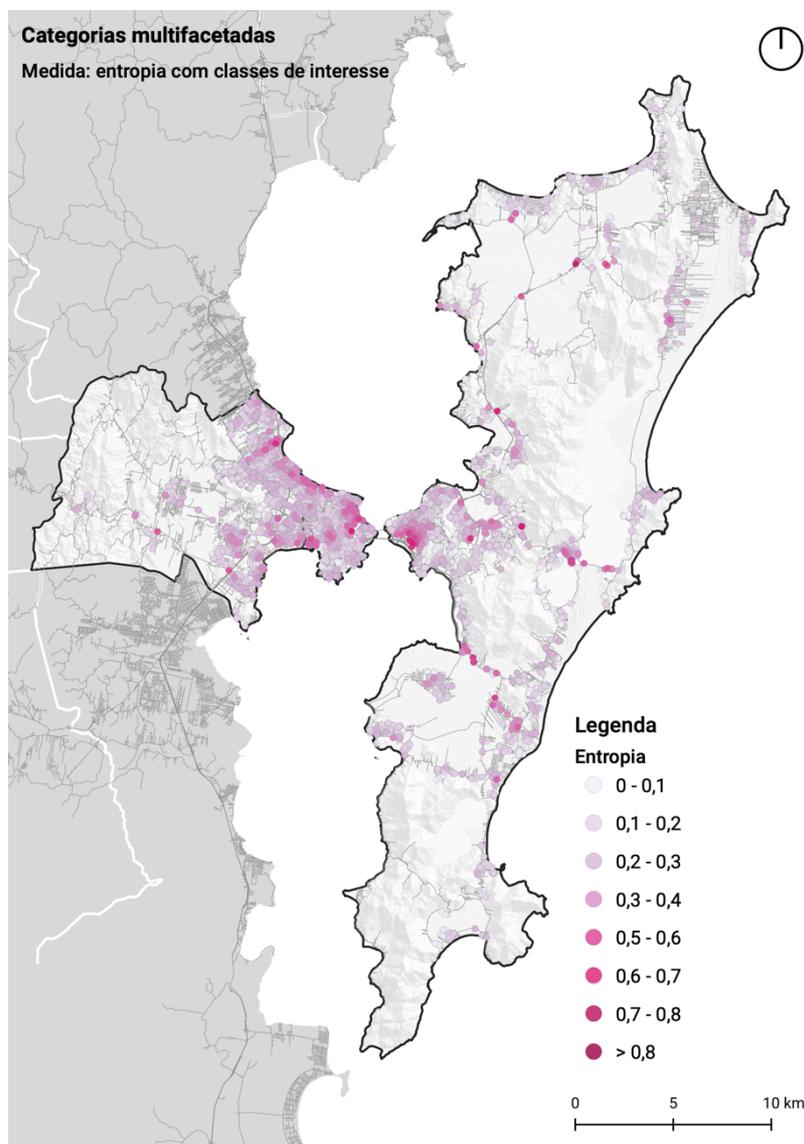


Figura 47. Diversidade de usos medida pela entropia apenas com classes de interesse da categorização multifacetada



5.3.2. Matriz de correlação

Nesta fase da pesquisa também realizamos uma análise de correlação entre as variáveis. Para isso, incluímos nas matrizes as várias medidas de diversidade de usos utilizadas neste estudo, bem como as variáveis de densidade residencial e densidade não residencial. A adição destas duas últimas se deu porque elas estão associadas à concentração de usos e, portanto, poderiam estar de alguma forma relacionadas às medidas de diversidade. Assim

como na fase anterior, aqui consideraremos como alta correlação índices iguais ou maiores que 0,8.

Inicialmente, começamos nossa análise considerando as medidas de diversidade que levaram em conta as categorias multifacetadas. Conforme evidenciado na Tabela 11, uma correlação absoluta é observada entre as medidas de diversidade "Riqueza de usos" e "NEWS objetiva de diversidade". Ambas estão relacionadas à riqueza de tipos de uso, ou seja, à presença de uma maior variedade de usos. Nessa área de abrangência (correspondente a 400 metros), a medida NEWS considera um único peso para as categorias existentes, o que significa que ela está representando a mesma informação que a medida de "Riqueza de usos", resultando em uma correlação de 1,00. Além desta associação, não identificamos nenhuma outra entre as demais medidas de diversidade. Também encontramos correlação significativa, não tão alta, com a medida de "densidade não residencial".

Na Tabela 12 e Tabela 13, observamos resultados semelhantes para as correlações nos raios 800m e 1.200m. Destaca-se novamente a forte associação entre a medida de "Riqueza de Usos" e a "NEWS objetiva de diversidade". No entanto, nestes casos, a correlação não atinge o valor de 1,00 devido à influência do comportamento da medida NEWS, que atribui pesos diferentes para usos inseridos nos diferentes anéis concêntricos. Na Tabela 14, por outro lado, não observamos nenhuma correlação significativa, o que indica que as variáveis não apresentam uma associação robusta entre si no raio de 1600m.

Como conclusão das análises de correlação das medidas de diversidade que consideram as categorias multifacetadas, podemos constatar que não é apropriado incluir de forma simultânea nos modelos de regressão logística a medida "Riqueza de Usos" e "NEWS objetiva de diversidade", uma vez que isso poderia levar a multicolinearidade. A multicolinearidade tornaria o modelo menos capaz de distinguir o efeito individual de cada variável, o que, por sua vez, dificultaria a interpretação dos seus coeficientes. Em outras palavras, equivaleria a usar duas medidas que medem mais ou menos a mesma coisa, diminuindo, com essa redundância, a adequação do modelo estatístico.

Tabela 11. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 400 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE MULTIFACETADA (400 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,512	0,512	-0,188	0,631
Riqueza de usos	0,512	1,000	1,000	0,288	0,454
NEWS objetiva de diversidade	0,512	1,000	1,000	0,288	0,454
Densidade Residencial	-0,188	0,288	0,288	1,000	0,385
Densidade Não Residencial	0,631	0,454	0,454	0,385	1,000

Tabela 12. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 800 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE MULTIFACETADA (800 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,443	0,449	-0,100	0,606
Riqueza de usos	0,443	1,000	0,971	0,298	0,360
NEWS objetiva de diversidade	0,449	0,971	1,000	0,332	0,417
Densidade Residencial	-0,100	0,298	0,332	1,000	0,409
Densidade Não Residencial	0,606	0,360	0,417	0,409	1,000

Tabela 13. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 1.200 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE MULTIFACETADA (1.200 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,378	0,393	0,027	0,560
Riqueza de usos	0,378	1,000	0,907	0,335	0,291
NEWS objetiva de diversidade	0,393	0,907	1,000	0,367	0,410
Densidade Residencial	0,027	0,335	0,367	1,000	0,430
Densidade Não Residencial	0,560	0,291	0,410	0,430	1,000

Tabela 14. Matriz de correlação da diversidade multifacetada para a área de abrangência de 1.600 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE MULTIFACETADA (1.600 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,305	0,306	0,167	0,511
Riqueza de usos	0,305	1,000	0,757	0,342	0,260

NEWS objetiva de diversidade	0,306	0,757	1,000	0,360	0,422
Densidade Residencial	0,167	0,342	0,360	1,000	0,438
Densidade Não Residencial	0,511	0,260	0,422	0,438	1,000

Nas matrizes de correlação que consideram as medidas calculadas com base nas categorias funcionais (residencial, comercial, escritório e outros), a mesma tendência se mantém em todas as áreas de abrangência (Tabela 15 a Tabela 18). Novamente, observamos uma alta correlação entre as medidas de "Riqueza de Usos" e "NEWS objetiva de diversidade" nos buffers de 400 a 1.200 metros. Nestes casos, também identificamos uma associação significativa, não tão alta, entre as medidas de diversidade e a medida de densidade não residencial.

As matrizes referentes às categorias funcionais também sugerem a possibilidade de multicolinearidade com a inserção das duas medidas de riqueza de usos no mesmo modelo. Portanto, considerando estes resultados e os resultados anteriores, optamos por incluir apenas uma das medidas na etapa seguinte de análise da associação com a caminhada a pé. A medida selecionada para continuar a análise é a "NEWS objetiva de diversidade", pois a consideramos mais robusta, uma vez que não apenas aborda a riqueza de usos, mas também leva em conta a distância até os diferentes tipos de uso, fornecendo assim uma perspectiva mais completa.

É importante mencionar que conduzimos análises semelhantes para as medidas de diversidade que consideram a ponderação ou a inclusão apenas das categorias de interesse. Os resultados obtidos seguiram a mesma tendência apresentada nas matrizes apresentadas nesta seção, por isso, não foram repetidos aqui.

Tabela 15. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 400 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE FUNCIONAL (400 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,451	0,451	-0,166	0,663
Riqueza de usos	0,451	1,000	1,000	0,315	0,364
NEWS objetiva de diversidade	0,451	1,000	1,000	0,310	0,363
Densidade Residencial	-0,166	0,315	0,310	1,000	0,385

Densidade Não Residencial	0,663	0,364	0,363	0,385	1,000
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabela 16. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 800 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE FUNCIONAL (800 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,319	0,333	-0,059	0,645
Riqueza de usos	0,319	1,000	0,965	0,259	0,206
NEWS objetiva de diversidade	0,333	0,965	1,000	0,281	0,279
Densidade Residencial	-0,059	0,259	0,281	1,000	0,409
Densidade Não Residencial	0,645	0,206	0,279	0,409	1,000

Tabela 17. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 1.200 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE FUNCIONAL (1200 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,252	0,284	0,070	0,592
Riqueza de usos	0,252	1,000	0,881	0,228	0,139
NEWS objetiva de diversidade	0,284	0,881	1,000	0,290	0,274
Densidade Residencial	0,070	0,228	0,290	1,000	0,430
Densidade Não Residencial	0,592	0,139	0,274	0,430	1,000

Tabela 18. Matriz de correlação da diversidade funcional para a área de abrangência de 1.600 metros

<i>MATRIZ DE CORRELAÇÃO: DIVERSIDADE FUNCIONAL (1600 metros)</i>	Entropia	Riqueza de usos	NEWS objetiva de diversidade	Densidade Residencial	Densidade Não Residencial
Entropia	1,000	0,146	0,181	0,219	0,546
Riqueza de usos	0,146	1,000	0,606	0,146	0,081
NEWS objetiva de diversidade	0,181	0,606	1,000	0,311	0,287
Densidade Residencial	0,219	0,146	0,311	1,000	0,438
Densidade Não Residencial	0,546	0,081	0,287	0,438	1,000

5.3.3. Regressão logística

A seguir, apresentaremos os modelos de regressão logística que foram desenvolvidos para investigar a relação entre a diversidade de usos e a caminhada utilitária a partir das residências. A seção será dividida em três partes, correspondentes a variações das medidas dos modelos. Em cada uma das partes serão apresentados os modelos com e sem a variável de controle de "densidade de usos não residenciais", já que também estamos interessados em compreender o efeito dela nas áreas de estudo. Em cada tópico também mostraremos, para efeito de comparação, o comportamento das medidas considerando as categorias multifacetadas e categorias funcionais.

- *Diversidade de usos medida de forma tradicional*

A Tabela 19 apresenta os resultados obtidos no modelo de regressão logística ao investigar a relação entre a diversidade de usos medida de maneira tradicional e a caminhada utilitária a partir da residência.

No primeiro conjunto de modelos, que considera medidas de diversidade a partir de categorias multifacetadas e funcionais, desconsiderando a variável de controle "densidade de usos residenciais", podemos observar que a medida de entropia está fortemente associada ao deslocamento a pé (ter ou não ter andado em um dia típico) em todas as áreas de abrangência. Isso sugere que um aumento na entropia aumenta a chance de se deslocar a pé por motivos utilitários. O que se destaca é que a diversidade ganha força à medida que as distâncias aumentam. Dessa forma, os modelos indicam que a diversidade em uma área de 1.600 metros de alcance tende a ter um impacto ainda maior na chance de alguém escolher caminhar como meio de transporte. Isso indica que não é apenas a diversidade local (a 5 minutos de caminhada) que importa, mas sim, uma diversidade de bairro (a 20 minutos de caminhada).

No que diz respeito à medida do NEWS, ela não é significativa até a distância de 1.200 metros. Entretanto, no buffer de 1.600 metros, ela passa a ser significativa e sugere que com seu aumento as chances de caminhar também aumentam.

Embora as tendências apresentadas sejam as mesmas, podemos notar, pelos coeficientes, que os modelos que consideram a diversidade a partir das categorias multifacetadas tendem a explicar melhor as chances de caminhar do que os que consideram as medidas de diversidade a partir das categorias funcionais.

O mesmo padrão se repete no conjunto de modelos que introduz a "densidade de usos não residenciais" como variável de controle. Com exceção das áreas de 400 metros (onde as medidas não apresentam significância) e 800 metros (onde os coeficientes são praticamente idênticos), a medida de entropia que considera as categorias multifacetadas demonstra uma maior capacidade explicativa do que os modelos que consideram as categorias funcionais.

O que se destaca nos modelos em questão é que a diversidade não demonstra significância em uma escala local (dentro de um raio de 5 minutos de caminhada), e a medida do "NEWS" não apresenta significância em nenhum dos buffers. Além disso, por conta da inclusão da variável "densidade não residencial", que é bastante significativa e está associada a uma maior chance de caminhar, há diminuição dos coeficientes de todas as medidas de diversidade. Apesar disso, consideramos que a inserção desta variável foi benéfica para o modelo, já que como apontado nas matrizes de correlação (tópico 5.3.2), essa variável não explica exatamente a mesma coisa. Dessa forma, uma maior concentração de destinos não residenciais pode também influenciar o deslocamento a pé, além da diversidade de usos propriamente dita.

Tabela 19. Modelos de regressão logística considerando a entropia tradicional

	Modelo: 4oom			Modelo: 8oom			Modelo: 1.2oom			Modelo: 1.6oom		
	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p
<i>Sem "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	9,22	4,80 – 17,60	<0,001	26,09	11,76 – 57,69	<0,001	71,98	30,46 – 170,06	<0,001	117,36	47,35 – 291,70	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,88	0,58 – 1,35	0,561	1,06	0,60 – 1,91	0,839	1,26	0,65 – 2,52	0,511	2,12	1,08 – 4,31	0,033
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	6,83	4,09 – 11,38	<0,001	17,3	9,47 – 31,56	<0,001	37,71	19,53 – 72,85	<0,001	65,95	32,04 – 136,16	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,92	0,60 – 1,46	0,729	0,82	0,44 – 1,61	0,542	1,01	0,47 – 2,36	0,973	2,54	1,09 – 6,40	0,038
<i>Com "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	1,31	0,47 – 3,57	0,603	7,26	2,36 – 22,06	0,001	35,55	12,39 – 101,63	<0,001	59,08	21,39 – 163,17	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1	0,66 – 1,53	0,995	1,04	0,60 – 1,86	0,89	1,11	0,57 – 2,23	0,763	1,62	0,82 – 3,32	0,18
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	1,37	0,55 – 3,33	0,489	7,43	2,98 – 18,43	<0,001	23,46	10,14 – 54,15	<0,001	38,98	16,95 – 89,71	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1,22	0,77 – 1,95	0,406	0,87	0,47 – 1,71	0,679	0,96	0,45 – 2,21	0,924	2,08	0,90 – 5,22	0,102

Nota: RC – Razão de Chance | IC – Intervalo de confiança | p-valor – teste de significância da hipótese nula.

* Variáveis de controle: gênero, faixa etária, nível de renda, nível educacional, posse de veículo, densidade residencial, integração global, escolha local r1.2oom

- *Diversidade de usos ponderada*

Neste estudo também desenvolvemos modelos que incorporaram uma medida de entropia ponderada. Como detalhado no tópico 4.3.4, a ponderação foi derivada dos resultados obtidos na Fase 2 da pesquisa, por meio da atribuição de pesos específicos a cada uma das categorias de usos.

O que se destaca é que a tendência dos resultados permanece a mesma dos modelos discutidos anteriormente. Contudo, nestes casos, podemos notar, através dos coeficientes, um aumento na capacidade explicativa da associação com a caminhada utilitária. Essa melhora se torna mais evidente à medida que as distâncias do buffer aumentam.

Nestes modelos – com exceção do buffer de 800m no modelo que leva em conta a variável “densidade não residencial” –, também permanece o fato de que as medidas de entropia que consideram as categorias multifacetadas evidenciam mais a associação com a caminhada utilitária do que as categorias funcionais. Além disso, a entropia também sugere que uma maior diversidade a uma distância maior da residência está associada ao aumento da chance de caminhar.

Em comparação com os modelos discutidos anteriormente, o ponto de diferença mais significativo ocorre em relação ao comportamento da medida NEWS nos modelos que não incorporam a “densidade não residencial” como variável de controle. Nesse cenário, a associação que aparece é inversa. Ou seja, quanto maior a proximidade e a variedade de usos dentro do buffer de 1.600 metros, menor é a chance de o deslocamento a pé acontecer.

Tabela 20. Modelos de regressão logística considerando a entropia ponderada

	Modelo: 400m			Modelo: 800m			Modelo: 1.200m			Modelo: 1.600m		
	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p
<i>Sem "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	10,35	5,26 – 20,25	<0,001	36,3	15,50 – 84,86	<0,001	96,53	39,85 – 234,12	<0,001	144,47	55,81 – 375,59	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,9	0,60 – 1,37	0,621	0,85	0,47 – 1,56	0,592	0,81	0,40 – 1,67	0,553	0,93	0,44 – 2,05	0,858
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	6,72	4,11 – 10,97	<0,001	21,96	12,05 – 40,01	<0,001	51,09	26,30 – 99,32	<0,001	91,79	43,60 – 193,92	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,86	0,55 – 1,37	0,526	0,63	0,34 – 1,24	0,164	0,58	0,28 – 1,33	0,175	0,78	0,33 – 2,04	0,59
<i>Com "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	1,38	0,47 – 3,95	0,551	10,23	3,02 – 34,42	<0,001	50,33	17,25 – 146,61	<0,001	70,85	24,81 – 202,78	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1	0,66 – 1,51	0,992	0,91	0,51 – 1,65	0,744	0,76	0,38 – 1,57	0,449	0,77	0,37 – 1,68	0,504
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	1,61	0,67 – 3,77	0,279	14	5,39 – 36,21	<0,001	38,93	16,53 – 91,53	<0,001	58,27	24,56 – 138,50	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1,15	0,72 – 1,86	0,556	0,68	0,36 – 1,34	0,246	0,59	0,28 – 1,35	0,186	0,75	0,32 – 1,93	0,533

Nota: RC – Razão de Chance | IC – Intervalo de confiança | p-valor – teste de significância da hipótese nula.

* Variáveis de controle: gênero, faixa etária, nível de renda, nível educacional, posse de veículo, densidade residencial, integração global, escolha local r1.200m

- *Diversidade de usos para as categorias de interesse*

Também criamos alguns modelos que consideram exclusivamente as categorias de uso consideradas relevantes para o deslocamento a pé. Para essa abordagem, escolhemos as categorias de interesse com base nos resultados da Fase 2 desta pesquisa e refizemos o cálculo da entropia, de forma tradicional. Para escolha de quais eram as categorias pertinentes, selecionamos aquelas que tiveram o seu total associado de forma positiva com o deslocamento a pé em um buffer de 400 metros, conforme discutido no tópico 5.2.5.

Dessa forma, para a categorização multifacetada escolhemos as seguintes categorias: "Visitas ocasionais para compras ou serviços", "Visitas variadas para serviços", "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores" e "Habitação". Quanto à categorização funcional, todas as categorias foram consideradas, pois todas demonstraram associação positiva no buffer de 400 metros.

Podemos notar na Tabela 21 que a tendência permanece a mesma que a apresentada nos modelos anteriores e reflete os mesmos resultados obtidos ao considerar nos modelos a entropia tradicional considerando todas as categorias. No entanto, a principal diferença é que, nestes modelos, a categoria multifacetada possui uma associação mais forte com o deslocamento a pé, evidenciada pelos coeficientes significativamente maiores. Ou seja, o aumento da diversidade, medido por meio da entropia usando apenas as categorias de interesse, mostra-se mais associado a aumentos nas chances de caminhar do que a diversidade medida por meio da entropia que incorpora todas as categorias. Isso sugere que a combinação das quatro categorias de interesse é mais relevante para o aumento da chance de caminhar do que a combinação das seis categorias.

Além disso, mais uma vez fica evidente que a associação da caminhada utilitária com a diversidade que considera as categorias multifacetadas é mais acentuada do que com a diversidade que considera as categorias funcionais. Isso reforça que a forma como os usos são abordados no modelo tem um impacto direto nos resultados obtidos.

Tabela 21. Modelos de regressão logística considerando a entropia apenas com categorias de interesse

	Modelo: 400m			Modelo: 800m			Modelo: 1.200m			Modelo: 1.600m		
	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p	RC	IC	p
<i>Sem "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	11,55	6,03 – 22,04	<0,001	39,54	18,33 – 85,18	<0,001	112,08	47,92 – 262,58	<0,001	219,62	86,94 – 557,43	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,9	0,58 – 1,42	0,653	0,86	0,44 – 1,79	0,664	0,94	0,42 – 2,31	0,891	2,73	1,12 – 7,39	0,037
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	6,83	4,09 – 11,38	<0,001	17,3	9,47 – 31,56	<0,001	37,71	19,53 – 72,85	<0,001	65,95	32,04 – 136,16	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	0,92	0,60 – 1,46	0,729	0,82	0,44 – 1,61	0,542	1,01	0,47 – 2,36	0,973	2,54	1,09 – 6,40	0,038
<i>Com "densidade de usos não residenciais"</i>												
CATEGORIAS MULTIFACETADAS												
Entropia	1,43	0,46 – 4,37	0,532	13,76	4,34 – 43,15	<0,001	59,57	20,27 – 174,76	<0,001	108,65	37,47 – 315,57	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1,18	0,75 – 1,89	0,475	0,91	0,48 – 1,88	0,797	0,9	0,41 – 2,16	0,795	2,18	0,90 – 5,86	0,101
CATEGORIAS FUNCIONAIS												
Entropia	1,37	0,55 – 3,33	0,489	7,43	2,98 – 18,43	<0,001	23,46	10,14 – 54,15	<0,001	38,98	16,95 – 89,71	<0,001
NEWS objetiva de diversidade	1,22	0,77 – 1,95	0,406	0,87	0,47 – 1,71	0,679	0,96	0,45 – 2,21	0,924	2,08	0,90 – 5,22	0,102

Nota: RC – Razão de Chance | IC – Intervalo de confiança | p-valor – teste de significância da hipótese nula.

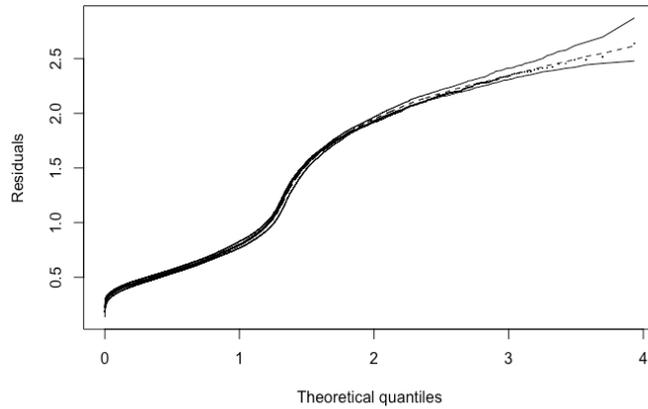
* Variáveis de controle: gênero, faixa etária, nível de renda, nível educacional, posse de veículo, densidade residencial, integração global, escolha local r1.200m

Para esta fase do estudo também fizemos a análise de diagnóstico dos resíduos dos modelos. Os gráficos da Figura 48 ilustram um comportamento bastante similar entre si. Conforme mencionado anteriormente, nesses gráficos a linha preta que fica no meio da imagem deve estar dentro do envelope, representado pelas demais linhas pretas da extremidade. Conforme podemos observar, não há saídas desses limites, o que indica que os modelos estão adequados.

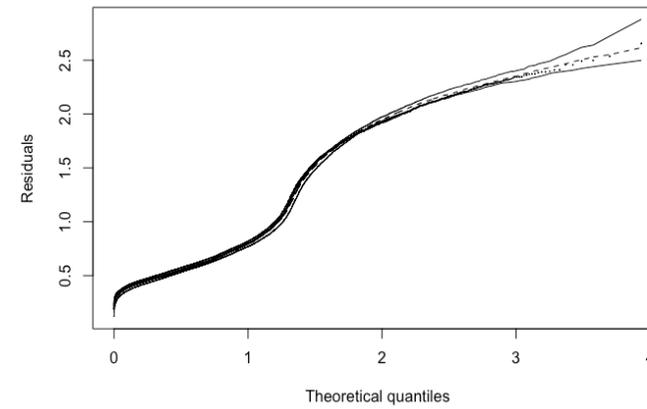
O comportamento também é bastante similar entre os modelos quando analisada a distribuição espacial dos resíduos (Figura 49). Os pontos de variadas cores indicam que os resíduos estão distribuídos de forma aleatória pelo espaço, não formando nenhum cluster. Isso indica que não há nenhum fator espacial interferindo nos resultados dos modelos, logo mostra que os modelos estão adequados.

Figura 48. Exemplo de gráficos de adequação do modelo de regressão logística para a Fase 3

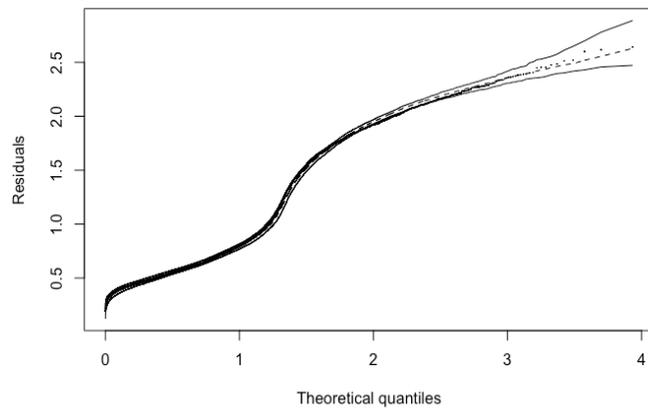
Modelo: Categorização multifacetada com entropia tradicional
Área de influência: 800 metros



Modelo: Categorização funcional com entropia tradicional
Área de influência: 800 metros



Modelo: Categorização multifacetada com entropia ponderada
Área de influência: 800 metros



Modelo: Categorização funcional com entropia ponderada
Área de influência: 800 metros

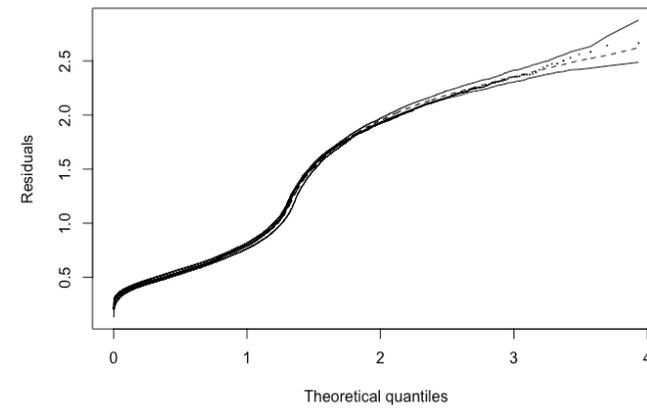
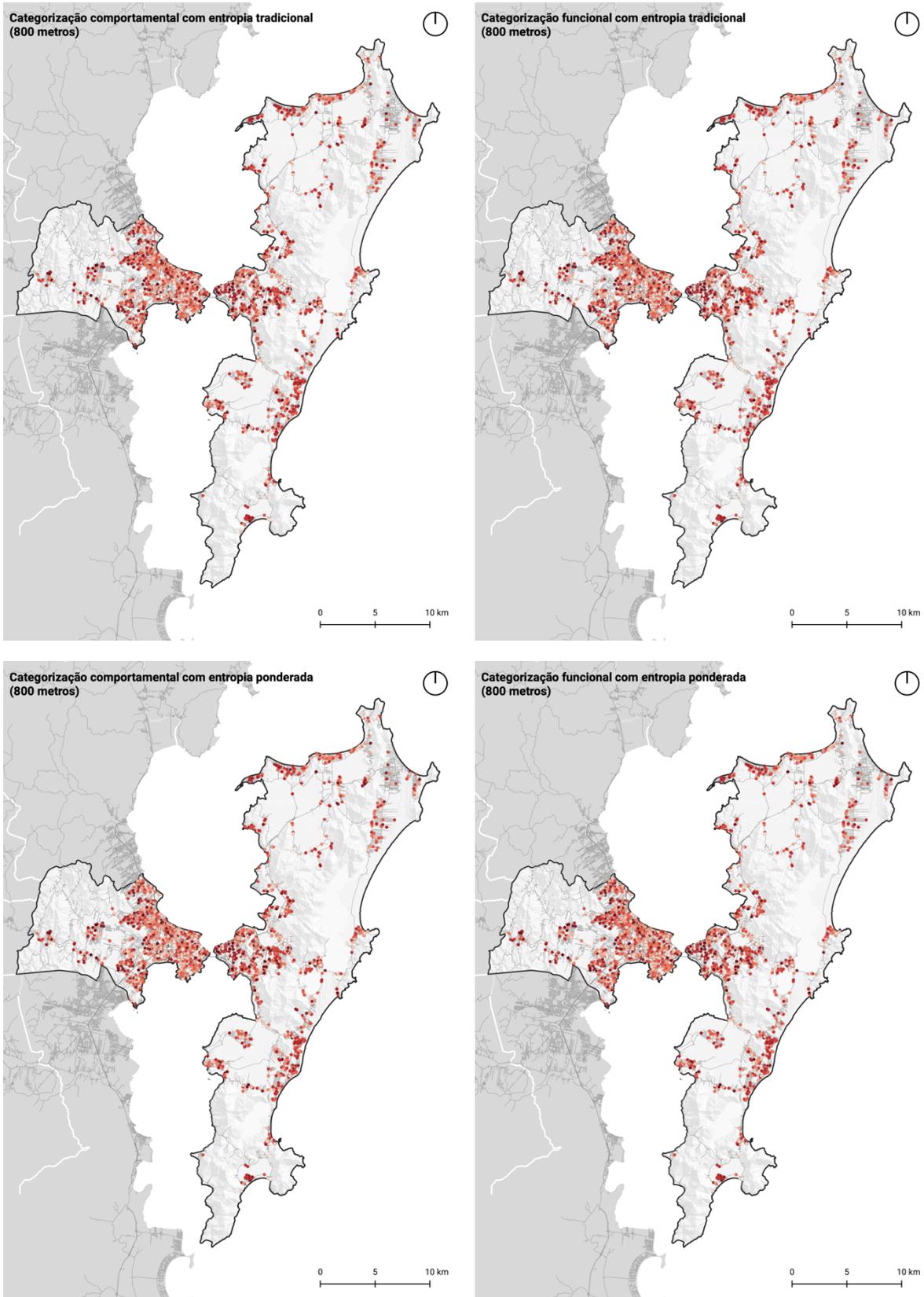


Figura 49. Exemplo de mapa de distribuição dos resíduos para quatro modelos de regressão elaborados na Fase 3



5.4. Discussão dos resultados

5.4.1. Fase 1: Categorização dos usos do solo

Na Fase 1 deste estudo, exploramos dimensões e parâmetros que poderiam servir de base para uma nova categorização dos usos do solo, desta vez incorporando aspectos diretamente relacionados à dinâmica dos usos nos espaços urbanos, e não apenas os atributos funcionais. Para isso, definimos que o fenômeno de análise seria a caminhada utilitária a partir das residências, e, com base nisso, investigamos parâmetros que poderiam fornecer *insights* para uma investigação mais aprofundada sobre a sua associação com os usos do solo.

A partir do método descrito no tópico 4.1, propusemos uma categorização multifacetada baseada em um método de *clustering* que engloba sete categorias. Algumas categorias de uso apresentaram pouca variação em seus parâmetros, como as categorias "usos sem vida" e "visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores", enquanto outras demonstram maior variação, indicando uma maior diversidade dentro de sua própria classe, como as categorias "visitas ocasionais para compras ou serviços" e "visitas variadas para serviços".

A riqueza de detalhes e peculiaridades existente em cada uma das categorias propostas na Fase 1 ressaltou os problemas da simplificação adotada na categorização baseada puramente na função. Em uma análise gráfica constatamos que as categorias funcionais se subdividem em diferentes categorias multifacetadas e que ignoram vários aspectos diretamente relacionados à dinâmica dos usos no espaço urbano, como o comportamento temporal ao longo do dia, a frequência de utilização pelas pessoas, o tipo de público predominante e o tipo de transação econômica efetuada.

Com base nos resultados obtidos, constatamos que a categorização multifacetada poderia ser mais adequada e precisa para a análise da associação com a caminhada utilitária a partir da residência. Testamos isso nas fases seguintes do estudo.

5.4.2. Fase 2: Associação de categorias de usos com o deslocamento a pé

Na Fase 2 do estudo exploramos a associação das categorias multifacetadas e funcionais com os deslocamentos a pé utilitário a partir da residência.

Os resultados apontaram que, tanto na categorização funcional como multifacetada, algumas categorias possuem uma alta correlação entre si. Na categorização multifacetada a categoria "Visitas variadas para serviços" (consultórios médicos, hotéis, academias, estações de transporte, etc.) se mostrou correlacionada a outras em todas as áreas de abrangência, indicando que o aumento do seu total está associado ao aumento de outras categorias, como "Visitas ocasionais para compras ou serviços" (lojas de varejo, bancos, barbearias, lanchonetes, etc.) e "Habitação". Na categorização funcional, não há preponderância de nenhuma categoria específica; a categoria "Comercial", "Escritórios" e "Outros" possuem alta correlação em todas as áreas de influência.

Quando avaliada a associação entre a presença de determinada categoria e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência, os resultados variaram bastante. Visto que os usos inseridos na categoria "Visitas frequentes para compras essenciais" (padarias, minimercados e supermercados) e "Visitas ocasionais para compras ou serviços" (lojas de varejo, bancos, barbearias, lanchonetes, etc.) tendem a receber visitas cotidianas e têm potencial de atração de público externo, a associação negativa com o deslocamento a pé no anel concêntrico de 400-800 metros foi surpreendente. O mesmo tipo de relação também chamou atenção para a categoria funcional "Comercial" na mesma área de abrangência. Conforme apontado, uma possível explicação para esses resultados pode ser o fato da medida que representa a existência do uso ser frágil, uma vez que apenas indica a presença – ou não – da categoria dentro do anel concêntrico de análise, ignorando outros aspectos.

Quando analisada a associação do total de endereços pertencentes à categoria com a caminhada utilitária, constatamos que a maior quantidade de duas categorias – "Visitas ocasionais para compras ou serviços" (lojas de varejo, bancos, barbearias, lanchonetes, etc.) e "Visitas variadas para serviços" (consultórios médicos, hotéis, academias, estações de transporte, etc.) – estão associadas ao maior deslocamento a pé em todas as áreas de abrangência. A categoria "Visita cotidiana com predomínio de estudantes e trabalhadores"

e "Habitação" seguem a mesma tendência, exceto no intervalo de 1.200-1.600 metros, onde a relação não é estatisticamente significativa. Esses resultados são interessantes, já que essas categorias representam usos do cotidiano das pessoas e tendem a atrair público externo, moradores e trabalhadores. Os resultados também apontaram uma relação inversa com a categoria "Visitas raras para finalidades variadas", que demonstrou que, com o aumento de sua quantidade, as chances de caminhar a pé são reduzidas em todos os intervalos de distância. Esse resultado também é relevante, já que os usos inseridos nesta categoria são raramente visitados e têm baixa rotatividade de público externo.

Para as categorias funcionais, com exceção do anel concêntrico de 1.200-1.2600 metros, observamos o mesmo comportamento para todas as categorias. Ou seja, um aumento do total de qualquer uma delas aumenta a chance de caminhar de forma utilitária. Esse resultado reflete as fragilidades da categorização funcional, uma vez que incorpora dentro de suas classes usos com comportamentos muito distintos, não sendo capaz de captar peculiaridades constatadas na categorização multifacetada.

5.4.3. Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé

A Fase 3 buscou compreender a associação entre a diversidade de usos e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência. Para isso, foram consideradas as diferentes categorizações de uso do solo processadas a partir de diferentes medidas.

O que pudemos constatar a partir das análises da Fase 3 é que em todos os modelos, independentemente da forma de categorização dos usos e operacionalização do índice, a diversidade medida pela entropia apresentou associações significativas com o deslocamento a pé utilitário no buffer de 800, 1.200 e 1.600 metros. Por outro lado, os resultados obtidos por meio da medida do NEWS não foram consistentes, variando consideravelmente entre os modelos e áreas de abrangência. Os resultados obtidos com a medida de entropia convergem com o que foi encontrado na revisão sistemática desenvolvida por Saboya; Kretzer e Calveti (-), que apontou que vários estudos encontraram uma relação robusta do índice de entropia com a caminhada utilitária.

Outro ponto que se destacou nas análises foi que a inclusão da variável de controle de “densidade não residencial” apresentou significância e associação positiva com o deslocamento a pé, reduzindo os coeficientes da associação entre a diversidade e a caminhada em todos os modelos. Isso ressalta a importância da consideração dessa variável nas análises, já que a concentração de destinos não residenciais nas proximidades das residências pode influenciar a decisão de caminhar. Esses resultados reforçam o que já havia sido apontado por Saboya, D’Orsi e Keivani (2023).

Algo interessante de ser notado nos modelos foi que, independentemente da categorização de usos adotada, à medida que os buffers de análise aumentam, os coeficientes da associação da entropia com o deslocamento a pé também aumentam. Isso é um importante resultado, uma vez que indica que uma maior diversidade em uma escala de bairro (20 minutos de caminhada) aumenta mais a chance de uma pessoa se deslocar a pé do que apenas uma diversidade local (5 minutos de caminhada).

Além disso, por meio dos modelos desenvolvidos constatamos que a diversidade medida pela entropia a partir da categorização multifacetada apresentou coeficientes de associação com o deslocamento a pé consideravelmente maiores do que a entropia compilada a partir da categorização funcional tradicional. Isso demonstrou que a categorização multifacetada é mais precisa e adequada para a condução das análises que investigam a associação com o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

Por fim, ajustes na medida de entropia se revelaram importantes para a melhor captação dos efeitos da diversidade de usos. A entropia ponderada aumentou os coeficientes de associação com o deslocamento a pé tanto para a categorização multifacetada quanto para a categorização funcional. Ademais, a entropia considerando apenas as classes de interesse melhorou ainda mais o poder explicativo da variável, indicando que não é qualquer diversidade que importa, mas sim uma combinação de usos específicos, que em conjunto atuam de forma benéfica para a promoção do caminhar. Esse último constatamos apenas para a categorização multifacetada, uma vez que não houve alterações na medida de entropia para a categorização funcional já que todas as categorias funcionais foram detectadas como sendo relevantes na Fase 2.

5.5. Limitações das análises

Abaixo apresentamos as principais limitações deste estudo, divididas de acordo com a fase de análise:

Fase 1: Categorização dos usos do solo

- 1) A lista de usos adotada como referência para este estudo se baseou na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), uma vez que esta classificação possui reconhecimento nacional e abrange as atividades econômicas com um alto grau de detalhamento. Embora tenhamos selecionado a CNAE como a fonte mais apropriada para o desenvolvimento deste trabalho, outros materiais poderiam ter sido considerados como base, e a compilação da lista poderia incluir diferentes usos que seriam mais apropriados para diferentes contextos;
- 2) No processo de atribuição das características aos usos, seria possível considerar outros parâmetros, como a duração da visita ou o número de pessoas atraídas ao estabelecimento. No entanto, neste trabalho não conseguimos informações detalhadas sobre esses aspectos para cada um dos estabelecimentos analisados. Além disso, mesmo que tivéssemos acesso a esses dados, sua aplicação à base de uso do solo (CNEFE) seria inviável, uma vez que a informação que teríamos para relacionar o uso aos parâmetros seria uma descrição do estabelecimento, tornando difícil distinguir quais deles teriam o maior ou menor número de pessoas atraídas.
- 3) Para o parâmetro “frequência de visitação” utilizamos como subsídios alguns dados de pesquisas internacionais, uma vez que não encontramos informações disponíveis para todos os tipos de uso do solo no contexto brasileiro. Embora reconheçamos essa limitação, acreditamos que essas referências continuam sendo uma fonte valiosa de informações para a caracterização dos usos em questão. No entanto, sugerimos que futuras pesquisas considerem dados do contexto de desenvolvimento do estudo para aprimorar as análises.

Fase 2: Associação de categorias de usos do solo com os deslocamentos a pé

- 1) Os dados utilizados para associar as categorias de uso do solo e deslocamento a pé são específicos dos municípios de Florianópolis e São José. Portanto, os resultados obtidos neste estudo não podem ser generalizados para outros contextos;
- 2) Os dados de uso do solo utilizados neste estudo são de 2010 (IBGE, 2010a), enquanto os dados de deslocamento a pé são de 2015 (Plamus, 2015). Foram utilizadas essas bases pela indisponibilidade de dados mais recentes. Entretanto, não podemos ignorar que a pandemia do COVID-19 pode ter influenciado o modo como as pessoas vivem nas cidades – seja alterando costumes nos modos de deslocamento ou com o aumento de trabalho remoto ou ainda compras online –, portanto dados mais recentes podem revelar associações distintas entre esses dois aspectos;
- 3) O *script* Python utilizado para processar os dados de uso do solo do CNEFE não considerou a totalidade dos usos presentes na base, pois o processamento dependia da descrição disponível para os estabelecimentos. Logo, se o registro apresentava informações que não eram interpretáveis, o estabelecimento não podia ser considerado na análise. No entanto, apesar dessa limitação, essa base de dados é a que oferece a descrição mais detalhada dos usos disponíveis e, dado seu alto nível de detalhamento, é a única alternativa para conduzir este estudo no contexto brasileiro;
- 4) Outra limitação reside no fato de que os dados de mobilidade urbana não oferecem informações precisas sobre o destino das viagens. Consequentemente, não tivemos como determinar com exatidão até qual anel concêntrico a pessoa se deslocava. Por exemplo, uma caminhada de 20 minutos poderia resultar em um deslocamento relativamente curto, abrangendo uma área de aproximadamente 400 metros ao redor da residência da pessoa, ou poderia abranger uma distância bem maior, chegando a cerca de 1.600 metros.

Fase 3: Diversidade de usos e o deslocamento a pé

As mesmas limitações da Fase 2 se repetem na Fase 3 da pesquisa. Além disso, se acrescenta o seguinte ponto:

- 1) A medida de entropia restrita a classes de interesse possui uma limitação em sua construção. Para a elaboração desse índice, levamos em consideração apenas as categorias de interesse dentro do buffer mais próximo à residência do respondente (4 categorias). Contudo, o anel concêntrico de 1.200 a 1.600 metros possuía apenas 2 categorias de interesse. Isso penalizou em certa medida a compilação da medida para o buffer de 1.600 metros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho destacamos os desafios associados ao estudo do uso do solo, principalmente no que se refere às fragilidades decorrentes da categorização de usos puramente funcional. Apontamos que a falta de uma reflexão crítica a respeito do que as categorias representam pode afetar significativamente os resultados, influenciando diretamente na associação com os fenômenos em análise. Com isso, diante desse problema, o objetivo deste estudo foi testar empiricamente uma categorização de usos fundamentada em atributos que considerassem como os usos se comportam no espaço urbano, com o propósito de estabelecer classes que possibilitassem uma explicação mais precisa da associação entre o uso do solo, a diversidade e o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

Com isso, a construção deste trabalho se deu a partir da criação de uma nova categorização baseada nas dinâmicas dos usos no espaço urbano (Fase 1). A partir do método de *clustering* compilamos 7 categorias que agruparam os usos com base em atributos relacionados ao comportamento temporal ao longo do dia, frequência de utilização, tipo de público predominante e propósito econômico. Acreditamos que o resultado obtido por meio da aplicação do método proposto refletiu de forma mais adequada o que se deseja investigar quando associado o uso do solo com o deslocamento a pé utilitário, já que para a criação das categorias foram levadas em conta as dinâmicas urbanas que influenciam no modo como as pessoas vivem as cidades. Algumas análises exploratórias iniciais que compararam as categorias propostas com as categorias funcionais já evidenciaram as fragilidades existentes na categorização convencionalmente adotada, mas foi na Fase 2 e Fase 3 que isso ficou mais claro.

A Fase 2 investigou a associação das categorias dos usos com os deslocamentos a pé. Nesta etapa, pudemos constatar, por meio de uma variável da quantidade de endereços da categoria na unidade de análise, que a categorização multifacetada captou peculiaridades que não foram constatadas nas categorias funcionais. Na análise com as categorias multifacetadas identificamos que a maior presença de categorias com uso cotidiano e atração de público externo estavam mais associadas a uma maior chance de caminhar, assim como a presença de uma categoria mais inóspita às pessoas – com visitas raras e baixa

rotatividade de público externo – possuía a relação inversa, ou seja, diminuía a chance de caminhar. Essas peculiaridades não foram captadas para a categorização funcional. Neste caso, as associações significativas que apareceram foram todas positivas, não captando nuances que se revelaram importantes na análise da categorização multifacetada. Isso pode ser valioso na elaboração de políticas de uso do solo e mobilidade urbana, já que permite selecionar de maneira mais cuidadosa e precisa quais usos podem e devem ser incentivados para estimular a caminhada, e quais devem ser evitados.

Na Fase 3, passamos a considerar os usos em conjunto, a fim de avaliar a associação entre a diversidade de usos e o deslocamento a pé utilitário. Com base nos resultados obtidos observamos que, independentemente da forma de categorização, a entropia apresentou associações robustas entre a diversidade de usos e a caminhada utilitária. Um aspecto de destaque foi o fato de que a chance de caminhar aumentou consideravelmente com uma maior diversidade na escala de bairro (20 minutos de caminhada), demonstrando que não é apenas a diversidade local (5 minutos de caminhada) que importa. Entretanto, no contexto deste trabalho, o ponto mais notável foi que a diversidade apresentou coeficientes de associação com o deslocamento a pé consideravelmente maiores quando utilizada a categorização multifacetada, em comparação com a categorização funcional. Além disso, ficou claro que não é qualquer diversidade que importa, mas sim uma diversidade que combine categorias de interesse para o caminhar. Esses resultados demonstraram que a categorização multifacetada é mais precisa e adequada para a condução das análises que investigam a associação com o deslocamento a pé utilitário a partir da residência.

Com base nos resultados obtidos, retomamos a hipótese adotada neste estudo, que sugeria que a categorização multifacetada dos usos do solo proporciona uma explicação mais precisa da associação com os deslocamentos a pé utilitários a partir das residências, em comparação com a categorização puramente funcional. Com base nas análises realizadas, podemos afirmar que nossas suposições iniciais foram confirmadas. A categorização com base em comportamento revelou-se mais adequada para investigação da associação com a caminhada utilitária tanto na análise das categorias de forma isolada quanto quando avaliadas em conjunto, por meio da diversidade de usos representada pela entropia.

Com base nos resultados obtidos, consideramos que uma das contribuições mais significativas deste trabalho está justamente no fato de abrir o debate para a questão dos problemas e implicações envolvendo a categorização dos usos do solo. Como relatado anteriormente, é comum que estudos adotem categorias funcionais sem uma reflexão aprofundada sobre o que as categorias realmente representam e qual a relação com o fenômeno em estudo. Este estudo é uma primeira contribuição para esse tópico que, sem dúvida, tem o potencial de evoluir.

Além disso, consideramos que o desenvolvimento desta pesquisa contribuiu para o aprimoramento do método de análise dos usos do solo. Neste trabalho criamos subsídios para um novo olhar a respeito de como os usos são considerados, seja por meio da aplicação da técnica de *clustering* para agrupamento dos usos com base em suas características, pela avaliação do efeito das categorias de uso de modo individual, ou por meio de ajustes na forma de considerar a medida de entropia nas análises, tanto por meio de ponderação quanto considerando apenas categorias relevantes para o estudo.

Este trabalho também contribuiu para uma reflexão a respeito de melhorias necessárias para a compilação de dados dos usos do solo para análises urbana. Acreditamos que essa pesquisa reforça o debate a respeito da necessidade de criação de bases de dados que levem em conta peculiaridades que vão além da compilação para fins de taxaço. Isso permitiria a captura de detalhes que poderiam enriquecer consideravelmente o processo de planejamento das cidades, permitindo que novos parâmetros sejam viabilizados e concebidos para correlação com diferentes fenômenos.

Além disso, esses resultados também oferecem *insights* valiosos que podem ser aplicados no ensino e na prática do planejamento urbano. Constatamos que a maior concentração de determinadas categorias de uso tende a diminuir a chance de caminhar, e que algumas não são relevantes no que diz respeito à diversidade de usos. Esses resultados permitem abordar diferentes estratégias, como planejamento de instrumentos que limitem a grande quantidade de usos não benéficos em determinadas áreas, a promoção de regulamentações que incentivem o uso misto a partir de categorias específicas, além de fomento à diversificação de usos não apenas em nível local, mas também em nível de bairro. Todas

essas estratégias teriam potencial para aumentar as chances da caminhada utilitária a partir da residência.

Levando todos esses pontos em consideração, acreditamos que com um melhor planejamento e compreensão do impacto da distribuição dos usos do solo é possível aumentar as chances de as pessoas caminharem de forma utilitária a partir de suas residências. Isso contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, uma vez que facilita o acesso a diferentes amenidades, promove atividade física no deslocamento cotidiano, e tem potencial para aumentar as chances de interações sociais, promover a economia local e contribuir para um ambiente urbano mais vibrante e ativo por conta de um maior número de pessoas de diferentes origens vivendo o espaço em diferentes horas do dia. Tudo isso contribui para que as cidades sejam mais sustentáveis.

Para além do escopo desta tese, não podemos esquecer que outros temas devem ser abordados para que haja um maior aprimoramento em análises do uso do solo. Ainda há espaço para aprimorar os índices de diversidade de usos, pois, como apontamos, os existentes possuem limitações e cada um se refere a uma característica específica da mistura dos usos, como a uniformidade ou a riqueza. Futuros estudos poderiam partir da nova forma de categorização dos usos proposta nesse estudo e investigar abordagem que capturem a sinergia entre as categorias, ou seja, a interação e complementação dos usos. Isso poderia trazer *insights* interessantes, contribuindo especialmente para a maior compreensão de viagens encadeadas, ou seja, viagens que têm mais de um destino no mesmo trajeto. Outro ponto interessante seria compreender a transformação dos usos ao longo do tempo por meio de um estudo longitudinal. Isso poderia dar indícios de quais categorias tendem a se renovar com mais facilidade e como isso afeta a caminhada utilitária.

Por fim, esperamos que este estudo seja um convite para a contínua reflexão a respeito de como abordamos e tratamos a questão dos usos do solo e como, por meio disso, podemos buscar criar espaços urbanos capazes de promover uma melhor qualidade de vida para todos e todas.

7. REFERÊNCIAS

ACI. **National Survey: Consumers Oppose Post Office Closings**. 2011. Disponível em: <https://www.theamericanconsumer.org/2011/11/national-survey-consumers-oppose-post-office-closings/>.

ADLAKHA, D.; HIPPI, J. A.; BROWNSON, R. C.; A, A. E. *et al.* "Can we walk?" Environmental supports for physical activity in India. **Prev Med**, 103s, p. S81-s89, Oct 2017.

ADLAKHA, D.; HIPPI, J. A.; SALLIS, J. F.; BROWNSON, R. C. Exploring Neighborhood Environments and Active Commuting in Chennai, India. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 15, n. 9, Sep 2018.

ADLAKHA, D.; PARRA, D. C. Mind the gap: Gender differences in walkability, transportation and physical activity in urban India. **Journal of Transport & Health**, 18, Sep 2020.

APA. **Land-Based Classification Standards**. American Planning Association. 2001.

AYTM. Museum Visitors. 2015.

BAHADURE, S.; KOTHARKAR, R. Assessing Sustainability of Mixed Use Neighbourhoods through Residents' Travel Behaviour and Perception: The Case of Nagpur, India. **Sustainability**, 7, n. 9, p. 12164-12189, Sep 2015. Article.

BENTLEY, I. A., ALAN; MURRAIN, PAUL; MCGLYNN, SUE; SMITH, GRAHAM (1885) **Responsive environments. A manual for designers**. Elsevier, 2005.

BOAKYE-DANKWA, E.; NATHAN, A.; BARNETT, A.; BUSIJA, L. *et al.* Walking behaviour and patterns of perceived access to neighbourhood destinations in older adults from a low-density (Brisbane, Australia) and an ultra-dense city (Hong Kong, China). **Cities**, 84, p. 23-33, 2019. Article.

BOBKOVA, E.; PONT, M.; MARCUS, L. Towards analytical typologies of plot systems: Quantitative profile of five European cities. **Environment and Planning B-Urban Analytics and City Science**, 48, n. 4, p. 604-620, MAY 2021 2021. Article.

BOULANGE, C.; GUNN, L.; GILES-CORTI, B.; MAVOA, S. *et al.* Examining associations between urban design attributes and transport mode choice for walking, cycling, public

transport and private motor vehicle trips. **Journal of Transport and Health**, 6, p. 155-166, 2017. Article.

BROWN, B. B.; YAMADA, I.; SMITH, K. R.; ZICK, C. D. *et al.* Mixed land use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity. **Health and Place**, 15, n. 4, p. 1130-1141, 2009. Article.

CAMPOS-SÁNCHEZ, F. S.; ABARCA-ÁLVAREZ, F. J.; MOLINA-GARCÍA, J.; CHILLÓN, P. A GIS-Based Method for Analysing the Association Between School-Built Environment and Home-School Route Measures with Active Commuting to School in Urban Children and Adolescents. **Int J Environ Res Public Health**, 17, n. 7, Mar 29 2020.

CARLSON, J. A.; FRANK, L. D.; ULMER, J.; CONWAY, T. L. *et al.* Work and Home Neighborhood Design and Physical Activity. **American Journal of Health Promotion**, 32, n. 8, p. 1723-1729, Nov 2018.

CERIN, E.; CONWAY, T. L.; ADAMS, M. A.; BARNETT, A. *et al.* Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. **Soc Sci Med**, 211, p. 282-293, Aug 2018a.

CERIN, E.; CONWAY, T. L.; ADAMS, M. A.; BARNETT, A. *et al.* Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. **Social Science and Medicine**, 211, p. 282-293, 2018b. Article.

CERIN, E.; MITAS, J.; CAIN, K. L.; CONWAY, T. L. *et al.* Do associations between objectively-assessed physical activity and neighbourhood environment attributes vary by time of the day and day of the week? IPEN adult study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, 14, Mar 2017. Article.

CERVERO, R. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American housing survey. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 30, n. 5 PART A, p. 361-377, 1996. Article.

CERVERO, R.; DUNCAN, M. Walking, bicycling, and urban landscapes: Evidence from the San Francisco Bay area. **American Journal of Public Health**, 93, n. 9, p. 1478-1483, Sep 2003. Article.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 2, n. 3, p. 199-219, 1997. Article.

CHAKRABARTI, S.; SHIN, E. J. Automobile dependence and physical inactivity: Insights from the California Household Travel Survey. **Journal of Transport and Health**, 6, p. 262-271, 2017. Article.

CHEN, P.; ZHOU, J. P.; SUN, F. Y. Built environment determinants of bicycle volume: A longitudinal analysis. **Journal of Transport and Land Use**, 10, n. 1, p. 655-674, 2017. Article.

CHENG, L.; DE VOS, J.; ZHAO, P.; YANG, M. *et al.* Examining non-linear built environment effects on elderly's walking: A random forest approach. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 88, 11 2020.

CHICAGO, C. O. **Zoning Ordinance Administration**. Chicago, 2022. Disponível em: <https://www.chicago.gov/city/en/depts/dcd/provdrs/admin.html>. Acesso em: 30 de março.

CHRISTIANSEN, L. B.; CERIN, E.; BADLAND, H.; KERR, J. *et al.* International comparisons of the associations between objective measures of the built environment and transport-related walking and cycling: IPEN adult study. **Journal of Transport and Health**, 3, n. 4, p. 467-478, 2016. Article.

CHUM, A.; ATKINSON, P.; O'CAMPO, P. Does time spent in the residential neighbourhood moderate the relationship between neighbourhood walkability and transport-related walking? a cross-sectional study from Toronto, Canada. **Bmj Open**, 9, n. 4, Jun 2019.

COUGHENOUR, C.; DE LA FUENTE-MELLA, H.; PAZ, A. Analysis of Self-Reported Walking for Transit in a Sprawling Urban Metropolitan Area in the Western US. **Sustainability**, 11, n. 3, Feb 2019.

CVS. **By the Numbers: How Do Consumers Engage with Pharmacists?**, 2017. Disponível em: <https://www.cvshealth.com/news/pharmacy/by-the-numbers-how-do-consumers-engage-with-pharmacists.html>.

DEFORCHE, B.; VAN DYCK, D.; VERLOIGNE, M.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. Perceived social and physical environmental correlates of physical activity in older adolescents and the moderating effect of self-efficacy. **Preventive Medicine**, 50, p. S24-S29, Jan 2010.

DIAS, A. F.; GAYA, A. R.; BRAND, C.; FLORINDO, A. A. *et al.* Mediation role of residential density on the association between perceived environmental factors and active commuting to school in Brazilian adolescents. **Cadernos de Saude Publica**, 37, n. 5, 2021. Article.

DIAS, A. F.; GAYA, A. R.; SANTOS, M. P.; BRAND, C. *et al.* Neighborhood environmental factors associated leisure walking in adolescents. **Revista De Saude Publica**, 54, 2020.

DOVEY, K.; PAFKA, E. What is functional mix? An assemblage approach. **Planning Theory and Practice**, 18, n. 2, p. 249-267, 2017. Article.

DUNCAN, M. J.; WINKLER, E.; SUGIYAMA, T.; CERIN, E. *et al.* Relationships of land use mix with walking for transport: Do land uses and geographical scale matter? **Journal of Urban Health**, 87, n. 5, p. 782-795, 2010. Article.

EEA, E. E. A. **EEA Glossary**. European Environment Agency. 2004.

EPA. **Land use: What are the trends in land use and their effects on human health and the environment?** United States Environmental Protection Agency, 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/report-environment/land-use>. Acesso em: 19 de outubro 2021.

ETMINANI-GHASRODASHT, R.; PAYDAR, M.; HAMIDI, S. University-related travel behavior: Young adults' decision-making in Iran. **Sustainable Cities and Society**, 43, p. pp 495-508, 2018.

EUROSTAT. Statistics on sport participation. 2019.

EUROSTAT. **Glossary: Land use**. Statistics Explained, 2021. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Land use](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Land_use). Acesso em: 19 de outubro de 2021.

EVERITT, B. S.; LANDAU, S.; LEESE, M.; STAHL, D. **Cluster Analysis**. 5th Edition ed. King's College, London, UK: WILEY, 2011.

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment. **Journal of the American Planning Association**, 76, n. 3, p. 265-294, 2010. Article.

FARAHANI, L.; BEYNON, D.; FREEMAN, C. The need for diversity of uses in suburban neighbourhood centres. **Urban Design International**, 23, n. 2, p. 86-101, MAY 2018 2018a. Article.

FARAHANI, L. M.; BEYNON, D.; FREEMAN, C. G. The need for diversity of uses in suburban neighbourhood centres. **Urban Design International**, 23, n. 2, p. 86-101, May 2018b. Article.

FERRARI, G.; OLIVEIRA WERNECK, A.; RODRIGUES DA SILVA, D.; KOVALSKYS, I. *et al.* Association between Perceived Neighborhood Built Environment and Walking and Cycling for Transport among Inhabitants from Latin America: The ELANS Study. **Int J Environ Res Public Health**, 17, n. 18, Sep 19 2020.

FIASCONARO, A.; STRANO, E.; NICOSIA, V.; PORTA, S. *et al.* Spatio-Temporal Analysis of Micro Economic Activities in Rome Reveals Patterns of Mixed-Use Urban Evolution. **Plos One**, 11, n. 3, p. 15, Mar 2016. Article.

FLORIANÓPOLIS. LEI COMPLEMENTAR Nº 482, DE 17 DE JANEIRO DE 2014 - INSTITUI O PLANO DIRETOR DE URBANISMO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS QUE DISPÕE SOBRE A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO URBANO, O PLANO DE USO E OCUPAÇÃO, OS INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS E O SISTEMA DE GESTÃO. Florianópolis, pp.

FLORIANÓPOLIS. REGULAMENTA O ART. 64, DA LEI COMPLEMENTAR Nº 482, DE 2014, QUE INSTITUI O PLANO DIRETOR DE URBANISMO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS QUE DISPÕE SOBRE A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO URBANO, O PLANO DE USO E OCUPAÇÃO, OS INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS E O SISTEMA DE GESTÃO. Florianópolis, pp.

FORBES. **Americans Visit Their Doctor 4 Times A Year. People In Japan Visit 13 Times A Year** [infographic]. 2014. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2014/09/04/americans-visit-their-doctor-4-times-a-year-people-in-japan-visit-13-times-a-year-infographic/?sh=1251c229e347>.

FRANK, L. D.; PIVO, G. IMPACTS OF MIXED USE AND DENSITY ON UTILIZATION OF THREE MODES OF TRAVEL: SINGLE-OCCUPANT VEHICLE, TRANSIT, WALKING. **Transportation Research Record**, n. 1466, p. p. 44-52, 1994.

FRANK, L. D.; SCHMID, T. L.; SALLIS, J. F.; CHAPMAN, J. *et al.* Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form - Findings from SMARTRAQ. **American Journal of Preventive Medicine**, 28, n. 2, p. 117-125, Feb 2005. Article.

FRUMKIN, H.; FRANK, L.; JACKSON, R. **Urban sprawl and public health: designing, planning, and building for healthy communities**. Washington: ISLAND PRESS, 2009.

FRUMKIN, H. F., LAWRENCE ; JACKSON, RICHARD. **Urban sprawl and public health: designing, planning, and building for healthy communities**. Washington: ISLAND PRESS, 2009.

GAZETADOPOVO. **Mais da metade dos brasileiros prefere fast-food ao comer fora de casa**. 2016. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/restaurantes/mais-da-metade-dos-brasileiros-prefere-fast-food-ao-comer-fora-de-casa/>.

GEHRKE, S.; CLIFTON, K. An activity-related land use mix construct and its connection to pedestrian travel. **Environment and Planning B-Urban Analytics and City Science**, 46, n. 1, p. 9-26, JAN 2019 2019a. Article.

GEHRKE, S. R.; CLIFTON, K. J. Operationalizing Land Use Diversity at Varying Geographic Scales and Its Connection to Mode Choice Evidence from Portland, Oregon. **Transportation Research Record**, n. 2453, p. 128-136, 2014. Article.

GEHRKE, S. R.; CLIFTON, K. J. Toward a spatial-temporal measure of land-use mix. **Journal of Transport and Land Use**, 9, n. 1, p. 171-186, 2016. Article; Proceedings Paper.

GEHRKE, S. R.; CLIFTON, K. J. An activity-related land use mix construct and its connection to pedestrian travel. **Environment and Planning B-Urban Analytics and City Science**, 46, n. 1, p. 9-26, Jan 2019b.

GEHRKE, S. R.; WANG, L. M. Operationalizing the neighborhood effects of the built environment on travel behavior. **Journal of Transport Geography**, 82, Jan 2020.

GOOGLE. **Popular times, wait times and visit duration**. 2022. Disponível em: <https://support.google.com/business/answer/6263531?hl=en-GB>. Acesso em: 12 de março de 2022.

HABIBIAN, M.; HOSSEINZADEH, A. Walkability index across trip purposes. **Sustainable Cities and Society**, 42, p. 216-225, Oct 2018.

HAJNA, S.; DASGUPTA, K.; JOSEPH, L.; ROSS, N. A. A call for caution and transparency in the calculation of land use mix: Measurement bias in the estimation of associations between land use mix and physical activity. **Health and Place**, 29, p. 79-83, 2014. Article.

HANDY, S.; BOARNET, M.; EWING, R.; KILLINGSWORTH, R. How the built environment affects physical activity - Views from urban planning. **American Journal of Preventive Medicine**, 23, n. 2, p. 64-73, AUG 2002 2002. Article.

HARRISON, A. R. **National Land Use Database: Land Use and Land Cover Classification**. Office of the Deputy Prime Minister. London. 2006.

HATAMZADEH, Y.; HOSEINZADEH, A. Toward a deeper understanding of elderly walking for transport: An analysis across genders in a case study of Iran. **Journal of Transport & Health**, 19, 12 2020.

HE, H.; LI, T. T.; YU, Y. W.; LIN, X. W. Associations Between Built Environment Characteristics and Walking in Older Adults in a High-Density City: A Study From a Chinese Megacity. **Frontiers in Public Health**, 8, Nov 2020.

HESS, P.; MOUDON, A.; LOGSDON, M.; TRB. Measuring land use patterns for transportation research. **Land Development and Public Involvement in Transportation**, n. 1780, p. 17-24, 2001 2001. Article|Proceedings Paper.

HILLIER, B., 2009, Stockholm. KTH. **Spatial Sustainability in Cities: organic patterns and sustainable forms**. Stockholm: 2009.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The Social Logic of Space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HILLIER, B.; IIDA, S., 2005, Delft: TU Delft, Faculty of Architecture, Section of Urban Renewal and Management. **Network effects and psychological effects: a theory of urban movement**.

HILLIER, B.; PENN, A.; HANSON, J.; GRAJEWSKI, T. *et al.* Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 20, n. 1, p. 29-66, 1993.

IBGE. CNEFE : cadastro nacional de endereços para fins estatísticos / Censo 2010. 2010a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. pp.

IM, H. N.; CHOI, C. G. The hidden side of the entropy-based land-use mix index: Clarifying the relationship between pedestrian volume and land-use mix. **Urban Studies**, 56, n. 9, p. 1865-1881, Jul 2019.

IM, H. N.; CHOI, C. G. Measuring pedestrian volume by land use mix: Presenting a new entropy-based index by weighting walking generation units. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, 47, n. 7, p. 1219-1236, 2020a. Article.

IM, H. N.; CHOI, C. G. Measuring pedestrian volume by land use mix: Presenting a new entropy-based index by weighting walking generation units. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, 47, n. 7, p. 1219-1236, Sep 2020b.

INFOARQ. Base de dados em shapefile: Mapa de segmentos da Grande Florianópolis. UFSC. Grupo de Pesquisa Urbanidades, pp.

ITO, K.; REARDON, T. G.; ARCAYA, M. C.; SHAMSUDDIN, S. *et al.* Built Environment and Walking to School Findings from a Student Travel Behavior Survey in Massachusetts. **Transportation Research Record**, n. 2666, p. 78-84, 2017. Article.

JACOBS, J. **The Death and Life of Great American Cities**. New York, NY: 1961.

JACOBS-CRISIONI, C.; RIETVELD, P.; KOOMEN, E.; TRANOS, E. Evaluating the impact of land-use density and mix on spatiotemporal urban activity patterns: an exploratory study using mobile phone data. **Environment and Planning a-Economy and Space**, 46, n. 11, p. 2769-2785, 2014. Article.

JIAO, J. C.; ROLLO, O.; FU, B. B.; LIU, C. L. Exploring Effective Built Environment Factors for Evaluating Pedestrian Volume in High-Density Areas: A New Finding for the Central Business District in Melbourne, Australia. **Land**, 10, n. 6, Jun 2021. Article.

KACZYNSKI, A. T. Neighborhood walkability perceptions: Associations with amount of neighborhood-based physical activity by intensity and purpose. **Journal of Physical Activity and Health**, 7, n. 1, p. 3-10, 2010. Article.

KERR, J.; EMOND, J. A.; BADLAND, H.; REIS, R. *et al.* Perceived neighborhood environmental attributes associated with walking and cycling for transport among adult residents of 17 cities in 12 countries: The IPEN study. **Environmental Health Perspectives**, 124, n. 3, p. 290-298, 2016. Article.

KIM, H. K.; SOHN, D. W. An analysis of the relationship between land use density of office buildings and urban street configuration - Case studies of two areas in Seoul by space syntax analysis. **Cities**, 19, n. 6, p. 409-418, Dec 2002. Article.

KIM, T.; SOHN, D. W.; CHOO, S. An analysis of the relationship between pedestrian traffic volumes and built environment around metro stations in Seoul. **KSCE Journal of Civil Engineering**, 21, n. 4, p. 1443-1452, 2017. Article.

KRETZER, G.; KANASHIRO, M.; SABOYA, R. T. Complementarity between urban land uses: a temporal analysis. **Journal of Urban Design**, p. 1-18, 2023.

KROPF, K. Aspects of urban form. **Urban Morphology**, 13, n. 2, p. 105-120, OCT 2009 2009. Article.

KWAN, M.; WEBER, J. Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use-travel interaction. **Applied Geography**, 28, n. 2, p. 110-123, APR 2008 2008. Article.

LARRANAGA, A. M.; CYBIS, H. B. B. The relationship between built environment and walking for different trip purposes in porto alegre, Brazil. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, 9, n. 4, p. 568-580, 2014. Article.

LESLIE, E.; COFFEE, N.; FRANK, L.; OWEN, N. *et al.* Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. **Health & Place**, 13, n. 1, p. 111-122, MAR 2007 2007. Article|Proceedings Paper.

LI, F.; HARMER, P. A.; CARDINAL, B. J.; BOSWORTH, M. *et al.* Built Environment, Adiposity, and Physical Activity in Adults Aged 50-75. **American Journal of Preventive Medicine**, 35, n. 1, p. 38-46, 2008. Article.

LI, M. Y.; SHEN, Z. J.; HAO, X. H. Revealing the relationship between spatio-temporal distribution of population and urban function with social media data. **GeoJournal**, 81, n. 6, p. 919-935, Dec 2016. Article.

LIU, J.; XIAO, L.; YANG, L.; ZHOU, J. A tale of two social groups in Xiamen, China: Trip frequency of migrants and locals and its determinants. **Travel Behaviour and Society**, 20, p. pp 213-224, 07 2020.

LU, Y.; CHEN, L.; YANG, Y.; GOU, Z. The Association of Built Environment and Physical Activity in Older Adults: Using a Citywide Public Housing Scheme to Reduce Residential Self-Selection Bias. **Int J Environ Res Public Health**, 15, n. 9, Sep 10 2018.

LU, Y.; XIAO, Y.; YE, Y. Urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong. **Preventive Medicine**, 103, p. S99-S103, Oct 2017.

MANAUGH, K.; KREIDER, T. What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. **Journal of Transport and Land Use**, 6, n. 1, p. 63-72, 2013 2013. Article.

MANOJ, M.; VERMA, A. Effect of built environment measures on trip distance and mode choice decision of non-workers from a city of a developing country, India. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 46, p. 351-364, 2016. Article.

MAVOA, S.; BOULANGE, C.; EAGLESON, S.; STEWART, J. *et al.* Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index. **Journal of Transport and Land Use**, 11, n. 1, p. 681-700, 2018 2018. Article.

MCCONVILLE, M. E.; RODRIGUEZ, D. A.; CLIFTON, K.; CHO, G. *et al.* Disaggregate Land Uses and Walking. **American Journal of Preventive Medicine**, 40, n. 1, p. 25-32, Jan 2011. Article.

MEHTA, V. Lively streets - Determining environmental characteristics to support social behavior. **Journal of Planning Education and Research**, 27, n. 2, p. 165-187, WIN 2007 2007. Review.

MERTENS, L.; VAN DYCK, D.; DEFORCHE, B.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. *et al.* Individual, social, and physical environmental factors related to changes in walking and cycling for transport among older adults: A longitudinal study. **Health & Place**, 55, p. 120-127, Jan 2019.

MONTGOMERY, J. Making a city: Urbanity, vitality and urban design. **Journal of Urban Design**, 3, n. 1, p. 93-116, 1998.

MOUDON, A. V.; LEE, C.; CHEADLE, A. D.; GARVIN, C. *et al.* Attributes of environments supporting walking. **American Journal of Health Promotion**, 21, n. 5, p. 448-459, 2007. Article.

NARVAEZ, L.; PENN, A. The Architecture of Mixed Uses. **The Journal of Space Syntax**, 7, n. 1, p. 107-136, 2016.

NARVAEZ, L. P., A. The Architecture of Mixed Uses. **The Journal of Space Syntax**, 7, n. 1, p. 107-136, 2016.

NOONAN, R. J.; BODDY, L. M.; KNOWLES, Z. R.; FAIRCLOUGH, S. J. Fitness, fatness and active school commuting among liverpool schoolchildren. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 14, n. 9, 2017. Article.

NOORDZIJ, J. M.; BEENACKERS, M. A.; GROENIGER, J. O.; TIMMERMANS, E. J. *et al.* Land use mix and physical activity in middle-aged and older adults: a longitudinal study examining changes in land use mix in two Dutch cohorts. **Int J Behav Nutr Phys Act**, 18, n. 1, p. 29, Feb 15 2021.

NRPA, N. R. A. P. A. **29: Number of Times Americans Visit Their Local Parks Annually**. 2016. Disponível em: <https://www.nrpa.org/blog/29-number-of-times-americans-visit-their-local-parks-annually/>.

NYC, P. **Zoning Handbook**. New York, 2018. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/site/planning/zoning/zh-2016.page>. Acesso em: 30 de março.

PARK, K.; EWING, R.; SCHEER, B. C.; TIAN, G. The impacts of built environment characteristics of rail station areas on household travel behavior. **Cities**, 74, p. 277-283, Apr 2018.

PAROLEK, D. G.; PAROLEK, K.; CRAWFORD, P. C. **Form Based Codes: A Guide for Planners, Urban Designers, Municipalities, and Developers**. Hoboken: Wiley, 2008.

PAYMENTSJOURNAL. What Age Demographic Visits Physical Bank Branches Most Often? 2019.

PLAMUS. **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2015.

POLL, H. **Religious Views and Beliefs Vary Greatly by Country, According to the Latest Financial Times/Harris Poll**. 2012. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20120523154823/http://www.harrisinteractive.com/NEWS/allnewsbydate.asp?NewsID=1130>.

PONT, M.; STAVROULAKI, G.; BOBKOVA, E.; GIL, J. *et al.* The spatial distribution and frequency of street, plot and building types across five European cities. **Environment and Planning B-Urban Analytics and City Science**, 46, n. 7, p. 1226-1242, SEP 2019 2019. Article.

RENNE, J. L.; HAMIDI, S.; EWING, R. Transit commuting, the network accessibility effect, and the built environment in station areas across the United States. **Research in Transportation Economics**, 60, p. 35-43, 2016. Article.

REUSOVA, A. **Hierarchical Clustering on Categorical Data in R**. 2018. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/hierarchical-clustering-on-categorical-data-in-r-a27e578f2995>. Acesso em: 8 de março de 2022.

ROSSO, A. L.; HARDING, A. B.; CLARKE, P. J.; STUDENSKI, S. A. *et al.* Associations of Neighborhood Walkability and Walking Behaviors by Cognitive Trajectory in Older Adults. **Gerontologist**, 61, n. 7, p. 1053-1061, 2021. Article.

ROWLEY, A. Mixed-use Development: Ambiguous concept, simplistic analysis and wishful thinking? **Planning Practice & Research**, Vol. 11 (1), p. p. 85-98, 1996.

RUNREPEAT. **77 Gym Membership Statistics, Facts, and Trends [2020/2021]**. 2023. Disponível em: <https://runrepeat.com/gym-membership-statistics#gym-gender-statistics>.

SABOYA, R. T. **Comunicação verbal a respeito do processamento de um script em Python**. 2021.

SABOYA, R. T. **Comunicação pessoal a respeito de uma adaptação da medida do NEWS**. 2023.

SABOYA, R. T.; D'ORSI, E.; KEIVANI, R. Land use mix and utilitarian walking among older adults: accessibility, residential and non-residential uses as potential confounders in a longitudinal design. Manuscrito em elaboração. Correspondência do autor. 2023.

SABOYA, R. T.; KRETZER, G.; CALVETTI, F. Land use mix and walking: a review of the empirical evidence. **(em desenvolvimento)**, -.

SAELENS, B. E.; SALLIS, J. F.; FRANK, L. D. Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. **Annals of Behavioral Medicine**, 25, n. 2, p. 80-91, Spr 2003. Article.

SÃO PAULO, C. D. Projeto de Lei 688/13. São Paulo, pp.

SCIENCE, L. 1 in 5 US Adults Visits ER Yearly. 2016.

SEONG, E. Y.; LEE, N. H.; CHOI, C. G. Relationship between Land Use Mix and Walking Choice in High-Density Cities: A Review of Walking in Seoul, South Korea. *Sustainability*, 13, n. 2, Jan 2021.

SEVTSUK, A. **Street Commerce: Creating Vibrant Urban Sidewalks**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2020. (The City in the Twenty-First Century. 9780812252200.

SINDUSFARMA. <https://sindusfarma.org.br/noticias/empresas-foco/exibir/18833-pesquisa-mostra-que-quase-90-dos-brasileiros-tem-problemas-de-pele>. 2022. Disponível em: <https://sindusfarma.org.br/noticias/empresas-foco/exibir/18833-pesquisa-mostra-que-quase-90-dos-brasileiros-tem-problemas-de-pele>.

STATISTA. **How often do you dine out at a full service restaurant?** , 2016. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/301374/frequency-of-dining-out-in-restaurants-in-the-us/>.

STATISTA. **Average frequency of barber visits in the United Kingdom (UK) in 2017**. 2017a. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/719264/average-barber-visit-frequency-in-the-uk/>.

STATISTA. **How often do you go to a bar for a drink ?** , 2017b. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/748516/frequency-bar-of-having-drink-france/>.

STATISTA. **How often do you go to a bakery?** , 2018a. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1078020/frequency-visit-bakery-france/>.

STATISTA. **How often do you usually go to a hair salon?** , 2018b. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1107161/frequency-visit-hairdressing-salons-france/>.

STATISTA. **Frequency of clothing purchased via online or in-store in the United Kingdom (UK) in 2019**. 2019a. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1134597/frequency-of-clothing-purchase-in-the-uk/>.

STATISTA. **How many nights in total did you spend in hotels on business trips over the past 12 months?** , 2019b. Disponível em:

<https://www.statista.com/statistics/717999/business-travel-number-of-nights-spent-in-hotels-by-us-travelers/>.

STATISTA. How often consumers visit DIY and home improvement stores in Canada as of March 2019. 2019c. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/982933/frequency-of-visiting-diy-and-home-improvement-stores-canada/>.

STATISTA. How often do you visit a shopping mall? , 2019d. Disponível em: <https://www.statista.com/forecasts/1027482/frequency-of-shopping-mall-visits-in-the-us>.

STATISTA. Frequency of visiting convenience stores in Canada in 2020, by trip type. 2020. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1092424/how-often-canadians-visit-convenience-stores/>.

STATISTA. Consumers' weekly grocery shopping trips in the United States from 2006 to 2022. 2022a. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/251728/weekly-number-of-us-grocery-shopping-trips-per-household/>.

STATISTA. How often do you go to the supermarket to buy groceries? , 2022b. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/886964/supermarket-visit-frequency-in-the-netherlands/>.

STATISTA. How often do you purchase coffee from a coffee shop? , 2022c. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1327853/frequency-of-purchasing-coffee-from-coffee-shops/>.

STATISTA. How often do you eat fast-food products (burgers, fries, hot dogs, etc.)? , 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1121320/poland-frequency-of-eating-fast-food/>.

SUGIYAMA, T.; RACHELE, J. N.; GUNN, L. D.; BURTON, N. W. *et al.* Land use proportion and walking: Application of isometric substitution analysis. **Health & Place**, 57, p. 352-357, May 2019.

SULIS, P.; MANLEY, E.; ZHONG, C.; BATTY, M. Using mobility data as proxy for measuring urban vitality. **JOURNAL OF SPATIAL INFORMATION SCIENCE**, 16, p. 137-162, 2018.

SUN, Y. R.; DU, Y. Y.; WANG, Y.; ZHUANG, L. Y. Examining Associations of Environmental Characteristics with Recreational Cycling Behaviour by Street-Level Strava Data. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 14, n. 6, Jun 2017.

SUN, Z.; LAI, K. Y.; BELL, S.; SCOTT, I. *et al.* Exploring the associations of walking behavior with neighborhood environments by different life stages: A cross-sectional study in a smaller Chinese city. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17, n. 1, 2020. Article.

SUN, Z.; SCOTT, I.; BELL, S.; ZHANG, X. *et al.* Time Distances to Residential Food Amenities and Daily Walking Duration: A Cross-Sectional Study in Two Low Tier Chinese Cities. **Int J Environ Res Public Health**, 18, n. 2, Jan 19 2021.

SUNG, H.; LEE, S. Residential built environment and walking activity: Empirical evidence of Jane Jacobs' urban vitality. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 41, p. 318-329, 2015. Article.

SUNG, H.; LEE, S.; CHEON, S. Operationalizing Jane Jacobs's Urban Design Theory: Empirical Verification from the Great City of Seoul, Korea. **Journal of Planning Education and Research**, 35, n. 2, p. 117-130, Sum 2015. Article.

SUNG, H.; LEE, S.; JUNG, S. Identifying the relationship between the objectively measured built environment and walking activity in the high-density and transit-oriented city, Seoul, Korea. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 41, n. 4, p. 637-660, 2014. Article.

THORNTON, C. M.; KERR, J.; CONWAY, T. L.; SAELENS, B. E. *et al.* Physical Activity in Older Adults: an Ecological Approach. **Annals of Behavioral Medicine**, 51, n. 2, p. 159-169, Apr 2017. Article.

TROPED, P. J.; TAMURA, K.; MCDONOUGH, M. H.; STARNES, H. A. *et al.* Direct and Indirect Associations Between the Built Environment and Leisure and Utilitarian Walking in Older Women. **Annals of Behavioral Medicine**, 51, n. 2, p. 282-291, Apr 2017. Article.

TUM. **Urban Mobility Next 9: ±15-Minute City: Human-centred planning in action - Mobility for more liveable urban spaces**. Munich: 2022.

UN HABITAT, U. N. C. F. H. S. **MULTILINGUAL GLOSSARY OF HUMAN SETTLEMENTS TERMS**. United Nations Centre for Human Settlements. Nairobi. 1992.

UN-HABITAT. **A New Strategy of Sustainable Neighbourhood Planning: Five principles.** 2014.

VAN DEN HOEK, J. The MXI (Mixed-use Index) as Tool for Urban Planning and Analysis. **Corporations and Cities: Envisioning Corporate Real Estate in the Urban Future**, 2008.

VAN DYCK, D.; CERIN, E.; CONWAY, T. L.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. *et al.* Perceived neighborhood environmental attributes associated with adults' transport-related walking and cycling: Findings from the USA, Australia and Belgium. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, 9, 2012. Article.

VAN NES, A.; BERGHAUSER PONT, M. Y.; MASHHOODI, B., 2012, Santiago, PUC. **COMBINATION OF SPACE SYNTAX WITH SPACEMATRIX AND THE MIXED USE INDEX. The Rotterdam South test case.** Santiago: 2012.

VANCAMPFORT, D.; STUBBS, B.; SALLIS, J. F.; NABANOBA, J. *et al.* Associations of the built environment with physical activity and sedentary time in Ugandan outpatients with mental health problems. **Journal of Physical Activity and Health**, 16, n. 4, p. 243-250, 2019. Article.

VARGAS, H. C. Comércio, Serviços e Cidade. Subsídios para Gestão Urbana. **REVISTA BRASILEIRA DE ESTUDOS URBANOS E REGIONAIS**, 22, p. 1-26, 2020.

WANG, J.; CAO, X. Exploring built environment correlates of walking distance of transit egress in the Twin Cities. **Journal of Transport Geography**, 64, p. 132-138, 2017a. Article.

WANG, J. Y.; CAO, X. Y. Exploring built environment correlates of walking distance of transit egress in the Twin Cities. **Journal of Transport Geography**, 64, p. 132-138, Oct 2017b. Article.

WANG, Y. D.; WANG, T.; TSOU, M. H.; LI, H. *et al.* Mapping Dynamic Urban Land Use Patterns with Crowdsourced Geo-Tagged Social Media (Sina-Weibo) and Commercial Points of Interest Collections in Beijing, China. **Sustainability**, 8, n. 11, p. 19, Nov 2016. Article.

WANG, Z.; ETTEMA, D.; HELBICH, M. Objective environmental exposures correlate differently with recreational and transportation walking: A cross-sectional national study in the Netherlands. **Environmental Research**, 194, 2021. Article.

WEI, Y. D.; XIAO, W. Y.; WEN, M.; WEI, R. Walkability, Land Use and Physical Activity. **Sustainability**, 8, n. 1, Jan 2016. Article.

WINTERS, M.; BRAUER, M.; SETTON, E. M.; TESCHKE, K. Built Environment Influences on Healthy Transportation Choices: Bicycling versus Driving. **Journal of Urban Health-Bulletin of the New York Academy of Medicine**, 87, n. 6, p. 969-993, Dec 2010. Article.

XIAO, L. Z.; YANG, L. C.; LIU, J. X.; YANG, H. T. Built Environment Correlates of the Propensity of Walking and Cycling. **Sustainability**, 12, n. 20, Oct 2020.

YEANG, L. D. **Urban Design Compendium**. London: Homes and Communities Agency, 2000.

YPULSE. **How Many Young Consumers Are Actually Buying Concert Tickets?** , 2019. Disponível em: <https://www.ypulse.com/article/2019/11/06/how-many-young-consumers-are-actually-buying-concert-tickets/>.

ZANDIEH, R.; FLACKE, J.; MARTINEZ, J.; JONES, P. *et al.* Do inequalities in neighborhood walkability drive disparities in older adults' outdoor walking? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 14, n. 7, 2017. Article.

ZANG, P.; LIU, X.; ZHAO, Y.; GUO, H. *et al.* Eye-Level Street Greenery and Walking Behaviors of Older Adults. **Int J Environ Res Public Health**, 17, n. 17, Aug 24 2020.

ZANG, P.; XUE, C. Q. L.; LUG, Y.; TU, K. W. Neighbourhood adaptability for Hong Kong's ageing population. **Urban Design International**, 24, n. 3, p. 187-205, Sep 2019.

ZHANG, X. C.; SUN, Y. R.; ZHENG, A. Y.; WANG, Y. A New Approach to Refining Land Use Types: Predicting Point-of-Interest Categories Using Weibo Check-in Data. **Isprs International Journal of Geo-Information**, 9, n. 2, p. 19, Feb 2020. Article.

ZHAO, P.; WAN, J. Examining the effects of neighbourhood design on walking in growing megacity. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 86, 09 2020.