

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
DOUTORADO EM ARQUITETURA

Letícia de Castro Gabriel

**EFEITOS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA VITALIDADE
URBANA**

Porto Alegre, RS
2024

Letícia de Castro Gabriel

EFEITOS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA VITALIDADE URBANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito para obtenção do título de Doutora em Arquitetura.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Viera de Aguiar

Porto Alegre, RS
2024

CIP - Catalogação na Publicação

Gabriel, Leticia de Castro
Efeitos da configuração espacial na Vitalidade
Urbana / Leticia de Castro Gabriel. -- 2024.
314 f.
Orientador: Douglas Vieira de Aguiar.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de
Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre, BR-RS,
2024.

1. Vitalidade urbana. 2. Tipologia funcional. 3.
Sintaxe espacial. I. Aguiar, Douglas Vieira de,
orient. II. Título.

Letícia de Castro Gabriel

EFEITOS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA VITALIDADE URBANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito para obtenção do título de **Doutora em Arquitetura**.

Aprovado em 09 de outubro de 2024:

Douglas Vieira de Aguiar, Prof. Dr. (UFRGS)
(Presidente/Orientador)

Betina Tschiedel Martau, Profa. Dra. (UFRGS)

Edson Luiz Bortoluzzi da Silva, Prof. Dr. (UFSC)

Júlio Celso Borello Vargas, Prof. Dr. (UFRGS)

Renato Tibiriçá de Saboya, Prof. Dr. (UFSC)

Porto Alegre, RS
2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar reconhecimento e agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, ao Prof. Douglas Vieira de Aguiar, por ter me acolhido no Programa de Pós-graduação em Arquitetura. A ele que não me conhecia, mostrou-se aberto à orientação e sempre foi gentil na condução desta tese, sabendo respeitar minhas dificuldades e o tempo necessário de compreensão a um tema/área de conhecimento que ainda não me era familiar. Obrigada por ter possibilitado que a Faculdade de Arquitetura fosse lugar de expansão de horizontes e onde pude crescer academicamente.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROPAR), na figura de seus professores e secretaria, obrigado pela assistência fornecida ao longo do caminho. À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do campus de Cachoeira do Sul, por possibilitar o período de afastamento de 2 anos, assim como aos colegas pelas demais ausências. Aos alunos, a falta do convívio em sala de aula foi bastante sentida e a volta me encheu de vigor.

Aos professores que avaliaram este trabalho nas suas diferentes etapas, obrigada por dedicarem tempo e atenção à leitura, encontrando meios extremamente cordiais de colaborarem e me oferecerem condições de notar o que eu não pude perceber. Suas críticas construtivas, sugestões e comentários foram valiosos. Me perdoem caso eu não tenha alcançado o rigor e o nível de aprofundamento, minhas limitações também se mostraram companhia constante.

Agradeço também pelo fornecimento e análise de dados que viabilizaram a realização desta pesquisa: ao Prof. Edson Luiz Bortoluzzi da Silva, por disponibilizar, no início de 2020, o banco de dados produzido em sua tese; ao Felipe Bassan Marinho Maciel por compartilhar, no início de 2021, o mapa axial de Santa Maria produzido em sua dissertação; ao Instituto de Planejamento de Santa Maria por fornecer, entre 2021 e 2022, dados cadastrais do município; ao Núcleo de Assessoria Estatística (NAE/IME), na figura do Prof. Fernando Hepp Pulgati e de seus alunos que, em 2023, me ofereceram assessoria a partir do banco de dados que produzi e com os modelos estatísticos apresentados nesta tese. À Patrícia Rejane Froelich, da Help On, pela consultoria acadêmica na leitura e revisão de texto, mas, sobretudo, pela escuta e pelo inestimável suporte emocional.

Finalmente, reconheço o apoio de pessoas especiais durante esta jornada. Aos familiares sempre compreensivos e que são lugar seguro, aos amigos queridos a quem eu costumo amorosamente e “de perto” agradecer por dividirem a vida, paisagens, casa e calçadas. Muito obrigada!

RESUMO

EFEITOS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA VITALIDADE URBANA

AUTOR: Letícia de Castro Gabriel
ORIENTADOR: Douglas Vieira de Aguiar

O conceito de Vitalidade Urbana, formulado por Jane Jacobs em *The Death and Life of Great American Cities* (1961), vincula-se à vida urbana nas ruas e à noção de diversidade. Assim tornou-se fundamental para o planejamento, projeto e gestão urbanos, na medida em que as áreas de uma cidade com alta vitalidade são reconhecidas como vibrantes e atrativas, já as de baixa vitalidade, como vazias e inseguras. Esta tese abordou a Vitalidade Urbana como expressão de fatores dinâmico-funcionais do fenômeno urbano e os analisou, estatisticamente, junto às propriedades configuracionais via medidas sintáticas bem como à caracterização da forma urbana, no caso de lotes e da forma construída, adotando a classificação de tipologias funcionais. A metodologia envolveu a quantificação da distribuição do padrão de movimento de veículos, da presença de pessoas e da ocorrência de atratores urbanos, e, de modo relacionado, a descrição da estrutura urbana a partir de distinções espaciais decorrentes das gradações de integração, escolha ou alcance e das densidades de elementos morfológicos. O objeto de estudo contou com áreas urbanas de Santa Maria (RS, Brasil), delimitadas a partir de diferenciações do tecido urbano, e nas quais se manifesta o processo de centralidade enquanto abordagem da economia do movimento. Após averiguação empírica, observou-se que cada área apresentou um padrão de Vitalidade Urbana próprio. Conforme os resultados dos modelos de análise configuracional urbana, parcialmente comprovou-se a hipótese de que a Vitalidade Urbana primariamente acompanharia as variações de acessibilidade. Para a área cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado, a tendência para a multiplicação de efeitos, ainda não acionada, não interferiu na variabilidade e na desestabilização da variância dos padrões urbanos. Assim, todos os padrões descritivos da Vitalidade Urbana apresentaram a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular local. E, ao contrário, para a área cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece ter sido iniciado, isto em função dos altos valores do padrão de localização de atividades econômicas a multiplicar os valores do padrão de presença de pessoas, apenas o padrão movimento de veículos apresentou a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular global. Ou seja, demonstrando comportamento previsto pela teoria sintática da configuração espacial ser a principal geradora dos padrões de movimento natural e do acionamento de uma forma não linear de multiplicação de efeitos. Os resultados dos modelos de análise configuracional e de análise da forma urbana chegaram a alcançar coeficientes de determinação ajustados (R^2) maiores que 0,80, nos quais a explicação da extensão da variância das variáveis descritivas da Vitalidade Urbana coube às medidas sintáticas angulares e de incidência de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto ou de tipologias específicas, como as de atividades econômicas tanto em baixa altura quanto em altura, e de uso misto tanto em baixa altura quanto em altura. Por fim, também houve correspondência dos maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados em *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas maiores faixas de acessibilidade.

Palavras-chave: Vitalidade urbana. Tipologia funcional. Sintaxe espacial.

ABSTRACT

EFFECTS OF SPATIAL CONFIGURATION ON URBAN VITALITY

AUTHOR: Letícia de Castro Gabriel

ADVISOR: Douglas Vieira de Aguiar

The concept of Urban Vitality, formulated by Jane Jacobs in *The Death and Life of Great American Cities* (1961), is linked to urban life on the streets and the notion of diversity. It has thus become fundamental to urban planning, design, and management, as areas of a city with high vitality are recognized as vibrant and attractive, whereas those with low vitality are seen as empty and unsafe. This thesis addressed Urban Vitality as an expression of the dynamic-functional factors of the urban phenomenon and analyzed it statistically, alongside configurational properties through syntactic measures, as well as urban form characterization, specifically regarding lots and built form, using functional typology classifications. The methodology involved quantifying the distribution patterns of vehicle movement, of people's presence, and of the occurrence of urban attractors. Additionally, it described urban structure based on spatial distinctions resulting from gradations of integration, choice or reach, and densities of morphological elements. The study focused on urban areas in Santa Maria (RS, Brazil), delineated by distinctions in the urban fabric, where the process of centrality manifests as an approach to the economy of movement. Empirical investigation revealed that each area exhibited its own Urban Vitality pattern. According to the results of the urban configurational analysis models, the hypothesis that Urban Vitality primarily aligns with variations in accessibility was partially confirmed. In the area where the dynamic feedback cycle seemed not to have been initiated, the trend towards the multiplication of effects, which had not yet been triggered, did not affect the variability or destabilization of urban patterns. Consequently, all descriptive patterns of Urban Vitality showed a growing pattern with the variable of local angular integration. Conversely, in the area where the dynamic feedback cycle appeared to have begun, due to high values of the economic activity location pattern multiplying the values of the people presence pattern, only the vehicle movement pattern showed a growing pattern with the global angular integration variable. This demonstrates that the syntactic theory of spatial configuration predicts that the main generator of natural movement patterns and the activation of a nonlinear effect multiplication form is the spatial configuration. The results of the configurational analysis models and urban form analysis achieved adjusted R^2 coefficients greater than 0.80, indicating that the explanation for the variance in descriptive variables of Urban Vitality was primarily due to angular syntactic measures and the incidence of non-residential and mixed-use functional typologies, including specific typologies such as economic activities at both low and high heights, and mixed-use at both low and high heights. Finally, there was also a correspondence with the highest levels of Urban Vitality recorded in live centre lines or core lines within the highest accessibility bands.

Keywords: Urban vitality. Functional typology. Spatial syntax.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relações assimétricas e simétricas entre configuração, movimento e atratores.....	78
Figura 2: Malha viária teórica demonstrando carregamentos espaciais, representados por unidades comerciais em diferentes locais, e as alterações na medida de integração.....	80
Figura 3: Relações entre os diferentes padrões urbanos.....	81
Figura 4: Configurações das grades A, B, C e D e análises de integração.....	91
Figura 5: Manipulação da grade A e análises sintáticas.....	92
Figura 6: Esquema das medidas de conectividade/de alcance baseadas em SIG.....	97
Figura 7: Diagrama de ‘traverse permeability’.....	138
Figura 8: Delimitação das áreas de estudo.....	139
Figura 9: Limites da área de estudo Oeste.....	140
Figura 10: Limites da área de estudo Centro.....	141
Figura 11: Limites da área de estudo Leste.....	142
Figura 12: Delimitação de subáreas nas áreas de estudo.....	143
Figura 13: Exemplo de delimitação de subáreas na área de estudo Leste.....	144
Figura 14: Mapa gradações de acessibilidade e rotulação segmentos para a área Oeste.....	145
Figura 15: (2904) Rua Pedro Luís da Silva (Tancredo Neves).....	146
Figura 16: (91) Rua Fernando de Noronha (Pinheiro Machado).....	146
Figura 17: (2977) Rua Eng. Adi João Forgiarini (Pinheiro Machado).....	146
Figura 18: (2828) Rua Darcí Fagundes (Tancredo Neves).....	146
Figura 19: (6549) RSC287 (Pinheiro Machado).....	147
Figura 20: (2517) Av. Paulo Lauda (Tancredo Neves).....	147
Figura 21: (6684) Rua das Bergamoteiras (Juscelino Kubitschek).....	147
Figura 22: (7188) Rua Manoel Mallmann Filho (Nova Santa Marta).....	147
Figura 23: Mapa gradações de acessibilidade e rotulação segmentos para a área Central.....	148
Figura 24: (167) Rua Honório Magno (Duque de Caxias).....	149
Figura 25: (2495) Av. Dom Ivo Lorscheiter (Passo d’Áreia).....	149
Figura 26: (3395) Rua Duque de Caxias (Centro).....	149
Figura 27: (4919) Rua Floriano Peixoto (Centro).....	149
Figura 28: (3433) Av. Presidente Vargas (Centro).....	150
Figura 29: (3214) Av. Rio Branco (Centro).....	150
Figura 30: (4520) Rua do Acampamento (Centro).....	150
Figura 31: (3340) Rua Venâncio Aires (Centro).....	150

Figura 32: Mapa gradações acessibilidade e rotulação segmentos para a área Leste.	151
Figura 33: (1004) Rua Érico Veríssimo (Camobi).....	151
Figura 34: (406) Av. Evaldo Behr (Camobi).	151
Figura 35: (1194) Rua João Goulart (Camobi).	152
Figura 36: (1122) Rua João da Fontoura e Souza (Camobi).....	152
Figura 37: (381) Rua Erly de Almeida Lima (Camobi).....	152
Figura 38: (1113) Rua Vicente de Prado Lima (Camobi).....	152
Figura 39: (1082) Faixa Nova / RSC287 (Camobi).....	153
Figura 40: (1140) Faixa Velha / ERS509 (Camobi).	153
Figura 41: Representação de um sistema urbano, composto por linhas axiais (a), linhas axiais segmentadas (b), trechos ou segmentos de via unidos por nós viários (c) e segmentos de linha unidos por nós de linhas (d).	155
Figura 42: Seleção das unidades de análise de acordo com a faixa de acessibilidade para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana e da forma urbana.	160
Figura 43: Trecho Rua do Acampamento - ponto de coleta no cruzamento junto à Rua José Bonifácio.....	163
Figura 44: Trecho Rua do Acampamento - ponto de coleta no cruzamento junto à Rua Pinheiro Machado.....	163
Figura 45: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Integração global (Rn) a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.	172
Figura 46: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Integração local (R3) a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.	172
Figura 47: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Integração angular global (Rn) a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.....	173
Figura 48: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Integração angular local (R1000m) a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.	173
Figura 49: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Escolha global a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.	173
Figura 50: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Escolha angular global a partir de dados construídos sobre <i>Bing Maps</i> de 2021.	173
Figura 51: Mapa Medida de Alcance Métrico com limite de raio de 1000m (MR1000m)...	174
Figura 52: Mapa Medida de Alcance Direcional com limite de 2 passos topológicos de mudança de direção e ângulo limite de 10° (DR2d10a).	174

Figura 53: Mapa Medida de Alcance Métrico e Direcional com limite de 2 passos topológicos de mudança de direção, ângulo limite de 10° e limite de raio de 1000m (R2d10a1000).	175
Figura 54: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Global (Rn). .	179
Figura 55: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3). ...	179
Figura 56: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Escolha Global (Rn).	179
Figura 57: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Conectividade.	179
Figura 58: Mapa de Inteligibilidade Global de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Global (Rn) e de Conectividade.	180
Figura 59: Mapa de Inteligibilidade Local de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3) e de Conectividade.	180
Figura 60: Mapa de Sinergia de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração global (Rn) e de Integração local (R3).	183
Figura 61: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Integração local (R3).	183
Figura 62: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Conectividade.	184
Figura 63: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Escolha local (R3).	184
Figura 64: Linha axial ID 853.	184
Figura 65: Linha axial ID 857.	184
Figura 66: Linha axial ID 2141.	186
Figura 67: Linha axial ID 2246.	186
Figura 68: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Integração local (R3). .	186
Figura 69: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Conectividade.	187
Figura 70: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Escolha local (R3).	187
Figura 71: Linha axial ID 1123.	187
Figura 72: Linha axial ID 1123.	187
Figura 73: Linha axial ID 1109.	189
Figura 74: Linha axial ID 1103.	189
Figura 75: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Integração local (R3).	191
Figura 76: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Escolha local (R3).	191
Figura 77: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Conectividade.	191
Figura 78: Linha axial ID 317.	192
Figura 79: Linha axial ID 331.	192
Figura 80: Mapa de espacialização de até 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3) e de até 30% dos segmentos de via com maiores valores de Alcance Métrico (MR1000).	194

Figura 81: Levantamento dos Lotes / Tipologias Funcionais nas áreas delimitadas.....	197
Figura 82: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Leste.....	2001
Figura 83: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Central.....	201
Figura 84: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Oeste.....	202
Figura 85: Gráfico de dispersão simples entre Integração Axial Global e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.	204
Figura 86: Gráfico de dispersão simples entre Integração Axial Local e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.	204
Figura 87: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Leste. ..	214
Figura 88: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Central.	215
Figura 89: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Oeste... ..	215
Figura 90: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Leste.....	220
Figura 91: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Central.	220
Figura 92: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Oeste.	221
Figura 93: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Leste. ...	225
Figura 94: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Central.	225
Figura 95: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Oeste. ...	226
Figura 96: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Leste.....	230
Figura 97: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.	231
Figura 98: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Oeste.	231
Figura 99: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_veicmum na área Leste.	239
Figura 100: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_veicmum na área Central.	239
Figura 101: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_pessmum na área Leste.....	240

Figura 102: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_ativecmum na área Leste.....	240
Figura 103: Área Leste, linha axial ID 151 (Faixa Acessibilidade 9).....	259
Figura 104: Área Leste, linha axial ID 149 (Faixa Acessibilidade 7).....	259
Figura 105: Área Central, linha axial ID 1225 (Faixa Acessibilidade 4).....	260
Figura 106: Área Central, linha axial ID 1109 (Faixa Acessibilidade 9).....	260
Figura 107: Área Central, linha axial ID 1426 (Faixa Acessibilidade 9).....	261
Figura 108: Área Central, linha axial ID 1424 (Faixa Acessibilidade 5).....	261
Figura 109: Área Oeste, linha axial ID 10 (Faixa Acessibilidade 9).....	262
Figura 110: Área Oeste, linha axial ID 2245 (Faixa Acessibilidade 10).....	262
Figura 111: Área Leste, linha axial ID 317 (Faixa de Acessibilidade 8).....	264
Figura 112: Área Leste, linha axial ID 151 (Faixa Acessibilidade 9).....	264
Figura 113: Área Central, linha axial ID 1102 (Faixa Acessibilidade 9).....	265
Figura 114: Área Central, linha axial ID 64 (Faixa Acessibilidade 6).....	265
Figura 115: Área Oeste, linha axial ID 850 (Faixa Acessibilidade 9).....	267
Figura 116: Área Oeste, linha axial ID 2118 (Faixa Acessibilidade 9).....	267
Figura 117: Área Leste, linha axial ID 370 (Faixa Acessibilidade 8).....	269
Figura 118: Área Leste, linha axial ID 352 (Faixa Acessibilidade 9).....	269
Figura 119: Área Central, linha axial ID 1124 (Faixa Acessibilidade 9).....	269
Figura 120: Área Central, linha axial ID 1111 (Faixa Acessibilidade 9).....	269
Figura 121: Área Central, linha axial ID 1102 (Faixa Acessibilidade 9).....	271
Figura 122: Área Central, linha axial ID 1123 (Faixa Acessibilidade 8).....	271
Figura 123: Área Oeste, linha axial ID 853 (Faixa Acessibilidade 10).....	272
Figura 124: Área Oeste, linha axial ID 10 (Faixa Acessibilidade 8).....	272
Figura 125: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1144 (Veic100m: 10,31 unidades)....	276
Figura 126: Área Leste, linha axial/segmento ID 151/605 (Pess100m: 8,27 unidades, ACTNR100m: 6557,44m ²).....	276
Figura 127: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1143 (AtivEc100m: 15,17 unidades).276	276
Figura 128: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1146 (ACM100m: 6285,30m ²).	276
Figura 129: Área Leste, linha axial/segmento ID 370/1284 (TNR100m: 6,32 unidades).	277
Figura 130: Área Leste, linha axial/segmento ID 85/362 (TM100m: 6,86 unidades).	277
Figura 131: Área Central, linha axial/segmento ID 1168/3643 (Veic100m: 14,14 unidades).	279

Figura 132: Área Central, linha axial/segmento ID 1101/3215 (Pess100m: 130,40 unidades).	279
Figura 133: Área Central, linha axial/segmento ID 1102/3226 (AtivEc100m: 29,41 unidades).	279
Figura 134: Área Central, linha axial/segmento ID 1111/3338 (ACTM: 47824,30m ² e TM100m: 10,97 unidades).	279
Figura 135: Área Central, linha axial/segmento ID 1426/4520 (TNR100m: 11,77 unidades).	280
Figura 136: Área Central, linha axial/segmento ID 1428/4550 (ACTNR100m: 51828,28m ²).	280
Figura 137: Área Central, linha axial/segmento ID 1331/4197 (Faixa Acessibilidade 9).	280
Figura 138: Área Central, linha axial/segmento ID 1/16 (Faixa Acessibilidade 9).	280
Figura 139: Área Oeste, linha axial/segmento ID 10/79 (Veic100m: 3,19 unidades).	281
Figura 140: Área Oeste, linha axial/segmento ID 926/2776 (Pess100m: 15,31 unidades e AtivEc100m: 12,46 unidades).	281
Figura 141: Área Oeste, linha axial/segmento ID 2142/6815 (ACTNR100m: 7247,64m ²).	282
Figura 142: Área Oeste, linha axial/segmento ID 890/2664 (ACTM100m: 7105,03m ²).	282
Figura 143: Área Oeste, linha axial/segmento ID 2118/6684 (TNR100m: 7,64 unidades)... ..	283
Figura 144: Área Oeste, linha axial/segmento ID 850/2506 (TM100m: 6,14 unidades).	283
Figura 145: Área Oeste, linha axial/segmento ID 855/2540 (Faixa Acessibilidade 10).	283
Figura 146: Área Oeste, linha axial/segmento ID 937/2814 (Faixa Acessibilidade 9).	283

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da amostragem por faixa de acessibilidade para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana.....	159
Tabela 2: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas axiais.....	175
Tabela 3: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas angulares.....	176
Tabela 4: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas de alcance.	177
Tabela 5: Análise de correlação de <i>Pearson</i> das variáveis explicativas axiais.	177
Tabela 6: Valores do comprimento e da profundidade média da linha axial.	181
Tabela 7: Análise de correlação de <i>Spearman</i> das variáveis explicativas sintáticas para o sistema urbano.	192
Tabela 8: Densidades e valores médios de elementos morfológicos nas áreas delimitadas...	195
Tabela 9: Cômputo das tipologias funcionais nas áreas delimitadas.....	198
Tabela 10: Vínculos Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.	198
Tabela 11: Correlações de <i>Spearman</i> entre Medidas Sintáticas obtidas via análise axial e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.	202
Tabela 12: Estatísticas descritivas para os dados de tipologias funcionais coletados nas unidades de análise.	205
Tabela 13: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas obtidas via análise segmentada e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.....	208
Tabela 14: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas de Alcance e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas. ...	209
Tabela 15: Estatísticas descritivas para os dados de lotes coletados nas unidades de análise.	211
Tabela 16: Estatísticas descritivas para os dados da forma construída coletados nas unidades de análise.	212
Tabela 17: Estatísticas descritivas para os dados do movimento de veículos coletados nas unidades de análise.	216
Tabela 18: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de movimento de veículos nas áreas de estudo delimitadas....	217

Tabela 19: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de movimento de veículos nas áreas de estudo delimitadas.	218
Tabela 20: Estatística descritiva para os dados da presença de pessoas coletados nas unidades de análise.....	219
Tabela 21: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de presença de pessoas nas áreas de estudo delimitadas.....	222
Tabela 22: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de presença de pessoas nas áreas de estudo delimitadas. ...	224
Tabela 23: Estatística descritiva para os dados das atividades econômicas coletados nas unidades de análise.....	226
Tabela 24: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de ocorrência de atividades econômicas nas áreas de estudo delimitadas.	227
Tabela 25: Correlações de <i>Spearman</i> a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de ocorrência atividades econômicas nas áreas de estudo delimitadas.	229
Tabela 26: Análise de correlação de <i>Spearman</i> dos dados descritivos da Vitalidade Urbana.	230
Tabela 27: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 1 para todas as áreas analisadas conjuntamente entre variáveis configuracionais explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.	235
Tabela 28: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.	237
Tabela 29: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 2 para todas as áreas analisadas conjuntamente entre variáveis configuracionais e morfológicas explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.....	241
Tabela 30: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 2 para todas as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais e morfológicas explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.....	244
Tabela 31: Maiores valores a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre tipologia funcional de uso misto em altura e padrões descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.	265

Tabela 32: Maiores valores a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre tipologia funcional de uso misto em baixa altura e padrões descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.	266
Tabela 33: Maiores valores do padrão de ocorrência de atividades econômicas a partir dos dados coletados nos trechos selecionados da área Central.	270
Tabela 34: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Leste.	276
Tabela 35: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Central.	278
Tabela 36: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Oeste.	281

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Delineamento original das condições físico-espaciais necessárias à Vitalidade Urbana e as relações com aspectos de análise da forma urbana.....	55
Quadro 2: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação da Vitalidade Urbana com a Forma Urbana.	110
Quadro 3: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação dos padrões urbanos (movimento, atratores, densidades de elementos urbanos etc.) com aspectos configuracionais da Forma Urbana.	121
Quadro 4: Síntese das condições físico-espaciais necessárias de Jacobs e as relações com as variáveis de explicação da Vitalidade Urbana.....	128
Quadro 5: Componentes de análise e variáveis descritivas de representação da Vitalidade Urbana.	129
Quadro 6: Síntese das variáveis de descrição geral das condições físico-espaciais.....	129
Quadro 7: Método 1 - Modelo de análise configuracional urbana e da Vitalidade Urbana nas áreas de estudo.....	133
Quadro 8: Método 2 - Modelo de análise da forma urbana e da Vitalidade Urbana nas áreas de estudo.....	134

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

COHAB – Companhia de Habitação

ERS – Rodovia Estadual

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

GSV – *Google Street View*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ID – *Identity*

IPLAN/RS – Instituto de Planejamento de Santa Maria

NRA – *Network Reach Analysis*

OSM – *Open Street Maps*

POIs – Pontos de Interesse

RCL – *Road centre lines*

RSC – Rodovia Estadual Coincidente

sDNA – *Spatial Design Network Analysis*

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SMDET – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	29
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	29
1.2 RELEVÂNCIA OU JUSTIFICATIVA.....	31
1.2.1 Principais estudos anteriores	34
1.2.2 Lacuna de conhecimento	37
1.3 QUESTÃO DE PESQUISA.....	41
1.4 HIPÓTESES	42
1.5 OBJETIVOS	43
1.5.1 Objetivo geral	43
1.5.2 Objetivos específicos	43
1.6 METODOLOGIA	43
1.7 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	44
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	47
2.1 VITALIDADE URBANA: A VIDA NAS RUAS	48
2.1.1 As condições geradoras “originais” necessárias à Vitalidade Urbana	51
2.1.2 Comunidade virtual: uma base potencial	55
2.1.3 Centralidade: uma base de superação.....	58
2.1.4 Urbanidade: uma base relacional	61
2.2 AMPLIAÇÕES NA DEFINIÇÃO DA VITALIDADE URBANA E NAS ABORDAGENS DE ANÁLISE.....	69
2.2.1 A dimensão configuracional da Vitalidade Urbana: a malha viária como um sistema espacial	72
2.2.2 Sobre configuração e atração: a teoria do movimento natural, a dinâmica urbana essencial e a convergência/divergência de padrões urbanos.....	76
2.2.3 A economia de movimento e a centralidade como um processo	83
2.2.4 Padrões espaciais: propriedades e medidas sintáticas configuracionais.....	93
2.3 VARIÁVEIS DA VITALIDADE URBANA	99
2.3.1 Variáveis a avaliar a Vitalidade Urbana: componentes de análise	100
2.3.2 A Vitalidade Urbana como característica inata do movimento natural: possíveis variáveis a representá-la e a explicá-la	112
3. METODOLOGIA.....	125

3.1	AQUISIÇÃO DA BASE DE DADOS	131
3.2	QUADRO DAS VARIÁVEIS DESCRITIVAS	132
3.2.1	Análises para obtenção dos resultados: correlações e regressões nos métodos 1 e 2	132
3.3	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	137
3.3.1	Delimitação das áreas de estudo e subáreas	139
3.4	UNIDADE DE ANÁLISE.....	144
3.4.1	Sobre descrição do sistema de ruas e modelagem sintática	153
3.4.2	Unidade de análise para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana....	157
3.5	COLETA DE DADOS DESCRITIVOS DA VITALIDADE URBANA.....	160
3.5.1	Variável padrão de movimento de veículos e de presença de pessoas	160
3.5.2	Variável atratores urbanos: atividades econômicas em geral ou usos não residenciais.....	164
3.6	COLETA DE DADOS DESCRITIVOS DA FORMA URBANA	166
3.6.1	Variáveis das propriedades configuracionais	166
3.6.2	Variáveis de caracterização dos elementos morfológicos	167
4.	ANÁLISES E RESULTADOS	171
4.1	DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA E DAS PROPRIEDADES ESPACIAIS DA FORMA URBANA.....	171
4.1.1	Análises sintáticas no <i>Depthmap</i> e no <i>Network Reach Analysis</i> (NRA).....	171
4.1.2	Descrição da configuração espacial das áreas de estudo.....	175
4.1.3	Correlações entre as diferentes medidas sintáticas: regularidades e diferenças	192
4.2	DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES MORFOLÓGICOS DA FORMA URBANA ..	195
4.2.1	Caracterização geral dos elementos morfológicos das áreas de estudo delimitadas	195
4.2.2	Tipologias funcionais nas áreas de estudo delimitadas	197
4.2.3	Tipologias funcionais nas unidades de análise de coleta de dados	204
4.2.4	Lotes nas unidades de análise de coleta de dados	210
4.2.5	Forma construída nas unidades de análise de coleta de dados	212
4.3	DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA VITALIDADE URBANA.....	213
4.3.1	Padrão movimento de veículos	214
4.3.2	Padrão presença de pessoas	219
4.3.3	Padrão ocorrência de atratores urbanos	224

4.3.4	Correlações entre os diferentes padrões de descrição da Vitalidade Urbana	229
4.4	MODELOS DE ANÁLISE PARA AS ÁREAS DE ESTUDO	233
4.4.1	Método 1: Modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo	233
4.4.2	Método 2: Modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo	240
5.	DISCUSSÃO	251
5.1	DISCUSSÃO SOBRE A VITALIDADE URBANA EXPLICADA PELO MODELO DE ANÁLISE CONFIGURACIONAL URBANA DAS ÁREAS DE ESTUDO	251
5.1.1	Padrão movimento de veículos.....	252
5.1.2	Padrão presença de pessoas	254
5.1.3	Padrão ocorrência de atratores urbanos.....	256
5.2	DISCUSSÃO SOBRE A VITALIDADE URBANA EXPLICADA PELO MODELO DE ANÁLISE DA FORMA URBANA DAS ÁREAS DE ESTUDO	258
5.2.1	Padrão movimento de veículos.....	258
5.2.2	Padrão presença de pessoas	263
5.2.3	Padrão ocorrência de atratores urbanos.....	267
5.3	SOBRE A VITALIDADE URBANA NAS ‘CORE LINES’ OU ‘LIVE CENTRE LINES’ E A CONVERGÊNCIA/DIVERGÊNCIA DE PADRÕES URBANOS	272
5.3.1	Padrões convergentes e divergentes na área Leste.....	275
5.3.2	Padrões convergentes e divergentes na área Central.....	278
5.3.3	Padrões convergentes e divergentes na área Oeste	280
6.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	285
6.1	RECAPITULAÇÃO DA PESQUISA E DE SEUS RESULTADOS	285
6.1.1	Síntese dos resultados	289
6.2	IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DOS RESULTADOS DA PESQUISA ...	293
6.3	LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS, RECOMENDAÇÕES E SUGESTOES PARA PESQUISAS FUTURAS	297
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	303

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

As cidades podem ser consideradas bem-sucedidas, prósperas ou de êxito quando suas ruas, ou parte delas, e outros espaços públicos mostram-se vivos e bem utilizados (Jacobs, 2011) por acolher, simultaneamente, o movimento de pessoas e a sua busca por atividades e interações. Ou seja, essa capacidade de reunir, com segurança, indivíduos com procedências diferentes no espaço público em momentos e para fins diferentes, as tornaria vibrantes ou dotadas de Vitalidade Urbana. Pode-se dizer, ainda, que se trata de uma trama complexa entre o sistema espacial e a rede de atores, cujas ações e interações dos indivíduos, dependentes que o são da estrutura urbana, culminam em encontros sociais e trocas microeconômicas (Netto *et al.*, 2012b; Netto, 2014). Em suma, a Vitalidade Urbana giraria em torno de uma série de aspectos atinentes à vida urbana, assim como seria um indicador de bom urbanismo (Lynch, 1984), pois os ambientes vitais oferecem aquilo que as pessoas precisam, não apenas para se deslocarem, mas para virem a permanecer nos espaços públicos e a usar os espaços privados imediatos às ruas e às calçadas.

O conceito de Vitalidade Urbana nasceu como parte da base teórico-prática do movimento intitulado pós-moderno. Em vista da incapacidade, pontualmente a partir de projetos urbanos e arquitetônicos, de criar, ou re-criar nos assentamentos “a vivacidade espontânea e informal que outrora tanto contribuiu para a qualidade da vida urbana”¹, tanto o Movimento Moderno quanto as correntes subsequentes não consideraram a falta de conhecimento “das implicações sociais de decisões estritamente formais e, portanto, arquitetônicas”² (Hillier *et al.*, 1983, p. 48, tradução livre). Todavia, esse problema de entendimento só veio a ser superado quando a Sintaxe Espacial (Hillier *et al.*, 1983; Hillier e Hanson, 1984) sugeriu quais conceitos e técnicas adequados deveriam ser empregados para descrever e investigar as cidades.

Nesse ínterim, *The Death and Live of Great American Cities* (1961), de Jacobs (2011), destacou-se, dentre demais obras, pela crítica às demolições de áreas consolidadas bem como aos fundamentos do urbanismo moderno e aos espaços urbanos resultantes da sua aplicação. A falta de Vitalidade Urbana, não detectada nas novas situações urbanas, estava associada à

¹ (...) *the unforced, informal liveliness that once contributed so much to the quality of urban living.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 48)

² (...) *of the social implications of strictly formal, hence architectural, decisions.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 48)

desconsideração da relação espacial entre padrões locais e globais. Dado que a configuração da moradia passou a ser pensada a partir das necessidades funcionais, a própria implantação, local e autônoma, dos edifícios seguiu critérios de otimização de parâmetros como insolação e ventilação, sendo a forma urbana o resultado desse arranjo substitutivo da interdependência com ruas, quarteirões e lotes.

A complexidade da vida humana foi talvez relativizada, o que se opunha a como era observada e sentida nos aglomerados urbanos tradicionais onde a rua tem performado, há milênios, como o principal elemento configuracional. Jacobs (2011) então defendeu quais seriam os ingredientes fundamentais para que comunidades ou empreendimentos comportassem a vida urbana nas ruas, ou seja, fossem dotados de Vitalidade Urbana. E propôs, essencialmente, que o conceito de Vitalidade Urbana estaria, portanto, associado à noção de diversidade. O que requeria quarteirões urbanos menores ou curtos, acarretando na proximidade entre esquinas e maior permeabilidade entre espaços públicos, assim aumentando as rotas de deslocamento e facilitando as travessias, sobretudo a pé e ao contrário da dependência excessiva do automóvel pelas *highways* apregoadas por Robert Moses. Por esse pressuposto, a Vitalidade Urbana então precisaria de gente na rua, preferencialmente havendo uma sobreposição entre pessoas estranhas e conhecidas circulando e/ou parando, adentrando aos edifícios bem como neles residindo.

Além disso, ao invés das separações, a necessidade da combinação entre usos de moradia e de trabalho, e a manutenção de um certo equilíbrio entre diferentes tipos de edifícios, especialmente entre novos e antigos, isto pelo acesso a uma variação nos preços dos aluguéis/imóveis, o que reforçaria a disponibilidade para a diversidade econômica e social. Haveria, ainda, a recomendação de certa constância na distribuição de edifícios públicos pela cidade, devendo ser implantados em locais onde contribuíssem efetivamente para a diversidade, além do controle de largas avenidas bem como dos vazios (os *border vacuums* na figura, por exemplo, de campus universitários, *playgrounds*, praças e parques) como espaços a separar e a serem evitados ao invés de sustentar as permanências.

Esses princípios de Jacobs (2011) têm sido recorrentemente revisitados, discutidos e ampliados através de índices ou medidas para responder a diferentes necessidades e a diferentes contextos. Conforme Fang *et al.* (2021), a Vitalidade Urbana pode ser definida e quantificada a partir de múltiplas facetas (acessibilidade, densidade e diversidade), múltiplas escalas espaciais (bairros ou comunidades, unidades de vizinhanças, quarteirões) e múltiplos horizontes temporais (entardecer, à noite, amanhecer). Assim, a Vitalidade Urbana tem sido empregada

como uma lente através da qual refletir, projetar e planejar as cidades no sentido de garantir qualidade de vida às pessoas.

Mas esta tese entende que seria a estrutura espacial urbana a promotora de ações humanas necessárias à vida urbana, a qual capaz de, a partir dos deslocamentos gerados entre origens e destinos e de um ambiente físico suficiente, proporcionar as dinâmicas socioeconômicas. Assim, Vitalidade Urbana pode ser entendida como um conjunto diferenciado de expressões, mas de modo que ao acompanhar as variações espaciais, existe em todo e qualquer lugar urbano em diferentes graus e/ou intensidades. Poder-se-ia dizer o mesmo de copresença que seria o conjunto de pessoas a utilizar um mesmo espaço, ainda que sem a necessidade de interagir entre si. Mas a Vitalidade Urbana, aqui entendida, inclui, além do movimento de veículos e da presença de pessoas, a alocação de atividades econômicas.

Assim, na relação entre Vitalidade Urbana e as variações espaciais, assumem-se os efeitos da forma urbana, decorrentes das propriedades da estrutura espacial e das características dos elementos do tecido urbano, atuam sobre as diferentes manifestações sociais e econômicas. E estas decorrem, portanto, de situações com qualidades espaciais distintas. Nessa linha, Hillier (1996) sugere que os atributos morfológicos configuracionais, pelas suas dimensões relacionais, teriam implicações sobre a dita economia de movimento das cidades, o que primariamente afetaria os padrões de movimento e, sucessivamente, desencadearia múltiplos efeitos, influenciando a manifestação da Vitalidade Urbana.

Portanto, a pesquisa ora enunciada dedica-se ao estudo da Vitalidade Urbana, descrevendo-a através de fatores dinâmico-funcionais, ou seja, pela distribuição do movimento de veículos, pela presença de pessoas e pelos atratores urbanos. Assume-se que o padrão de movimento seria evidenciado pela intensidade do movimento de veículos nas faixas de rolamento e pela presença de pessoas, tanto circulando quanto estáticas, nas calçadas. E que, em paralelo, a intensidade da atividade urbana seria evidenciada por atividades econômicas em geral, ou seja, nos diferentes usos que não o residencial presentes no nível do térreo das edificações ou nos lotes que constituem os espaços públicos.

1.2 RELEVÂNCIA OU JUSTIFICATIVA

Na própria definição de cidade há a ideia de obra e produto, lugar de usos (da vida social e cultural) e de trocas (referente à vida econômica), ocorrendo de várias formas em todos os aspectos da vida cotidiana (Lefebvre, 1968). E é na rua onde ocorre a acomodação dessas inúmeras funções (Lefebvre, 1970). “Ao pensar numa cidade, o que lhe vem à cabeça? Suas

ruas” (Jacobs, 2011, p.29). A rua é a forma mais onipresente de espaço aberto. A sua morfologia tem a capacidade de ser um espaço público imediato à moradia, bem como uma rede complexa a vincular diversas atividades (Metha, 2013).

A Vitalidade Urbana, portanto, tem na rua seu modo de expressão, bem como dela é dependente. Ou seja, a Vitalidade Urbana, entendida numa linha jacobiniana de a vida nas ruas, é dada pelo movimento de veículos nas faixas de rolamento, pela presença de pessoas, sejam indivíduos ou grupos, deslocando-se ou em permanência, nos espaços públicos, e por atividades econômicas junto aos edifícios ou lotes. São aspectos funcionais da dinâmica urbana reunidos sob o conceito de Vitalidade Urbana e que, no entendimento aqui adotado, representa parte de um conjunto de qualidades sociais e microeconômicas das cidades. Ainda, poder-se-ia estender ao campo de definição, dependendo da abordagem, questões de sustentabilidade, de segurança, de coesão social e pertencimento à comunidade, oportunidades para os negócios e para a diversidade nas interações socioculturais, étnico-raciais, de gênero e etárias, entre outros.

A acessibilidade aparece como o padrão urbano que mais influencia a movimentação de pessoas em uma área e a densidade em geral, o fator que sustentaria e multiplicaria essa movimentação (Saboya *et al.*, 2015; Netto *et al.*, 2012b). Considerando, portanto, o sistema de ruas como o promotor primeiro do movimento (Hillier *et al.*, 1983; Hillier e Hanson, 1984; Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 1996; Hillier, 2007), nas ruas vêem-se refletidos a concentração e o modo de distribuição dos pedestres e veículos e os inúmeros atratores econômicos que se beneficiam das diferenças de acessibilidade e da circulação de pessoas. A partir desses efeitos espaciais, outros são desencadeados: densidades de elementos morfológicos a, inclusive, densidades populacionais e construtivas, além dos padrões de uso do solo e de infraestrutura para a mobilidade urbana. Além disso, desde os regramentos via planejamento urbano às arquiteturas com as mais variadas características formais e funcionais, também influenciam a Vitalidade Urbana e são por ela influenciados.

A dificuldade de medir a Vitalidade Urbana e constatar quais fatores a afetam e em que grau esbarra no acesso, confiabilidade ou necessidade de coletar dados, e na interdisciplinaridade necessária para estabelecer, tratar e alcançar os indicadores adequados para cada caso/realidade. Mas, sobretudo, que a interpretação dos resultados efetivamente ofereça contribuições ao estado da arte.

Na revisão bibliográfica foi constatado o emprego, ainda que coadjuvante, das propriedades configuracionais da forma urbana, tratando-as desde uma perspectiva de relacionamento das escalas global e local, para o entendimento da Vitalidade Urbana. O que não parece ser necessariamente vislumbrado, nos planos diretores municipais e pelos gestores

públicos, ao se estabelecerem a hierarquia viária, o zoneamento, as diretrizes de parcelamento do solo e os índices construtivos, ou quando ocorrem as inserções das partes sobre o todo do território urbano.

Por vezes, as adições no tecido urbano até leem e tiram partido das vantagens das localizações e das centralidades urbanas, mas menosprezam a permeabilidade entre os espaços privados e públicos ou se colocam apartadas e fragmentam a continuidade das vias. A rede de ruas, quando interrompida ou excessivamente alimentada exclusivamente por formas construídas de um único tipo e, ainda, isoladas ou sem a capacidade de acomodar diferentes usos que despertem o interesse da coletividade, tende a dificultar as trocas sociais e microeconômicas. Nesse sentido, compromete-se a rua avaliada segundo critérios de desempenho (Krafta, 2014). Por exemplo, como dotada de eficiência no que tange às distâncias, em termos de extensão e de tempo despendido, para a realização das viagens curtas, de equidade nas condições de acesso entre moradia, serviços e postos de trabalho, e de qualidade espacial que possibilita maior contato entre quem está fora, no espaço público, e dentro, nas formas edificadas.

Por outro lado, há uma série de ações, em sua maioria empreendidas por atores (aqui incluso projetistas), dotados de um conhecimento adquirido por vivenciar ou considerar a rua como parte integrante ou como um “alargamento” dos espaços privados. São os casos, a partir da leitura do potencial da rua, para escolher onde morar e em que tipo de edificação, frequentar este ou aquele estabelecimento e o modo de alcançá-lo, localizar atividades comerciais, explorar chances de negócios e oferecer serviços, formal e até informalmente, e isto apesar do perfil socioeconômico ou cultural, ainda que dele dependa.

A partir das descrições da configuração da malha urbana, há o fornecimento de uma abordagem sintática e de seu potencial como instrumento de análise a ser considerado tanto nos projetos urbanos e arquitetônicos quanto em relação ao planejamento urbano. Sobre as propriedades configuracionais e a distribuição do uso do solo nas formas construídas, a dimensão sintática embasaria diretrizes sobre como se dariam as relações das inserções (ou superposições) no tecido urbano e quais seriam as características mais adequadas dos elementos morfológicos bem como sustentaria decisões de zoneamento, pois seria inerente à configuração espacial influenciar na localização dos padrões das atividades urbanas. O uso comportado nos estoques construídos, tanto ao nível da rua quanto acima dele, é alimentado e alimenta a rua. Indiscutível são, também, as questões da forma arquitetônica, especificamente dos tipos edifícios enquanto usos capazes de acolher, modo de implantação no lote e de suas características no relacionamento com o espaço público, para a promoção da Vitalidade Urbana.

Assim é fato que os instrumentos de uso e ocupação do solo podem promover ou inibir a vida nas ruas.

1.2.1 Principais estudos anteriores

A partir da década de 1970, um número significativo de autores, em áreas como a sociologia, a geografia, a arquitetura, o urbanismo, o planejamento urbano e regional, têm revisado, reinterpretado e, até mesmo, contestado a abordagem de Jacobs (2011) pela definição de índices compostos por diferentes dimensões e variáveis. E a aplicação prática das propostas teóricas majoritariamente vêm explorando o contexto de cidades asiáticas e, em menor grau, de cidades norte-americanas e europeias. No caso de cidades sul-americanas, foram encontrados os seguintes estudos empíricos: Blumenau, Florianópolis, Joinville e Rio de Janeiro (Brasil) (Netto *et al.*, 2012; Saboya *et al.*, 2013; Saboya *et al.*, 2021), Quito (Equador) (Vidal Domper *et al.*, 2023) e Santiago (Chile) (Fuentes *et al.*, 2020).

A forma de caracterizar, explicar ou revelar o nível de Vitalidade Urbana mudou, gradualmente, da ênfase em uma única e isolada dimensão para abranger múltiplas dinâmicas e dimensões. Ou seja, a dimensão do ambiente construído, cujos componentes listados por Jacobs (2011) perpassavam pela capacidade do lugar (rua, bairro, distrito, entre outros) em oferecer suporte às atividades humanas, vêm sendo interseccionada a variáveis relacionadas à própria expressão do fenômeno, como no caso de dados atinentes às dinâmicas social e econômica. Por exemplo, a condição da necessidade de concentração, para além da densidade de edifícios, de residências e de população em uma determinada área, a densidade de Pontos de Interesse (POIs) atrairia também aos não moradores e a quantidade de *tweets*, de *check-ins*, do sinal de celulares e até do uso de cartões de transporte público indicaria o nível de presença das pessoas, independentemente da procedência e, por vezes, da duração da permanência.

Quanto à escala das investigações, há aplicações em contextos metropolitanos bem como em distritos e bairros. Outro ponto deve-se aos dados urbanos, advindos de várias fontes, que também devem descrever, simultaneamente, as múltiplas dimensões influentes na Vitalidade Urbana, assim como as próprias dinâmicas de expressão da Vitalidade Urbana. As informações oferecidas por entes públicos e privados (cadastros multifinalitários, censos demográficos, redes sociais, operadoras do sistema de transporte público, operadoras de telefonia, etc.) bem como por mapeamentos colaborativos via plataformas como o *OpenStreetMap*, configuram-se em dados geoespaciais cujo processamento dependerá da

definição da unidade espacial de vínculo ou concatenação entre as informações, bem como do sistema espacial de representação dos resultados.

Assim, não há um padrão nos procedimentos metodológicos, nos dados a compor possíveis indicadores de avaliação ou naqueles a representar ora a explicar a Vitalidade Urbana, nas técnicas de processamento das informações e nos métodos de análise para obtenção dos resultados. Isto dificulta a aplicação e a efetiva comparação entre os índices de Vitalidade Urbana, seja de diferentes índices num único estudo de caso, seja de um mesmo índice em diferentes estudos de caso.

Quando o objetivo foi o de identificar o potencial ou grau de Vitalidade Urbana, a representação pode ser baseada em informações rasterizadas. Nos casos de Vidal Domper *et al.* (2023), Gómez-Varo *et al.* (2022), Garau e Annunziata (2022), Chen *et al.* (2021) e Fuentes *et al.* (2020), uma imagem regular de quadrados possibilitou a adoção de um gradiente quantitativo dividido em *pixels*, representando, por exemplo, a ponderação das categorias ou níveis Vitalidade Urbana. Além disso, o tamanho da área de estudo geralmente determina a área do *pixel*, variando os menores, em torno de 50×50m, aos grandes de até 400×400m. Embora o índice a representar a Vitalidade Urbana ofereça evidências graças a variáveis morfológicas específicas, o *pixel* não ilustra a Vitalidade Urbana a partir de um efetivo elemento morfológico. O outro método de representação vetorial utiliza os limites dos setores censitários que comumente comportam não necessariamente integralmente mas parte do traçado de ruas, quarteirões, lotes e edificações, o que permite a condução de sistematização para a análise de modelos estatísticos, mas não afere a Vitalidade Urbana precisamente em um ou outro trecho de rua específico.

Como a questão da Vitalidade Urbana tem, portanto, inúmeras abordagens e esforços de investigação, diversos encaminhamentos conceituais e metodológicos são contemplados. Desde relacioná-la ao ambiente construído e medi-la sob o ponto de vista de uma dimensão social, ou seja, do grau de coesão social ou do nível de vivacidade, de coisas interessantes a se fazer e de oportunidades de entretenimento numa comunidade (Mouratidis e Poortinga, 2020; Maas, 1984).

Há estudos que adotam uma perspectiva multiescalar ao descrever as propriedades configuracionais vinculadas a abrangências globais e as atingidas em raios de alcance sensíveis à caminhada dos usuários. E isto relacionando pessoas, uso do solo ou atividades, densidades populacionais e construídas, distâncias a paradas de ônibus e estações de metrô, grau de declividade e taxa de áreas não ocupadas porque vegetadas ou alagadas em unidades de vizinhança, bairros ou distritos de cidades metropolitanas chinesas e coreanas, cuja população

supera a casa dos 10 milhões de habitantes (Fang *et al.*, 2021; Kim, 2020). Outros estudos utilizam dados produzidos por celulares, cartões utilizados no transporte público e mídias sociais (Sulis *et al.*, 2018).

Por fim, investigações que empregam medidas configuracionais calculadas considerando não a linha axial, mas sim o segmento de linha, ou seja, os trechos de rua divididos em nós, diferenciando-os pelos *links*, constituídos pela junção de dois segmentos ou intersecção de três ou quatro segmentos - *softwares* sDNA (Cooper e Chiaradia, 2020) e NRA (Feng e Zhang, 2019). Estes visam relacionar a densidade (populacional, de pedestres, de ruas, quarteirões, lotes e edificação conforme os diferentes tipos de uso do solo) como efeito desencadeado pela estrutura espacial (Peponis *et al.*, 2007; Peponis *et al.*, 2008; Ozbil *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2013).

Mas a relação direta da Vitalidade Urbana com a rede de ruas, bem como com as densidades e o uso do solo, foi indiretamente tratada em trabalhos que, ao esclarecer a causa do movimento de pessoas – sendo este um dos modos de manifestação da Vitalidade Urbana –, o vincularam a propriedades configuracionais (Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 1996). Ou, ainda, procurando explicitar a prevalência dos efeitos espaciais sobre o movimento, diferenciou-se os efeitos multiplicadores como os decorrentes da localização dos atratores (Hillier, 1999; Wang, 2009). Quanto explorar as relações das densidades do tecido urbano (de ruas, quarteirões, lotes e edificações) e das densidades construídas distribuídas conforme tipos de atividade ou de uso do solo, medidas sintáticas (inclusive de caráter métrico) foram empregadas demonstrando a variação conduzida por fatores configuracionais (Peponis *et al.*, 2007; Peponis *et al.*, 2008; Ozbil *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2013; Fang *et al.*, 2021).

Outros estudos, especificamente ocupados do Brasil e às cidades de Porto Alegre, Florianópolis e Rio de Janeiro, dedicaram-se a investigar os efeitos arquitetônicos, por meio de três tipologias edilícias, a isolada, a híbrida e a contínua, sobre a Vitalidade Urbana (Netto *et al.*, 2012; Saboya e Vargas, 2012; Saboya *et al.*, 2013; Netto *et al.*, 2022). Há ainda o caso de Aguiar (1991) que, tomando Porto Alegre como estudo de caso, buscou a relação sintática de partes do tecido urbano com a distribuição dos tipos de uso, estes distinguidos entre produtivos (lojas, escritórios e indústrias) e residenciais (conjuntos habitacionais estatais, casas, edifício de apartamentos e edifício de usos mistos). E constatou-se haver regularidades sintáticas, a partir do desempenho comparativo das diferentes partes da malha viária, com as densidades de localização dos padrões de uso do solo associados a propriedades configuracionais, notadamente a de acessibilidade (medida de integração).

1.2.2 Lacuna de conhecimento

As lacunas do conhecimento não verificaram os efeitos da forma urbana (aqui inclusos os configuracionais e da densidade de elementos morfológicos) sobre processos dinâmico-funcionais (entenda-se aqui a Vitalidade Urbana) considerando as seguintes condições:

- (i) um contexto latino-americano e não metropolitano, tomando uma cidade com mais de 100 mil porém com menos 500 mil habitantes e que se insere nos cerca de 277 municípios que contemplam por volta de 25,8% da população brasileira, ou seja, em torno de 55 milhões de habitantes (IBGE, 2021)³. A escolha de Santa Maria deve-se ao fato de se enquadrar nos parâmetros descritos acima e, ainda, pela disponibilidade de informações georreferenciadas do município através de dados atualizados de cartografia e de cadastro imobiliário. Salienta-se, ainda, que a problemática do entendimento dos fatores que influenciam a Vitalidade Urbana poderia ser passível de generalizações a constar no planejamento e na gestão urbanos via legislações de hierarquia viária, zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo, os quais assim “materializar-se-iam” nas cidades através da forma urbana;
- (ii) as implicações dos efeitos da forma urbana são de ampla escala, por isso verificadas ora em unidades de vizinhança ou setores censitários ora em raios de alcance específicos (alcançados a pé ou por veículos dentro de bairros, por exemplo) e contrapostas, localmente, normalmente tomando a unidade de análise derivada da análise axial ou segmentada. Essa tese, em contraponto, ao adotar a ampla escala, a discute em áreas de estudo, as quais representando, localmente, diferentes centralidades. Estas nada mais são do que processos, com distintas concentrações e padrões de distribuição, operando a partir do impacto da configuração espacial sobre o movimento e, conseqüentemente, influenciando a escolha dos atratores ou as localizações do uso do solo (Hillier, 1999a), que, por conseguinte, são, ou se incluem entre, modos de manifestação da Vitalidade Urbana;

³ Nas Estimativas do IBGE para 2021, a população brasileira atingiu 213,3 milhões de pessoas. O número de cidades com mais de 500 mil habitantes são 49 (menos de 1% do total de municípios) e representam, juntas, 31,9% da população, com 68 milhões de pessoas. No total, são 5.570 municípios brasileiros, sendo que 67,7% dos municípios (3770) têm menos de 20 mil habitantes e concentram 14,8% da população, com 31,6 milhões de habitantes. Os dados de 2021 ainda indicam que mais da metade da população (57,7%), ou seja, 123 milhões de habitantes, se concentra em apenas 326 municípios (5,8% do total de municípios), que têm mais de 100 mil habitantes. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-08/brasil-tem-49-municipios-com-mais-de-500-mil-habitantes>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

- (iii) a utilização da unidade de coleta e tabulação de dados dada pelo trecho de rua permite verificar a manifestação da Vitalidade Urbana pontualmente, naquilo que seria o menor “grão” de espaço público limitado a duas interseções consecutivas ou uma interseção e uma extremidade de via. Isso permite atribuir o vínculo de lotes e edificações que lhe são adjacentes, por exemplo, sem precisar de interpretação como ocorre com a linha axial e a linha segmentada, além de evitar as possíveis distorções das mudanças ao longo de linhas axiais ou linhas segmentadas – as quais são unidades arbitradas a contemplar a direcionalidade (comprimento) e a convexidade (largura) do espaço público;
- (iv) o sistema urbano será considerado globalmente pela utilização de medidas sintáticas cuja unidade de análise varia desde a linha axial ou a linha segmentada, nas quais está contida a unidade de análise do trecho de rua. Portanto, dois modelos de análise serão investigados, um configuracional, cujas variáveis explicativas serão as medidas sintáticas de integração, escolha e alcance. A depender do comportamento dessas variáveis e do poder de explicação sobre as variáveis de resposta da Vitalidade Urbana, será elegida a(s) variável(is) sintática(s) a ser(em) empregada(s) no segundo modelo, o da forma urbana. Nessa análise de regressão, as variáveis explicativas aparecerão ampliadas, passando a ser testada a influência da densidade de elementos morfológicos e de uso do solo/estoque imobiliário;
- (v) emprego de variável referente ao espaço privado utilizando uma classificação tipológica relativamente simples em termos de aplicabilidade, dado que a informação nos cadastros urbanos não necessariamente especifica as diferenças de uso, por área de cada unidade autônoma, dentro de um mesmo lote ou edifício. Portanto, a densidade de área construída por usos, seja exclusivamente residencial, não residencial ou misto, vincula-se à tipologia adotada, aliando características formais como, se horizontal ou de baixa altura, se vertical ou em altura, se compartilhando usos, ou não. Isto a fim de explorar as relações entre os padrões da forma construída e uso do solo e seus modos de concentração e distribuição na malha urbana relacionados a padrões configuracionais e aos dados de expressão da Vitalidade Urbana;
- (vi) assim, a Vitalidade Urbana será ora abordada do ponto de vista global ora do ponto de vista local, de modo a investigar o fenômeno vendo-o, concomitantemente, numa lente *zoom out* e *zoom in*, possibilitando revelar qual a participação e/ou inter-relação das variáveis potencialmente envolvidas: configuracionais, da densidade de elementos morfológicos e de uso do solo/estoque imobiliário;

- (vii) importante, por fim, é a descrição da Vitalidade Urbana considerar especificamente a escala do logradouro sem descuidar do grão de análise global. Isto visa averiguar como a Vitalidade Urbana acompanha a estrutura espacial e também a interveniência dos atributos locais, como os aspectos e componentes do espaço privado e da forma edificada.

O tema da Vitalidade Urbana, que nos estudos urbanos adquiriu o status de que essa “atmosfera” seria o bem mais precioso produzido e experimentado pelas/nas cidades, segue, provavelmente, sendo o maior desafio, teórico e prático, do urbanismo desde seus primórdios no início do século passado até o presente momento do século XXI. Este desafio, que parece agravar-se mediante a massiva urbanização em diferentes países, tem gerado urbanizações ora de significativa, ora de precária Vitalidade Urbana ou, ainda, totalmente desprovidas dela. Haveria, ainda, que considerar as diferentes realidades socioculturais e quais os parâmetros representam a Vitalidade Urbana bem como quais avaliam as condições para a sua ocorrência. O fato é que ultimamente as pesquisas conduzidas não tomaram por base realidades com maiores desvantagens socioeconômicas (Gomez-Varo *et al.*, 2022).

Em oposto à ocorrência da Vitalidade Urbana haveria a desertificação espacial, e isto ocorreria, enquanto forma de rompimento, justamente quando o princípio da sequencialidade ou a lógica da continuidade espacial é de certo modo ignorada. Não seriam mantidos a continuidade dos percursos nem o recurso da anelidade (Aguiar, 2010). A partir do momento em que se perde a condição da prática do movimento, esta capaz de fornecer informações diferenciadas de cada situação urbana pela capacidade de relacionamento entre as suas partes ou os elementos da forma urbana, há separação ou segregação. Rompe-se, assim, com as relações. Simplifica-se, ao ponto de anular, a complexidade sistêmica do urbano.

Há, ainda, uma importante questão de superação na relação dicotômica centro-periferia. Para além da concentração antes limitadas aos centros, a partir da descentralização - fruto de descontinuidades no tecido urbano - ‘há várias centralidades em definição e diferentes periferias em constituição’ (Spósito, 2001, p.89). Neste processo de redefinição da relação centro-periferia, algumas dinâmicas, como a manifestação da Vitalidade Urbana, são impactadas pelas constantes alterações na estrutura do espaço urbano.

Em Santa Maria (RS) a situação não é muito diferente, pois o crescimento disperso e fragmentado reflete-se em muitas novas áreas, as quais afetam, dadas as condições da estrutura espacial e do tipo de arranjo e incidência de elementos morfológicos, os diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana. Nas situações consideradas formais, dado que são partes constituintes do tecido urbano resultado de controle via regras de zoneamento e regime

urbanístico, mostram-se carentes de Vitalidade Urbana, como o caso, por exemplo, dos parques tecnológicos (Santa Maria Tecnoparque), do *shopping* Praça Nova e das redes de atacados como Carrefour e Zaffari, de uma série de condomínios fechados (Residencial Bauhaus, Cidade Universitária Eco Village, Estância dos Montes, etc.), de torres monofuncionais isoladas no lote e loteamentos fruto da política habitacional de interesse social (residenciais Videiras, Zilda Arns, Leonel Brizola e Dom Ivo Lorscheiter). E, paradoxalmente, nas áreas de ocupação informal - as vilas ou favelas - por vezes tendem a ser mais dotadas de Vitalidade Urbana do que a urbanização promovida formalmente, via prescrição normativa do planejamento e do projeto aprovado institucionalmente. Por isso, considerar como se manifesta a Vitalidade Urbana nessas diferentes partes do tecido urbano poderia informar como se dá a produção espacial e suas relações com o sistema, além dos elementos morfológicos presentes, e como afeta as dinâmicas socioeconômicas.

Devido ao caráter sistêmico e aos padrões de integração resultantes, considerar a configuração espacial, em termos globais, tende a garantir que localmente, em bairros, entorno de quarteirões ou trechos de ruas, haja a ocorrência diferenciada de movimento veicular, de presença de pessoas e/ou alocação de atratores. Ou seja, refletir sobre o que “conta” para as diferenças de incidência da Vitalidade Urbana não pode desvincular-se da configuração espacial, da densidade de elementos morfológicos e de uso do solo/estoque imobiliário. É, portanto, possível analisar esse tipo de qualidade espacial a partir de variáveis relacionadas a dados empíricos.

A pertinência da pesquisa sobre os diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana recai, por exemplo, sobre:

- (i) o reconhecimento de que há causalidade entre aspectos e efeitos da forma urbana sobre a dinâmica social e econômica;
- (ii) para além das simulações, representadas em mapas via *softwares*, constatação empírica de hipóteses via técnicas de levantamento em campo;
- (iii) a literatura existente, a partir de uma perspectiva escalar, ainda visa compreender como a distribuição da Vitalidade Urbana acompanha a organização espacial das cidades. Mas estas descrições ora são por predominância, acompanhando o *pixel* uma vez adotado (cuja precisão varia pela definição desde 50m a 400m, isto dada a disponibilidade de fotografias orbitais e as técnicas de processamento por imagem), ora por homogeneidade (largamente adotada nas pesquisas conduzidas no Brasil) cuja regularidade considerada são os dados organizados na unidade delimitada do setor

censitário. Já esta tese busca conciliar descrições, por linha axial, por linha segmentada e, pontualmente, por trecho.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

A configuração espacial primariamente gera movimento, e este apresenta diferentes padrões de distribuição. Assim as atividades econômicas tiram partido desse efeito ao buscar uma localização preferencial ou privilegiada. Considera-se que as propriedades da forma edificada e da rede de ruas, em seu arranjo e estruturação, são produto e, ao mesmo tempo, produtoras da organização social. Neste sentido, define-se o problema de pesquisa no âmbito das dimensões urbanas inter-relacionadas com características morfológicas de ordem espacial e com a densidade de elementos urbanos. Ou seja, “o impacto das características morfológicas sobre a atuação dos habitantes” ou, ainda, “o grau de adequação das propriedades inerentes da estrutura física da cidade” (Netto e Krafta, 2014, p. 334) aos processos urbanos como no caso dos padrões de distribuição dos deslocamentos e dos usos do solo.

Assim, os estudos pioneiros sobre o papel da estrutura do sistema espacial urbano para os percursos bem como localizações estratégicas para determinados usos em detrimento de outros surgiram a partir da teoria da Sintaxe Espacial (Hillier e Hanson, 1984). Esses modelos do tipo configuracional partem da ideia de que “as cidades não são somente mecanismos para gerar contato, mas mecanismos para gerar um ‘campo potencial de probabilidade para a copresença e o encontro’”⁴ (Hillier *et al.*, 1987, p. 248, tradução nossa, grifo dos autores), e que o movimento natural seria uma consequência da apropriação dos grupos humanos no espaço (Hillier *et al.*, 1993). Se as pessoas se movimentam, numa escala global, em decorrência de um arranjo da estrutura espacial urbana, produzindo e sociabilizando, então também o fazem ao encontrarem-se concentradamente, numa escala local, em regiões integradoras, cuja acessibilidade e Vitalidade Urbana são diferenciadas.

Deste ponto em diante, esta pesquisa enfatiza e assume o papel das circunstâncias morfológicas para as dinâmicas social e econômica, o que seria expresso nos diferentes graus e/ou intensidades de Vitalidade Urbana. E como a manifestação da Vitalidade Urbana é correlata ao maior grau de “gente na rua” assim como de uma certa concentração diversificada de atividades, são propostas algumas questões na definição do problema de pesquisa:

⁴ (...) *cities are not so much mechanisms for generating contact as mechanisms for generating a ‘potential field of probabilistic co-presence and encounter’.* (HILLIER *et al.*, 1987, p.248, grifo dos autores)

- (i) se a propriedade de acessibilidade, atributo espacial demonstrado pela medida de integração, seria a que potencialmente mais se relacionaria à intensidade tanto de vida social quanto microeconômica presente nas situações urbanas?
- (ii) se para além da propriedade de acessibilidade, haveria outra(s) propriedade(s) espacial (is) a também a explicar os padrões descritivos da Vitalidade Urbana?
- (iii) em que condições atreladas à qualidade espacial, a densidade de elementos urbanos, associadas ao uso do solo/estoque imobiliário na figura de uma classificação tipológica funcional, pode vir a favorecer ou inibir a Vitalidade Urbana?
- (iv) quais os elementos da forma urbana que mais e menos atuam, quando analisados estatisticamente, para a Vitalidade Urbana?

1.4 HIPÓTESES

A pesquisa tem como hipótese central de trabalho que a Vitalidade Urbana seja um fenômeno de natureza eminentemente configuracional, ou seja, estaria associada a propriedades inerentes aos diferentes modos de arranjo espacial através dos quais as cidades, em suas diferentes partes, estão estruturadas. Dentre outras propriedades dos arranjos espaciais urbanos, a condição de integração espacial seria o mais efetivo ingrediente - de natureza sistêmica - na formulação da Vitalidade Urbana. Por outro lado, a Vitalidade Urbana seria igualmente afetada por fatores de natureza local, ou seja, pelo modo como os espaços públicos, a partir da combinação e articulação entre os componentes relativos aos lotes e às formas edificadas, associados ao uso do solo, são constituídos.

Para averiguação empírica da Vitalidade Urbana:

- (i) a Vitalidade Urbana seria influenciada por um conjunto diferenciado de condições, mas primariamente acompanharia as variações na estrutura espacial. Ou seja, sua ocorrência se daria em todo e qualquer lugar urbano em diferentes graus e/ou intensidades, porém sempre dependente da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano;
- (ii) os diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana, além da dependência da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano, seria acompanhada da maior ou menor densidade ou intensificação de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

A partir dos modelos e das variáveis, identificar qual a contribuição configuracional e da densidade de elementos da forma urbana, associadas ao uso do solo/estoque imobiliário, das áreas de estudo/trechos de rua na Vitalidade Urbana. O objetivo geral é avaliar *os fatores determinantes* dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana em recortes de estudo em Santa Maria (RS) relacionando o movimento de veículos nas faixas de rolamento, a presença de pessoas nas calçadas e a ocorrência de atividades econômicas em geral presentes no nível do térreo das edificações ou nos lotes que constituem os espaços públicos a atributos morfológicos de configuração da malha e de densidade de elementos da forma urbana.

1.5.2 Objetivos específicos

São propostos, inicialmente, cinco objetivos específicos, a saber:

- (i) distinção entre conceitos afins, porém não análogos à Vitalidade Urbana;
- (ii) estado da arte acerca de como as condições geradoras da Vitalidade Urbana têm sido atualizadas e a Vitalidade Urbana, nos mais variados contextos, medida e representada;
- (iii) avaliar a qualidade espacial dos recortes urbanos a partir das propriedades da estrutura espacial que afetam, em maior ou menor grau, a Vitalidade Urbana;
- (iv) analisar estatisticamente, via técnica de dependência entre variáveis a partir de correlação bivariada e de modelos de regressão linear múltipla, os recortes urbanos sob parâmetros dos atributos morfológicos configuracionais e de densidade de elementos urbanos em relação aos dados descritivos da Vitalidade Urbana;
- (v) definir sob quais parâmetros e em que circunstâncias a Vitalidade Urbana é favorecida ou inibida, isto em termos morfológicos configuracionais e se devido à ocorrência de quais tipologias funcionais.

1.6 METODOLOGIA

Esta pesquisa inicia apresentando o método de descrição sintática da malha urbana e as propriedades e medidas que compõem o quadro analítico utilizado. Segue-se, assim, a apresentação das áreas de Santa Maria que serão examinadas e os critérios aplicados para sua

seleção. Posteriormente será abordada a classificação adotada para a coleta de dados da variável tipologia funcional bem como os critérios para a seleção amostral e a adoção da unidade de análise para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana. A parte final fornecerá os resultados dos testes estatísticos que serão utilizados durante para análise e discussão.

A metodologia consiste nas seguintes etapas:

- (i) aquisição da base de dados;
- (ii) modelagem e análise sintática no *Depthmap* e no *Network Reach Analysis* (NRA);
- (iii) variáveis preditoras/explicativas potencialmente relacionadas à Vitalidade Urbana;
- (iv) definição das áreas de estudo;
- (v) definição das unidades de análise para coleta de dados das variáveis de resposta/desfecho;
- (vi) coleta da variável preditora/explicativa tipologia funcional;
- (vii) coleta da variável de resposta/desfecho padrão de movimento de veículos e da presença de pessoas;
- (viii) coleta da variável de resposta/desfecho atratores urbanos: usos não residenciais ou atividades econômicas em geral;
- (ix) tabulação de dados;
- (x) análise exploratória sobre as relações entre variáveis preditoras/explicativas e variáveis de resposta/desfecho via técnica de dependência a partir de correlação bivariada;
- (xi) desenvolvimento dos modelos de análise de regressão linear múltipla.

1.7 ESTRUTURA DA PESQUISA

Esse trabalho estrutura-se em seis capítulos. No primeiro, apresenta-se a temática, suas motivações de investigação, a relevância, a delimitação da questão, as hipóteses, os objetivos e a estrutura da pesquisa. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico que embasa a investigação, iniciando-se com as diferenciações conceituais entre Vitalidade Urbana, urbanidade, centralidade e comunidade virtual. Na sequência, em pesquisas seminais são apresentadas as possíveis categorias de análise da Vitalidade Urbana até chegar a uma abordagem configuracional, onde é feita uma explanação sobre a relação entre espaço urbano e economia de movimento para apresentar as variáveis explicativas do fenômeno em artigos mais recentes. O terceiro capítulo organiza a metodologia do trabalho, descrevendo as técnicas de coleta, tratamento e processamento de dados, bem como delimitando o objeto empírico de estudos: a cidade de Santa Maria (RS) e os recortes de estudo oeste, central e leste. O quarto e

o quinto capítulos são reservados, respectivamente, à apresentação e discussão dos resultados obtidos. Já o sexto e último, às conclusões e considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo expõe um conjunto de trabalhos e autores que contribuíram, ao longo das últimas seis décadas, na construção do conceito de Vitalidade Urbana e nos possíveis modos de apreendê-la. Mas para o delineamento da Vitalidade Urbana, cabe atrelá-la à vida espacial, assumindo que há relações recíprocas entre os sistemas social e espacial. Ou seja, a Vitalidade Urbana, para se manifestar, é condicionada pelo contexto material das cidades, contexto esse indissociável da realidade social. Como diz Netto (2014, p. 20), há algo no espaço que “amarra e responde a nossa prática”. E a prática talvez seja também a busca. Busca por “informação sobre outras práticas e atores”, por “presença física”, pela “imprevisibilidade e caos necessários para a criação de novas interações e relações sociais” ou pela “previsibilidade da coordenação de muitos de nossos atos conjuntos na cidade”.

Veremos que as dinâmicas dos deslocamentos, das trocas e das interações sociais e econômicas, nas suas mais variadas expressões, depreendem-se de percursos primariamente gerados tendo em vista as definições locacionais e relacionais inerentes ao sistema urbano. Assim, a Vitalidade Urbana é abordada como dependente de uma lógica configuracional que, em maior ou menor grau, lhe dá suporte. Toma-se o corpo teórico e metodológico da Sintaxe Espacial (Hillier e Hanson, 1984) por buscar compreender o arranjo espacial urbano como uma instância física das relações entre as pessoas, e, porque, subjacente à fundamentação dessa lógica social do espaço, a organização espacial possui conteúdo social assim como a organização social possui conteúdo espacial.

O capítulo inicia, no primeiro item, com uma discussão envolvendo as definições de Vitalidade Urbana, de Centralidade, de Comunidade Virtual e de Urbanidade, além de suas relevâncias no desenvolvimento da presente pesquisa. Há a premissa de que esses conceitos, todos expressando manifestações do fenômeno urbano, têm afinidades, porém não são análogos. Ao serem apresentados, evidenciam-se dependências ou complementaridades, além de sutis diferenças. No sentido de alinhar a todos os autores citados quando das definições de Vitalidade Urbana, Comunidade Virtual, Centralidade e Urbanidade, é sobre um maior ou menor campo de probabilidades – com possibilidades veiculadas e inerentes às características materiais e espaciais, assim como latentes ou prestes a emergir porque dependentes da ação social – para a expressão do que está envolvido nas definições dos conceitos apresentados: presença de pessoas, copresença, reunião e confronto das diferenças, superação, permeabilidade entre campos e integração social.

Nos itens seguintes, um esforço é empreendido no sentido de apontar quais dados,

procedimentos metodológicos e ferramentas vêm sendo adotados bem como quais os resultados alcançados a respeito das discussões envolvendo os aspectos a atuar para a ocorrência da Vitalidade Urbana ou para captar o potencial dos lugares em relação à Vitalidade Urbana. De todo modo, é a “lente” de Jacobs (2011) a empregada para definir determinadas condições ou parâmetros relacionados ao ambiente construído que os lugares deveriam possuir para alcançar, ou majorar, a Vitalidade Urbana. No entanto, sem associá-la a um entendimento espacial, ou seja, que seria influenciada, sobretudo, pelos atributos morfológicos configuracionais, ignoraríamos a informação sobre onde ocorreriam os potenciais encontros no sistema espacial da cidade. Assim, são mostradas as possíveis categorias de análise da Vitalidade Urbana em pesquisas seminais e artigos mais recentes. Isto apresenta o estado da arte acerca de como a Vitalidade Urbana vem sendo medida em diferentes escalas de cidade e contextos socioculturais e quais são as variáveis empregadas ou possíveis de serem empregadas para descrevê-la e/ou explicá-la.

2.1 VITALIDADE URBANA: A VIDA NAS RUAS

Na segunda metade do século XX, Jacobs (2011), em *The Death and Life of Great American Cities* (1961), expunha que uma compreensão do espaço urbano ainda tinha de ser empreendida. Ao discorrer sobre o funcionamento das cidades na prática, apontou para a negação da rua em bairros ou conjuntos habitacionais estandardizados e pretensiosamente autossuficientes, porém “fechados a qualquer tipo de exuberância ou vivacidade da vida urbana” (Jacobs, 2011, p. 2). Assim a autora procurou desvelar quais princípios de planejamento e iniciativas de reurbanização conseguiam inviabilizar ou, ao contrário, promover a vitalidade socioeconômica das cidades.

A obra destacou-se por estabelecer a relação da presença de pessoas nas ruas e o conceito de Vitalidade Urbana, e que o uso das calçadas para abrigar pedestres, essencialmente, vinculava-se à circulação ou ao movimento, embora este não fosse o único fim a que se prestavam as ruas. Jacobs (2011) também apontou o ir e vir não sendo interrompido por crimes exclusivamente associados a grupos específicos, fossem pobres ou minorias, ou a cortiços densamente habitados. Para ela, falhou-se no sentido de renovar áreas e torná-las comunidades com qualidade de vida urbana, pelo apelo equivocado à segregação física, separação funcional, monotonia e padronização.

Concomitante aos questionamentos dos resultados da aplicação dos códigos do movimento moderno nas cidades, houve a postulação de novas abordagens sobre a ordem

espacial em conexão com a análise das estruturas urbanas. Hillier *et al.* (1987, p. 49, tradução nossa) alertaram sobre a necessidade de “compreensão de padrões de relações espaciais”. Pois o “espaço urbano, assim como todo o espaço arquitetônico, deveria ser compreendido a partir de muitos pontos [leia-se ruas], isto para possibilitar entender a sua natureza social bem como as suas consequências”⁵. Ao considerar a axialidade (extensão) e convexidade (largura) dos espaços bem como o princípio da inteligibilidade, a organização espacial afetaria a distribuição do movimento de pessoas e dos usos. Ou seja, aspectos do ambiente construído que indiscutivelmente atuam sobre a dimensão social e econômica.

Como as ruas e calçadas, por serem os principais locais públicos, representavam os “órgãos mais vitais” de uma cidade, Jacobs (2011, p. 29) associou, diretamente, o quão interessante, viva e vibrante uma cidade o fosse às suas ruas. E que a sensação de segurança ou medo também estivesse relacionada ao que se passava nas ruas. A Vitalidade Urbana podia então ser entendida por intermédio das ruas e pela capacidade do ambiente em acolher a vida urbana, motivando as interações entre as pessoas – nível da vida social – e entre as pessoas e o meio urbano – nível das atividades econômicas.

A intensidade da presença de pedestres, apesar de não ser sempre constante, era vista por Jacobs (2011) como o primeiro indicativo da Vitalidade Urbana. A autora entendia que, para o funcionamento adequado das cidades, era preciso também considerar os edifícios e os usos limítrofes às ruas. Em uma relação de dependência, ou combinação, o que ocorria nos espaços adjacentes afetava a vida pública e vice-versa. Dentre os requisitos para uma rua animada, estava a disposição de “um número substancial de estabelecimentos e outros locais públicos ao longo das calçadas” e onde sempre houvessem moradores e estranhos ou, ainda, “tanto usuários quanto meros espectadores” (Jacobs, 2011, p. 37-38).

Logo, o conceito de Vitalidade Urbana ficou associado à concentração de pessoas e de atividades, vinculando-o, fortemente, à noção de diversidade. Jacobs (2011) identificou quais condições a gerariam ao discorrer sobre um princípio primordial, onipresente, e que se manifestava de formas bastante variadas, mas complementares. Tratava-se da necessidade que as cidades tinham de uma complexa e densa diversidade de usos, capazes de propiciar, entre eles, uma sustentação mútua e constante, tanto econômica quanto social.

A Vitalidade Urbana seria influenciada, portanto, por propriedades e características as quais dotassem as ruas da capacidade de receber pessoas, tanto moradores vinculados a estes

⁵ (...) *that of understanding patterns of spatial relationships. (...) But urban space - indeed all architectural space - is something that must be understood from many points if we are to understand its social nature and consequences.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 49)

locais quanto desconhecidos, e ter a segurança decorrente dessa presença. Para alcançar uma diversidade social, era preciso favorecer a contínua presença de pessoas, fossem residentes fossem transeuntes. Ainda que variável, o que difere da completa ausência, deveria existir ao longo do dia e da noite. Mas faz-se a ressalva sobre a condição de metrópole conferida a toda a abordagem, visto que a ordem pública ou a paz nessas calçadas e ruas dependiam, sobremaneira, dos estranhos. Nessa conjuntura, a segurança seria “mantida fundamentalmente pela rede intrincada, quase inconsciente, de controle e padrões de comportamento espontâneos presentes em meio ao próprio povo e por ele aplicados” (Jacobs, 2011, p. 32). Já nos assentamentos urbanos de pequeno porte, “o controle sobre o comportamento aceitável em público, (...), parece funcionar com mais ou menos êxito por meio de um emaranhado de condutas, comentários, aprovação, desaprovação e sanções” entre moradores ou pessoas, de certo modo, conhecidas (Jacobs, 2011, p. 36).

Aqui, por ora, ficam indicadas duas questões suscitadas por Jacobs (2011) quando da definição do conceito de Vitalidade Urbana. Para além da quantidade de usuários nas ruas das distintas escalas de cidade ou das suas partes, a primeira seria sobre como se desenvolveriam as relações entre as pessoas e entre as pessoas e os ambientes. De certo modo, Jacobs (2011, p. 64) as exemplifica nas descrições de equilíbrio entre a determinação das pessoas, em uma boa vizinhança, “de ter um mínimo de privacidade e seu desejo concomitante de poder variar os graus de contato, prazer e auxílio mantidos com as pessoas que as rodeiam”. Ainda que não qualificasse essas relações se exclusivamente inerentes aos indivíduos ou se também dependentes de aspectos físico-espaciais dos lugares, isto seria melhor conjecturado como diferenças de forma, modos ou tipos de urbanidade e será desenvolvida no item Urbanidade: uma base relacional.

A outra questão seria a estrutura urbana como o aspecto mais preponderante a afetar a Vitalidade Urbana. A partir da articulação dos espaços ser diferenciada e resultar em uma estrutura urbana com áreas integradas e segregadas, ou seja, mais ou menos acessíveis aos habitantes, que tipo de influência teria sobre a organização social? Quais as implicâncias, para além da Vitalidade Urbana, se apenas moradores ou moradores e concomitantemente desconhecidos estiverem compartilhando essa ou aquela rua? Já isto será abordado nos itens Centralidade: uma base de superação e Comunidade virtual: uma base potencial.

E como os efeitos dos atributos configuracionais sobre os encontros entre indivíduos seriam uma resultante da interação entre cidade e usuários, haveria urbanidade expressa não só no uso dos lugares na dimensão temporal do agora, mas também representada, a partir de distintos tempos e por diferentes indivíduos, na forma urbana. Essa última urbanidade, oposta

a uma desurbanidade, atuaria para a Vitalidade Urbana. Amplia-se, aí, a articulação da rede de ruas, atrelada a uma qualidade do espaço público conformada localmente pela dimensão arquitetônica. E a maior influência à Vitalidade Urbana tenderá devido tanto ao padrão facilitado de acessibilidade das ruas quanto ao padrão de concentração de elementos urbanos, especialmente aqueles associados a uma diversidade tipológica a comportar diferentes possibilidades de uso do solo/atividades.

2.1.1 As condições geradoras “originais” necessárias à Vitalidade Urbana

Para uma vida pública ativa e diversa nas cidades, os espaços precisam viabilizar opções variadas às pessoas para que se encontrem, o que proporcionaria que fossem intensamente usados e experimentados. Sobre os geradores de diversidade apontados por Jacobs (2011), há uma condição essencial que trata da mistura de usos, e não da separação deles. Se funcionando bem e associada a outras três condições, criam-se combinações de usos economicamente eficazes. Essas quatro condições, quando atendidas, nem sempre “produzirão uma diversidade comparável”, mas “o distrito deverá ter condições de desempenhar seu potencial”, aproveitando “o que houver de melhor. E, junto com eles, a vida urbana seguirá o mesmo caminho” (Jacobs, 2011, p. 165).

Indispensáveis para que situações de diversidade e, portanto, de Vitalidade Urbana sejam geradas em ruas e bairros, estariam o atendimento a mais de uma função principal, de preferência, a mais de duas; a maioria das quadras deve ser curta, oferecendo oportunidades frequentes de virar esquinas; ter uma combinação de edifícios com idades e estados de conservação variados; e ter densidade suficientemente alta de pessoas, incluindo alta concentração de pessoas residindo.

Em primeiro lugar, Jacobs (2011) considerou que múltiplos usos seriam capazes de acolher diferentes atividades ao longo do dia, o que por sua vez atrairia pessoas com diferentes necessidades e com diferentes propósitos. A primeira condição garantiria a “diversidade física funcional de usos adjacentes” às ruas, e assim asseguraria a “consequente diversidade de usuários e seus horários” a frequentarem o âmbito público (Jacobs, 2011, p. 106). Os usos principais são aqueles que, por si sós, atraem pessoas a um lugar específico porque funcionam como âncoras. Basicamente, incluem-se os usos residenciais e os destinados a acolher funcionários em geral. Estes usuários se alternam e, por vezes, se encontram em suas rotinas. E qualquer uso principal isolado ou mesmo que associado a outro uso principal, é gerador de uma diversidade urbana limitada, na medida em “que atraia pessoas e as traga para as ruas ao mesmo

tempo” (Jacobs, 2011, p. 176-177).

Nas ruas ditas prósperas, “as pessoas devem aparecer em horários diversificados” (Jacobs, 2011, p. 167). A autora reitera que a combinação de usos deve ser eficiente para a geração da diversidade. Com isso, refere-se às pessoas que utilizam as ruas, preferencialmente proporcionalmente distribuídas, no decorrer de diferentes momentos do dia e da noite (Jacobs, 2011). Em ruas vazias a maior parte do tempo, muito possivelmente estarão associadas a um local monofuncional. Se apenas moradores o utilizam, o entrecruzamento de rotinas fica restrito a momentos pontuais e também se mostra pouco atrativo, visto que não há oportunidades em geral nem maior probabilidade de encontros aleatórios.

Se houver gente suficiente frequentando as ruas a intervalos curtos e convenientes, essa cooperação entre moradores e trabalhadores da vizinhança torna-se uma peça importante para o estoque de empresas, especialmente as de pequeno porte ou aquelas que oferecem bens de consumo (Jacobs, 2011). São essas que disponibilizariam atividades comerciais comuns, como lojas de ferragens, farmácias, fruteiras, padarias, cafés e bares. A partir de então, um outro nível de arranjo secundário de atividades mais específicas ou alternativas entraria em jogo, “todos os quais convivem entre si, o comum com o inusitado, o grande com o pequeno” (Jacobs, 2011, p. 161). Em resumo, com relação à condição das “mesclas de usos principais” e às demais condições potencialmente associadas, “o que conta é o resultado cotidiano e habitual da mistura de pessoas como grupos de sustentação econômica mútua” (Jacobs, 2011, p. 180).

Quando um uso principal é efetivamente associado a outro, que traga as pessoas para as ruas em horários diferentes, aí o resultado pode ser economicamente estimulante: um ambiente fértil para a diversidade derivada. Diversidade derivada é um termo que se aplica aos empreendimentos que surgem em consequência da presença de usos principais, a fim de servir às pessoas atraídas pelos usos principais. (...) Se esse leque de usos distribuir por todo o dia uma boa variedade de necessidades e preferências de consumo, todos os tipos de serviços e estabelecimentos tipicamente urbanos e especializados poderão surgir, processo que se multiplica por si mesmo. (Jacobs, 2011, p. 178)

Em segundo lugar, Jacobs (2011) considerou que as cidades deveriam ser concebidas à escala humana, de modo a proporcionar oportunidades de contato humano e, assim, serem mais propícias à interação social. A segunda condição, relacionada às quadras curtas e, conseqüentemente, às ruas frequentes, refere-se ao tecido urbano formar uma malha viária permeável e o mais contínua possível. Nessa mesma explanação, é possível incluir os obstáculos físicos ou as zonas de fronteira, que costumam constituir barreiras, tendendo a formar distintos lados, incluso becos sem saída, e “hiatos de uso em suas redondezas” (Jacobs, 2011, p. 287). Seriam vias expressas, linhas férreas, parques amplos, estacionamentos muito

extensos, conjuntos institucionais como *campi* universitários e centros cívicos, pois “são funcionalmente ruins” para a Vitalidade Urbana “porque impedem a interação de outros usos” (Jacobs, 2011, p. 142). Esse cuidado a elementos e espaços que possam ser prejudiciais à atividade humana foi por ela relacionado ao termo *border vacuums* (Gómez-Varo *et al.*, 2022).

A implicância dessa condição é a de multiplicar as possibilidades de trajetos, ampliando a escolha de percursos. Em vez de poucas ruas serem majoritariamente adotadas para concentrar os deslocamentos, outras também viriam a se constituir como atrativas. Por vezes, em vista da adoção convergente de trajetos em determinadas ruas, circundadas por quadras longas, há a localização de usos não residenciais ou a gradativa especialização funcional. Sendo assim, uma rua passa a comportar um uso principal enquanto as moradias e outros usos a abandonam. “As pessoas dessa rua e das ruas próximas conseguem formar uma combinação de usos econômicos só onde seus trajetos longos e separados se cruzam e se unem num fluxo” (Jacobs, 2011, p. 197-198). É justamente porque aí estão as pessoas vindas das quadras longas, compelindo a formação de uma combinação específica de usos em detrimento de outros.

No caso das quadras longas, mesmo as pessoas que estejam na vizinhança pelas mesmas razões são mantidas tão afastadas que se impede a formação de combinações razoavelmente complexas de usos urbanos cruzados. Quando se trata de usos principais discrepantes, as quadras longas impedem as misturas produtivas exatamente da mesma maneira. Elas automaticamente separam as pessoas por trajetos que raras vezes se cruzam, de modo que os usos diversos, geograficamente bem próximos de outros, são literalmente bloqueados. (Jacobs, 2011, p. 200)

Jacobs (2011) ainda comenta sobre o pouco espaço disponível aos usos com demanda de instalação nessas ruas que concentram os trajetos advindos das ruas de quadras longas. Essa disputa tenderia a gerar incompatibilidades, desde a possível segregação física de usuários do entorno que não frequentam ou optam por caminhos alternativos, assim como por espaço de testada para os estabelecimentos. Se houvesse ruas a “cortar” as quadras longas, o que as configuraria como curtas, o fluxo fluente, combinado à oferta de moradia e de pontos viáveis para o comércio e serviços, em tese cresceria.

Em terceiro lugar, Jacobs (2011) sugeriu que bairros diversos e vibrantes exigiriam um certo grau de mistura social. Para acolher diferentes tipos de pessoas e/ou famílias, considerou essencial a preservação de um certo equilíbrio entre edifícios novos e antigos, o que na sua perspectiva era um indicador do acesso à moradia. As diferenças nos edifícios vinculavam-se à retenção, ou a garantia de permanência, de moradores que não alcançariam os custos de imóveis novos. A terceira condição da necessidade de uma combinação de edifícios com idades e estados de conservação variados também ofereceria opções a fim de que pudessem ser arcados

por diferentes tipos de negócios. Seria uma característica a mediar a atração entre investidores e empreendimentos, regulando-os junto ao capital socioeconômico já implantado. Pois o “florescimento da diversidade”, em qualquer lugar da cidade que venha a ser bem sucedido do ponto da vitalidade, “pressupõe a mistura de empresas de rendimentos altos, médios e baixos” (Jacobs, 2011, p. 208).

Assim, a diversidade no estoque edilício, e as possíveis relações nas variações nos custos de vida e nas preferências, “são essenciais para obter diversidade e estabilidade nas áreas residenciais, assim como a diversidade de empresas” (Jacobs, 2011, p. 215). As cidades ainda precisariam dessas mesclas de edifícios para cultivar as misturas de usos, tanto dos principais quanto dos derivados, isto como modo de catalisar a Vitalidade Urbana.

Em quarto lugar, Jacobs (2011) defendeu que a concentração de atividades e de pessoas poderia ser considerada como o requisito chave para a Vitalidade Urbana. Ela se referia, especificamente, à densidade de edifícios, residências e população. A última condição cuidaria da necessidade de se ter uma alta concentração de moradores a residir numa região. Ao contrário de uma situação de dispersão ou de ocupação rarefeita, são esses habitantes que conseguem manter as muitas especialidades de usos. As moradias e os outros usos “devem promover um uso intenso do solo urbano a fim de contribuir efetivamente para a concentração populacional” (Jacobs, 2011, p. 222). Jacobs (2011) frisou na insistência do erro ou falsa informação que a densidade populacional informa quando não associada aos parâmetros das taxas edificadas por pessoa ou de ocupação do solo. Afinal, pode-se incorrer no julgamento de valores adequados quando há superlotação ou verticalização excessiva, vinculadas à significativa proporção de áreas livres.

Nesse sentido, não haveria um, nem dois ou três tipos satisfatórios na oferta de moradias para suprir a demanda de um bairro. Quanto menor a padronização e maior a variedade, melhor. Inclusive, altas taxas de ocupação do solo são necessárias para haver variedade. Contudo, essas taxas podem tornar-se intoleráveis ao se aproximarem de 70% bem como se não forem entrecortadas pelo maior número possível de ruas. Já quadras longas com alta ocupação do solo são opressivas. “Ruas frequentes, por serem aberturas entre as edificações, compensam o alto índice de ocupação do solo à volta delas” (Jacobs, 2011, p. 240). A associação desses recursos, somados a usos não residenciais inseridos em áreas residenciais densas, contribuiriam para a diversidade e a Vitalidade Urbana.

A Vitalidade Urbana tem, portanto, implicância econômica e importância social. Isso porque a diversidade comercial e de serviços é, em si, bastante importante para as cidades. A maior parte dos usos da diversidade depende, direta ou indiretamente, da presença de um

comércio urbano abundante, oportuno e diversificado. Nesses locais, além da segurança pela permanente movimentação, serão observados o potencial de incubação de novas empresas e outros tipos de diversidade, “como a variedade de opções culturais, variedade de panoramas e grande variedade na população e nos frequentadores” (Jacobs, 2011, p. 162). E, ainda, porque o resultado dos contatos sociais não é trivial. É quando se definem os limites entre o mundo urbano público e o mundo privado. “Aparentemente despreziosos, despropositados e aleatórios” (Jacobs, 2011, p. 78), os contatos nas ruas constituem a vida pública. Se limitados a pessoas inseridas, por exemplo, nas mesmas faixas de renda familiar ou grupos com a mesma cor ou etnia, teriam “relação direta (...) com segregação e discriminação racial” (Jacobs, 2011, p. 77).

Portanto, os ingredientes da Vitalidade Urbana seriam aqueles a oportunizar que pessoas desconhecidas e moradores locais coexistissem no âmbito público e assim colaborassem para manter a continuidade de ocupação dos espaços públicos bem como a sensação de segurança; e que estes deslocamentos cotidianos entre moradia e trabalho ainda alimentassem uma ampla gama de atividades econômicas a incidir nos edifícios. Dessa maneira, todas as condições apresentadas são essenciais e complementares entre si, contribuindo em conjunto para definir o grau de vitalidade dos lugares. O Quadro 1 ilustra o indicador de diversidade relacionado às quatro condições físico-espaciais de Jacobs (2011) bem como sugere quais os possíveis aspectos a serem utilizados para a análise da relação da Vitalidade Urbana com a forma urbana.

Quadro 1: Delineamento original das condições físico-espaciais necessárias à Vitalidade Urbana e as relações com aspectos de análise da forma urbana.

Indicador	Condições geradoras necessárias de Jacobs	Aspectos de análise da Forma Urbana
Diversidade	Usos combinados	Espaço privado (forma construída)
	Quadras curtas	Espaço público (rede de ruas)
	Antigos e novos edifícios	Espaço privado (forma construída)
	Densidade de pessoas (residentes) e de atividades	Espaço privado (forma construída)

Fonte: a autora.

2.1.2 Comunidade virtual: uma base potencial

Uma elaboração distinta, porém associada e pressuposto necessário à manifestação da Vitalidade Urbana, inclusive retroalimentando-a, estaria a *virtual community*. Nos anos de 1980, Hillier *et al.* (1983), em *Space Syntax: a diferente urban perspective*, criticavam a produção do espaço urbano excessivamente baseada em princípios fragmentários de planejamento, como as regras de zoneamento. Afinal, “a principal diferença na qualidade dos

espaços urbanos residiria, em parte, na forma como estariam integrados ao seu entorno”⁶ (Hillier *et al.*, 1983, p. 54, tradução nossa).

A partir de técnicas de descrição das relações e dos padrões espaciais, havia uma lógica de organização com implicâncias sociais. Para além das propriedades locais, a condição de rede, ou seja, as propriedades globais do arranjo espacial “tem um efeito crucial no modo como as pessoas se deslocam numa área urbana e, portanto, no modo como as pessoas se tornam automaticamente conscientes umas das outras”⁷ (Hillier *et al.*, 1983, p. 49, tradução nossa).

Através dos seus efeitos no movimento, a configuração espacial tende naturalmente a definir certos padrões de copresença e, portanto, de co-consciência entre os indivíduos que vivem e passam por uma área. Indivíduos copresentes podem não se conhecer ou até mesmo reconhecer uns aos outros, mas será argumentado que isso não significa dizer que a copresença não é um fato social e um recurso social. As pessoas copresentes não são uma comunidade, mas fazem parte da matéria-prima da comunidade, e podem, no devido tempo, ser ativadas e poderão ser ativadas se necessário for. No entanto, mesmo sem a conversão em interação, os padrões de copresença são um recurso psicológico, precisamente porque a copresença é a forma primitiva da nossa consciência dos outros. Os padrões de copresença e co-consciência são o produto distintivo do desenho espacial e constituem, (...), os principais constituintes do que será chamado de “comunidade virtual”⁸. (Hillier, 2007, p. 141, tradução nossa, grifo do autor)

Essa noção assim englobaria os diferentes graus de relação potenciais a serem estabelecidos entre pessoas, atividades e espaços. Aproxima-se da potencialidade da copresença, dependente da escala global de organização da forma urbana, da qual também advém o padrão de profundidade dos espaços. Uns são mais rasos, outros mais profundos, dependendo de serem mais direta ou indiretamente acessados. Trata-se da distância que representa o relacionamento de cada espaço comparado a todos os outros do sistema, daí decorre a medida de integração. Essa propriedade pode referir-se a relações globais entre os espaços como um todo, ou a relações locais se forem considerados um espaço e seus vizinhos imediatos.

Dito isto, a copresença corresponderia ao conjunto efetivo de pessoas que compartilham

⁶ (...) *the key difference in urban quality between spaces lies partly in how well the spaces are integrated with their surroundings.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 54)

⁷ (...) *has a crucial effect on the ways people move through an urban area, and therefore on the ways people become automatically aware of each other.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 49)

⁸ *Through its effects on movement, spatial configuration tends naturally to define certain patterns of co-presence and therefore co-awareness amongst the individuals living in and passing through an area. Co-present individuals may not know each other, or even acknowledge each other, but it will be argued that this does not mean to say that co-presence is not a social fact and a social resource. Co-present people are not a community, but they are part of the raw material for community, which may in due course become activated, and can be activated if it becomes necessary. However, even without conversion into interaction, patterns of co-presence are a psychological resource, precisely because co-presence is the primitive form of our awareness of others. Patterns of co-presence and co-awareness are the distinctive product of spatial design, and constitute, (...), the prime constituents of what will be call the “virtual community”.* (Hillier, 2007, p. 141)

e utilizam um espaço, mesmo que sem interagir diretamente entre si (Hillier, 2007). Adicionalmente, teria um viés qualitativo, pois os indivíduos possuem uma espécie de consciência da possibilidade de encontro, de proximidade, da inclusão do outro, o estranho. Dependeria de um sistema probabilístico no qual as pessoas, em suas rotinas de deslocamento e atividades, tendem a usar ou a passar pelos mesmos lugares. Seria a comunidade virtual ou latente em si, que não existe como realidade, mas como uma potência ou faculdade, sendo importante para o senso de segurança e pertencimento dos habitantes, e que pode vir a se tornar uma comunidade em termos sociológicos.

A real sensação das pessoas ao nosso redor é, (...), tão importante para o sucesso da vida na cidade quanto as relações pessoais que ocorrem na maioria dos casos independentemente, e às vezes por causa, de justaposições e formas particulares de espaços públicos e edifícios. (...) sentir-se seguro numa cidade depende em grande parte do fato das áreas estarem em contínua ocupação e utilização - a sensação de que, mesmo em áreas urbanas ou suburbanas pouco povoadas, nunca se anda sozinho⁹. (Hillier *et al.*, 1983, p. 63, tradução nossa)

Devido à consciência do posicionamento inerente a cada ponto da rede urbana, bem como das suas relações, revela-se a condição de centralidade do sistema urbano. A propriedade de inteligibilidade desse sistema fala da capacidade de leitura das pessoas que, ao se deslocarem, recebem informação sobre em que parte do espaço estão. Isto “lhes permite compreender a estrutura do todo”¹⁰ (Hillier *et al.*, 1983, p. 63, tradução nossa). Vincula-se também às leis que, ao operarem no nível das propriedades configuracionais, expressam as formas espaciais das cidades. De acordo com Hillier (2007, p. 258, tradução nossa), as leis da função genérica regem “as propriedades que todos os arranjos espaciais devem ter para serem utilizáveis e inteligíveis por qualquer indivíduo”¹¹, garantindo a inteligibilidade e a funcionalidade dos sistemas urbanos e tratando de informar o que é comum nas diferentes culturas espaciais.

Assim, a inteligibilidade vem a ser a capacidade dos indivíduos de estarem cientes das relações espaciais estabelecidas entre os espaços e assim reterem uma imagem inteligível dos padrões de distribuição da acessibilidade, ou seja, da complexidade da estrutura da forma urbana. Já a funcionalidade reflete a capacidade de acomodação no sistema urbano de funções

⁹ *The very sensation of people around you is, (...), just as important to successful city life as are the personal relationships which occur in most cases independently of, and sometimes because of, particular juxtapositions and forms of public spaces and building (...) feeling safe in a city depends largely on areas being in continuous occupation in and use - the feeling that, in even mildly populated urban or suburban areas, one is never walking around alone.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 63)

¹⁰ (...) also allows them to comprehend the structure of the whole. (Hillier *et al.*, 1983, p. 63)

¹¹ (...) governs the properties which all spatial arrangements must have in order to be usable and intelligible to human beings at all (...). (Hillier, 2007, p. 258)

em geral e, portanto, de uma gama de funções diferentes, isto em vez de uma função específica. Ou seja, “partes segregadas parecem funcionalmente inflexíveis e inadequadas para a maioria dos tipos de padrões funcionais, enquanto que partes integradas seriam flexíveis e adequadas para um número significativo e concomitante de funções urbanas possíveis”¹² (Hillier, 2007, p. 247, tradução nossa).

Poder-se-ia, por fim, atrelar a comunidade virtual a uma “*condição de publicização do espaço*” (Aguiar, 2012, p. 68, grifos do autor), entendendo o espaço público como aquele que permite diferentes graus de intensidade nos contatos entre moradores e visitantes. A partir da capacidade de leitura do sistema urbano, há no imaginário de cada habitante a existência da ideia da comunidade virtual, ainda que essa não seja efetivamente vivenciada. Trata-se de um tipo de informação disponível no espaço urbano, no qual o indivíduo escolherá ou não “adentrar” gradativamente. Aqui, adentrar não deve ser entendido como participação ativa em um campo de interações possíveis, mas como conhecer se, espacialmente, está próximo ou nas imediações desse maior campo de probabilidades. E decidir se expor a esse nível de relações no corpo ampliado de habitantes do urbano.

Já a maior ou menor presença de pessoas, ou apenas intensidade de movimento – nessa altura assumida como parte da manifestação da Vitalidade Urbana –, constituiria algo efetivamente quantitativo, portanto mensurável pela observação sistemática, e admissível de ser, estatisticamente, contraposta às propriedades espaciais.

2.1.3 Centralidade: uma base de superação

A centralidade refere-se às possibilidades de se opor à fragmentação do fenômeno urbano. Seria tanto uma categoria a partir da qual explorar “seu paradoxo: ele [o fenômeno urbano] só pode ser considerado como totalidade, e seu caráter total não se deixa apreender” (Lefebvre, 1999, p. 167), quanto um meio, enquanto prática socioespacial, pelo qual enfrentar a cidade como “fragmentação dos lugares e momentos da vida urbana” (Carlos, 2020, p. 358).

Esse debate iluminou sobre a centralidade, a *praxis urbana* e, finalmente, a revolução urbana virem a ser movimentos constitutivos de uma outra elaboração. Nessa direção de entendimento da cidade, para Lefebvre (1999, 2008) a verdadeira problemática da realidade urbana residia na transformação da sociedade. O urbano foi então definido como campo de

¹² (...) *the depth maximising form seem functionally inflexible and unsuited to most types of functional pattern while the depth minimising form seems to be flexible and suited to a rather large number of possible functions.* (Hillier, 2007, p. 247)

enfrentamentos e confrontações. E a partir deste urbano posto como superação, o autor expôs a necessidade prévia do reunir em diversidade, do centralizar. A cidade se apresentaria como uma condição material, durável, cujo resultado, ou realidade presente, é fruto de ações passadas, acumuladas por longo tempo. E haveria um espaço-tempo urbano, diferencial, a ser realizado. Por sua vez, a centralidade seria o pressuposto fundamental do urbano (Lefebvre, 1999). Ela se traduziria na possibilidade de confluência de tudo que pode existir no espaço para um ponto específico, no encontro, real ou possível, de todos os sujeitos e objetos.

Lefebvre (1999), em *La Révolution Urbaine* (1970), alertava sobre um novo campo em formação. Na cidade de então, o que acontecia denunciava estar em curso um conjunto de manifestações. Um processo com dois aspectos conflitantes, diferentes, porém inseparáveis, ocorria: industrialização e urbanização, crescimento e desenvolvimento, *habitat* e habitar, produção econômica e vida social. Anteriormente, Lefebvre (2008), em *Le Droit à la Ville* (1968), definiu a cidade como obra e, ao mesmo tempo, produto social. Tratava-se de uma mediação entre a ordem próxima (relações entre os indivíduos) e a ordem distante (cujo poder de representação da sociedade se exercia por meio das instituições, códigos e conjuntos significantes). Apresentava-se, assim, como uma realidade espacial e arquitetônica que permeava e era permeada pelas relações sociais. Apesar da distinção entre as morfologias material e social, não seriam entidades separáveis, ao contrário, possuíam uma conexão mútua de modo que “a cidade se manifesta (...) com sua dupla morfologia (prático-sensível ou material, de um lado, e social do outro)” (Lefebvre, 2008, p. 66).

A partir da reflexão do processo de produção do espaço urbano como uma simultaneidade entre essas duas morfologias, o autor identificou uma redução do espaço concreto ao espaço abstrato (Lefebvre, 2008, 1999). A dinâmica do espaço concreto deveria ser forjada a partir das práticas da vida cotidiana. Expressaria a pluralidade de modos de vida e de formas de apropriação do espaço. Mas uma substituição tinha ocorrido. O espaço concreto fora instrumentalizado por estratégias de organização e controle, moldando-o como meio adequado à reprodução do capital e à perpetuação das relações sociais que lhe constituíam. E como não aceitar essa lógica unitária, ideológica e repressiva? Disse Lefebvre (1999, p. 164, grifo do autor) que pela “rebelião do ‘vivido’, do cotidiano, da *práxis*”.

Pela rua podia-se demonstrar o que estava em jogo, quais os modos de vida estavam em “disputa”. Tanto num nível de base econômica (valor de troca) quanto de vida social e cultural (valor de uso), para Lefebvre (1999) aí estava a profundidade da crise de uma sociedade urbana em gestação. A favor da rua, o autor dizia não se resumir a lugar de passagem e circulação, mas era onde a própria cidade se manifestava. A rua existia como lugar de encontro. “Na rua, e por

esse espaço, um grupo (...) aparece, *apropria-se* dos lugares, realiza um tempo-espaço apropriado” (Lefebvre, 1999, p. 27, grifo do autor). Determinados lugares animavam a rua, sendo por ela favorecidos. Na rua, pelo movimento, ocorria a mistura, sem a qual não haveria vida urbana. Na rua também estavam contidas outras funções: a informativa, a simbólica e a lúdica. Há desordem na medida em que “todos os elementos da vida urbana, (...) liberam-se e afluem às ruas e por elas em direção aos centros; aí se encontram, arrancados de seus lugares fixos. Essa desordem vive. Informa. Surpreende” (Lefebvre, 1999, p. 27). Enquanto crítica, o mundo da mercadoria também se desenvolvia na rua. Assim a troca ou o valor de troca poderia prevalecer sobre o uso, adquirindo um *status* colonizador estético e ético. Na rua, convertida “em rede organizada pelo/para o consumo (...). O tempo torna-se o ‘tempo-mercadoria’” (Lefebvre, 1999, p. 28, grifo do autor). A rua não seria “mais que a transição obrigatória entre o trabalho forçado, os lazeres programados e a habitação como lugar de consumo” (Lefebvre, 1999, p. 29).

O urbano seria, portanto, esse “campo de tensões altamente complexo” (Lefebvre, 1999, p. 45). Mostrar-se-ia como a forma pura do encontro, das justaposições e superposições de redes, um lugar de simultaneidades, ampla afluência, reunião. Vinculado à prática, cujo conteúdo da rua advém e nela está contido. Haveria busca. Assim, a cidade, nem a realidade urbana, existiriam sem centralidade. O espaço urbano pode atrair para si tudo: coisas, obras, pessoas. É imprescindível a concentração, “com seus riscos de saturação, desordem, e suas oportunidades de encontros, de informações, de convergências” (Lefebvre, 1999, p. 90). Mas “o centro só pode (...) dispersar-se em centralidades parciais e móveis”, o que o autor chamou de policentralidade (Lefebvre, 1999, p. 91). O essencial do fenômeno urbano estaria “na centralidade considerada com o movimento dialético que a constitui e a destrói, que a cria ou a estilhaça” (Lefebvre, 1999, p. 108). “Esse movimento, produzido pelo urbano, produz, por sua vez, o urbano” (Lefebvre, 1999, p. 109).

A cidade possibilitaria criar tudo, nada existindo “sem troca, sem aproximação, sem proximidade, isto é, sem *relações* (Lefebvre, 1999, p. 109, grifo do autor). Aplica-se aqui o que Lefebvre (1970) definiu como “teoria do espaço diferencial”, assumindo as diferenças que emergem e se instauram no espaço não decorrendo do espaço em si, “mas do que nele se instala, reunido, confrontado pela/na realidade urbana” (Lefebvre, 1999, p. 115). Esta forma advinda, porque disponível, a partir de “contrastes, oposições, superposições e justaposições substituem os distanciamentos, as distâncias espaço-temporais” (Lefebvre, 1999, p. 115). Faz-se necessária uma distinção entre diferença e segregação. Diferença refere-se a relações, estando no âmbito da proximidade, “percebidas e concebidas, portanto, inserção numa ordem espaço-temporal

dupla: próxima e distante” (Lefebvre, 1999, p. 121). Segregação, por sua vez, “por classe, bairro, profissão, idade, etnia, sexo” (Lefebvre, 1999, p. 87), constitui-se como ordem totalitária que objetiva separação e rompe relações. E, por si só, “complica e destrói a complexidade” (Lefebvre, 1999, p. 121).

Para Lefebvre (1999), a cidade centraliza criações, mas para essas criações terem curso, a realidade urbana dependeria de um olhar para tudo aquilo que a compõe num espaço-tempo urbano, concebido e percebido desde “dentro”. Pela(s) centralidade(s) ocorreria(m) a reunião das diferenças. Ao mesmo tempo que as contém, “as coisas *diferentes* advêm umas das outras e não existem separadamente, mas segundo as diferenças” (Lefebvre, 1999, p. 109, grifo do autor). O urbano, não sendo indiferente a todas as diferenças, possibilitaria que essas existissem reciprocamente e manifestassem como procedentes dos, ou levando aos, conflitos. Daí o caráter sempre disponível do espaço urbano.

Como o ato e atividade de produzir espaço é em si um ato e atividade de produção da vida, “a sociedade se constitui como realidade prática através de um conjunto de produções: uma delas é o espaço” (Carlos, 2020, p. 354). Nessa perspectiva, a cidade aparece como materialização de um conteúdo da vida, e sua produção revela a prática espacial. Do mesmo modo, a produção do espaço se articula à reprodução das relações sociais de produção. E esse produto, espaço gerado, contém separação e dissociação, produzindo:

(...) favelas, condomínios fechados, guetos de todos os tipos, acentuando a segregação, a atomização das pessoas pela desagregação da vida de relações fundadas na sociabilidade, com a implosão dos referenciais urbanos que pontuam e dão sustentação a vida, no eclipse dos espaços públicos da reunião e do encontro (em espaços vistos como improdutivos), na degradação do trabalho enquanto atividade humana, bem como dos lugares de trabalho, cooptação do tempo do lazer ao mundo da mercadoria, etc. (Carlos, 2020, p. 359)

Assim, dadas as possibilidades veiculadas nas características materiais, espaciais, simbólicas, produtivas, etc., e de um tipo outro de consciência dependente da ação social de “produção do habitar e do uso dando *sentido à apropriação* como ato essencialmente humano (criativo)” (Carlos, 2020, p. 353, grifos do autor), um movimento estaria orientado ao futuro. O de superação das contradições que impedem o verdadeiro sentido da vida humana de se realizar concretamente.

2.1.4 Urbanidade: uma base relacional

Dos efeitos da organização espacial, para além do movimento em potencial – modo de

consciência do encontro com o outro e de copresença na mencionada *virtual community* –, estaria também, como produto, a urbanidade. O conceito de urbanidade aparece em Hillier *et al.* (1983) como uma qualidade emergente global, por certo também condicionada pelo arranjo espacial local, que colabora com o modo de vida urbano. A urbanidade, conforme os autores, se mostraria dependente da capacidade perceptiva dos indivíduos. É a eles informada pela inteligibilidade do espaço, ou seja, pela distinção da posição ou localização no espaço, associando-o, a partir da escala local, à estrutura do todo, e pela sua continuidade de ocupação, ou modo de distribuição das pessoas no espaço, desde os mais cheios aos mais vazios.

Isto significaria que “a estrutura de um sistema como um todo é compreendida na medida em que as pessoas que nele se movem recebem as informações sobre o espaço em que estão”¹³ (Hillier *et al.*, 1983, p. 63, tradução nossa). A convexialidade e a axialidade constituiriam, portanto, princípios organizadores sintáticos que permitem aos sujeitos relacionar as escalas global e local. Seria um modo de previsibilidade do funcionamento do sistema, quando “garante que as pessoas o compreendam e possam prever intuitivamente suas consequências funcionais”¹⁴ (Hillier *et al.*, 1993, p. 65, tradução nossa). Quanto mais consciente um espaço ou conjunto de espaços está para as pessoas, ou seja, tanto para os seus residentes quanto para os estranhos, estrangeiros ou não residentes, significa que a estrutura do todo é melhor compreendida a partir de determinados percursos ou rotas, representados normalmente por caminhos mais vantajosos medidos em termos dos objetivos e dos tempos de viagem a serem despendidos. Esses percursos ou rotas teriam maior proporção de pedestres em movimento (Hillier *et al.*, 1993).

Urbanidade não seria o mesmo que Vitalidade Urbana, “no sentido de presença de pessoas, embora possa incluí-la” (Aguiar, 2012, p. 63). Dentre os ingredientes da urbanidade também estariam os vinculados às definições de comunidade virtual e de centralidade, isto pela possibilidade de alguns lugares urbanos, uns mais outros menos visto a inserção global na estrutura espacial, de comportar o potencial encontro de uma diversidade de atores. Nesse sentido, por ser imprescindível a reunião estabelecida entre indivíduos, locais (moradores) ou não (estranhos), estes oriundos de classes e estilos de vida distintos que, com (e apesar das suas) cargas sociais, atuariam para situações de reprodução das diferenças, ou para a sua superação, emergirem.

¹³ (...) *the large scale structure of a system is intelligible to the people moving about in it to the extent that information they receive about the space they are in (...) also allows them to comprehend the structure of the whole.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 63)

¹⁴ (...) *that ensures that people both understand it, and can intuitively predict its functional consequences.* (Hillier *et al.*, 1993, p. 65)

Em Urbanidades (Aguiar e Netto, 2012), esforços foram empreendidos ao discorrer sobre a urbanidade, entendendo-a ora como uma “*característica do humano*, das pessoas” ora como uma característica estendida “aos *não humanos* ou aos *objetos sócio-técnicos*” (Aguiar e Netto, 2012, p. 239, grifos do autores). Entretanto, não passível de uma abordagem comum foi relacionar quais os comportamentos, ações ou práticas são tidos como manifestações de urbanidade vinculadas ou decorrentes de determinados atributos físico-espaciais. Pois há a probabilidade da urbanidade, ou a falta de, ocorrer “igualmente em lugares supostamente propícios ou não propícios a tal” (Aguiar e Netto, 2012, p. 238).

Ainda que certos lugares, dados os seus aspectos configuracionais, apresentem condições diferenciadas para a atuação da maior quantidade e diversidade de pessoas, não há relações causais sobre um tipo de expressão de urbanidade estar presente ou ausente ou ser associada a um padrão esperado de interações sociais. Em locais de intenso fluxo, a urbanidade não só estaria na pressa do caminhar, nos olhares desviados e nos corpos evitados, mas também nos pequenos gestos verificados nos cumprimentos, nas paradas dos encontros eventuais entre conhecidos, nas informações e orientações entre desconhecidos. Ainda, nas possíveis ações de solidariedade junto aos vulneráveis, excluídos ou em risco.

Afinal, urbanidade também seria “uma manifestação de atitude, de resistência (...), uma reafirmação de humanidade, que, então, ocorreria com mais significância exatamente nas situações mais adversas” (Aguiar e Netto, 2012, p. 238). Tanto em locais densamente populosos ou em áreas centrais que normalmente acolhem pessoas desconhecidas de toda sorte, quanto em condomínios fechados de alta renda ou comunidades carentes de ocupação irregular, comportamentos sociais associados ao que seria boa ou má conduta de urbanidade, no sentido da existência ou da ausência de um virtuosismo ou cortesia, não necessariamente têm relação unívoca com as características físico-espaciais.

Ao ampliar a dimensão do “ambiente urbano como parte integrante e influente nas relações entre pessoas, ou até mesmo como expressão autônoma de urbanidade” (Krafta, 2012, p. 115-116), haveria nas condições materiais e espaciais dos lugares uma carga ou doação à urbanidade. As condições incluiriam tanto “as sintáticas, ou seja, as derivadas da articulação espacial” quanto “as semânticas, as derivadas dos significados sociais, ambientais, simbólicos, funcionais, históricos, etc.” (Aguiar e Netto, 2012, p. 236). Já os efeitos ou implicações, seriam uma resultante da interação entre cidade e usuários, expressa pelos seguintes componentes: interação entre usuários, interação entre indivíduos e os lugares, e interação entre diferentes partes da cidade. Os dois primeiros componentes assumem o uso dos lugares no momento presente, na duração do agora. O último considera a produção e a transformação de objetos

urbanos em diferentes tempos por diferentes indivíduos, representando um “comportamento social, petrificado, por assim dizer”, ou seja, uma urbanidade da forma (Krafta, 2012, p. 118). Nesses contextos, a urbanidade estaria ancorada no *status* de expressão.

Um dos modos de expressão da urbanidade envolve a esfera das interações entre as pessoas ou os tipos de comportamento dos indivíduos e grupos nos lugares. A pretensão ou intenção de decodificar ou traduzir seus sentidos implicaria deparar-se com um campo de imensa complexidade. Trataria da manifestação das experiências dos sujeitos imersos no mundo social e nas relações com o Outro. Abarcaria a ideia da constituição da esfera pública, do convívio em sociedade, da coexistência em alteridade, no contato ou na imersão com a diferença. Para Netto (2012, p. 37), a urbanidade representaria as formas de encontro e de vida coletiva, sendo “constituída de um tecido aderente, colado ao ato, impregnando-o; uma visão da vida urbana como atravessada de espaço e tempo”. A cidade seria então uma estrutura espacial e temporal mutuamente determinante da experiência, ou seja,

(...) haveria uma possibilidade da temporalidade complexa da experiência urbana estar latente na própria espacialidade dos lugares, arquiteturas e ruas – da espacialidade que projeta temporalmente o social, o impulso da ação, e a necessidade das ações conjuntas. Analogamente, os ritmos e temporalidade nos quais somos imersos em nossas vidas urbanas não são invenções de nossas atuações: fomos levados até eles por construções sociais, temporais e espaciais passadas. Um passado urbano informa cada decisão que fazemos no agora. (Netto, 2012, p. 40, grifos do autor)

Netto (2012, p. 41) ainda ampliou a definição de urbanidade como sendo a “copresença dos diferentes modos de ser” em função da temporalidade desses encontros e possíveis interações que as ações cotidianas, fruto dos deslocamentos, propiciariam. E a constituição espacial e arquitetônica não é inerte, mas ativa, na geração das espacialidades de maior ou menor convergência de movimento e de atividades dos grupos sociais das mais variadas procedências, identidades, rendas, ocupações. O problema da urbanidade se relacionaria ao espaço urbano, sendo este capaz de efetivá-la ao considerar, como meios de travessia entre os campos sociais, a copresença, o reconhecimento mútuo e a interação entre os diferentes. Isto se daria a partir de três dimensões: fenomenológica, comunicativa e ontológica (Netto, 2012).

A primeira dimensão versa sobre a descoberta da alteridade, do outro enquanto diferença, e, portanto, de que a urbanidade é o aprendizado de que o mundo é socializado. A segunda, do quanto a urbanidade é afeita à intensificação das práticas de interação e dos convívios, utilizando um tipo de linguagem que não necessariamente a linguística, mas também a cognitiva, sendo o espaço fonte constante de informação sobre processos em andamento. A terceira, a urbanidade como resultado de processos de afastamento (aqui as dissociações e as

restrições) ao mesmo tempo em que é meio de integração social, e, portanto, interdependente da “*materialidade do espaço e redes urbanas (...) como meio de integração da realidade social e material*” (Netto, 2012, p. 49-50, grifos do autor). Essas dimensões permitiriam uma visão de “urbanidade como efervescência do urbano” e atenção voltada para as “situações urbanas onde essas condições se materializam”. Pois a “ausência [da urbanidade] levaria a uma ‘desurbanidade’” (Netto, 2012, p. 50, grifo do autor).

Essa urbanidade das/entre pessoas não deixaria de envolver o universo do que é humano ao mesmo tempo em que é condicionada pelo ambiente construído. Assim se produziria enquanto relação e não pode ser conhecida de fora. Seria a argumentação de Rheingantz (2012) ao apresentar a urbanidade como o resultado de um conjunto de atuantes humanos e não humanos. O autor lança mão do par, coexistente e dependente, Urbanidade e Desurbanidade como manifestações, ao invés de fatos estáveis e concretos, de “fluxos e possibilidades dinâmicos de uma rede que se caracteriza pela justaposição de materiais ou eventos heterogêneos envolvendo espaço, tempo e conhecimento ou experiência” (Rheingantz, 2012, p. 137).

O outro modo de expressão da urbanidade, inerente à forma da cidade, teria uma dimensão local e temporal sempre variável. Cada lugar guardaria, em sua materialidade e espacialidade, particularidades que são ativas, sendo suporte, fruto cumulativo de eventos passados, tanto para a facilitação quanto para a restrição das ações e práticas. Como as relações espaciais geram e sustentam um campo de encontros possíveis, ainda seria suscetível às dinâmicas das rotinas, de modo que as pessoas, em suas passagens e permanências, criam maiores camadas de sobreposição em determinados lugares, chamados de integradores, ou menores, em lugares ditos segregadores.

No entendimento de Aguiar (2012, p. 64), a urbanidade é “uma qualidade da forma ou das formas; trata-se de algo essencialmente material, ainda que repercuta diretamente no comportamento e no bem-estar das pessoas no espaço público”. Assim o termo aplica-se a edifícios, ruas, bairros e/ou cidades e baseia-se na relação estabelecida entre espaço e corpo, nas diferentes escalas. Especificamente no caso de situações urbanas, a depender do modo de apropriação pelas pessoas, estaríamos diante ora de uma boa ou alta urbanidade, onde corpos estão presentes e são bem ou gentilmente acolhidos, ora de uma má ou baixa urbanidade, onde corpos evitam ou abandonam determinadas ruas ou calçadas. Urbanidade poderia, portanto, caracterizar aspecto de qualidade da cidade já que trata do acolhimento aos corpos.

No espaço há uma manifestação geométrica associada à sua qualidade de direcionalidade (necessitando do gesto da caminhada por meio da dimensão cinestésica do

corpo) e relacional, enquanto percepção dos estímulos visuais, a partir de onde se está, permitindo ao indivíduo situar-se, no nível cognitivo, globalmente. Este é um dos principais ingredientes da urbanidade, pois o modo de articulação espacial exerce papel preponderante nas gradações dos locais mais e menos compartilhados pelas pessoas nos espaços públicos. Aproxima-se, tomando a mesma linha de raciocínio de Aguiar (2012), do sentido delineado por Lynch (2012) em *A Theory of Good City Form* (1981), como uma das dimensões ou condições que conferem qualidade à forma das cidades. Clareza de apreensão e identificação são os processos de percepção relacionados à estrutura e à identidade do ambiente construído. A estrutura refere-se à orientação, enquanto a identidade está associada à capacidade de reconhecimento ou distinção. A estrutura local permite aos indivíduos identificar um local por meio da percepção de como suas partes se ajustam ao todo. No conjunto, implica saber como outros locais estão ligados a este local específico.

Essa escala considerando o todo ou o arranjo global da rede de ruas atua, e é determinante, na apropriação das/pelas pessoas. É o meio pela qual se viabiliza a presença ou a ausência de gente. Assim, a maior ou menor intensidade de encontro acompanha as diferenças na “*condição de publicização do espaço*” (Aguiar, 2012, p. 68, grifos do autor). Já a arquitetura ou a escala local também afeta a apropriação, pois o modo como o espaço público é constituído, ou seja, pela sua delimitação por meio da continuidade ou descontinuidade das formas construídas, pela maior ou menor extensão na justaposição de edifícios e pelo tipo de interface mais ou menos permeável, que busca facilitar ou dificultar as relações entre o fora e o dentro, pode afetar a relação de presença, e permanência, entre moradores e seus vizinhos, bem como entre habitantes e estranhos.

Tanto o corpo coletivo a partir das mais variadas ações que desenvolve através do deslocamento no espaço, quanto os elementos físicos presentes na articulação da rede de ruas e na própria constituição local da arquitetura do espaço público, contribuem conjuntamente para o conceito de urbanidade. A medida do habitar as cenas urbanas é um comprometimento, diferenciado, com o atendimento da forma da cidade às conveniências do corpo/atividades. Ou seja, cada elemento inserido nas diferentes escalas do espaço público teria “uma qualidade arquitetônica intrínseca que vem da adequação, melhor ou pior, da sua forma ao corpo, individual e coletivo” (Aguiar, 2012, p. 64).

(...) em sua formulação mais essencial, a condição de urbanidade possa surgir já com a construção da *segunda* casa. Mas não, em hipótese alguma, apenas com a primeira (...). No momento em que a segunda casa é agregada à paisagem poderá ocorrer, dependendo do modo como essa segunda casa for posicionada com relação à primeira, o surgimento, o nascimento, ali mesmo, da urbanidade. O espaço *entre* essas duas

casas será então, suprida uma única condição, um espaço *urbano*, uma situação *urbana*. E a partir de então esse lugar, espaço de algum modo delimitado, será detentor de urbanidade. Que condição seria essa, favorável a que o embrião da urbanidade germine em uma situação espacial assim incipiente? A condição essencial e única é que este espaço, surgido entre as duas casas, seja um espaço público, um espaço de uso coletivo isto é, de uso compartilhado pelos que habitam as duas ou mais casas e, simultaneamente, por qualquer pessoa que por ali passe, portanto, (...), um espaço compartilhado por *habitantes e estranhos*. Para que estranhos se interessem em passar por ali é evidente que o lugar tem que ter alguma atratividade, ou que seja passagem para algum lugar que tenha essa atratividade. Portanto, configuração e atratores se complementam na realização da urbanidade. (Aguiar, 2012, p. 77-78, grifos do autor)

Assim, conforme Aguiar (2012), há um papel da dimensão arquitetônica, mediada pelo espaço público, para a gênese da urbanidade. Trata-se de uma sinergia que articula espaços privados e públicos. O resultado, posto que depende das relações configuracionais, bem como da constituição local das interfaces ou determinadas tipologias funcionais, é diferente e se refletiria nas distintas urbanidades da forma.

Em contraponto, Figueiredo (2012) alerta sobre uma forma de desurbanismo. Refere-se ao perigo de tendências representadas por “uma lógica de produção de arquiteturas, espaços e sistemas de transporte que dão suporte a um determinado modo de vida” (Figueiredo, 2012, p. 209). Este tipo de fenômeno poderia inviabilizar outros modos de vida ao priorizar o automóvel particular e a construção de muros altos, torres e condomínios fechados, incentivar o enclausuramento e a negação do espaço público, reduzir a diversidade de usos e a adaptabilidade das edificações, o que cada vez mais separa pessoas e ideias.

Para o autor, uma “complexa teia de interações e associações entre atores dá origem a grupos ou módulos” (Figueiredo, 2012, p. 214). Indivíduos participam simultaneamente de diversos grupos. E entre o indivíduo e a sociedade há múltiplos grupos ou módulos em camadas de interação concomitantes ou sobrepostas. Esses diferentes atores, indivíduos ou grupos, têm poder de ação totalmente diferenciado porque há fatores e posições desproporcionais nessa rede de atuação. Mudanças pontuais na cidade dependerão do papel dos atores e serão, portanto, “profundamente desiguais” (Figueiredo, 2012, p. 215). No caso de práticas vencedoras, no ambiente construído há a criação de facilidades para esse modo ou estilo de vida se reproduzir ao longo do tempo. Quando as práticas são perdedoras, o modo de vida que lhe é correspondente tem dificuldade para se materializar. Um sistema de vantagens e desvantagens é então estabelecido, e o espaço reflete essa condição de disputa. O viés ganhador teria efeitos cumulativos e mais duradouros. Já o perdedor, pelas restrições, seria excludente (Figueiredo, 2012).

A *urbanidade* acontece quando o ambiente construído e suas estruturas auxiliares (...), permitem ou mesmo potencializam encontros e a copresença entre pessoas de classes ou estilos de vida distintos em espaços legitimamente públicos, dentro de um sistema probabilístico no qual as pessoas, em suas rotinas, tendem a usar ou passar pelos mesmos lugares. Seu contrário, a *desurbanidade*, acontece quando o ambiente construído e suas estruturas auxiliares (...), impedem ou pelo menos restringem encontros e a copresença entre pessoas de classes ou estilos de vida distintos, separando-as em espaços privados ou semipúblicos, dentro de um sistema probabilístico no qual as pessoas, em suas rotinas, tendem a não usar ou passar pelos mesmos lugares. (Figueiredo, 2012, p. 216-217, grifos do autor)

Na linha de raciocínio de Krafta (2012), a urbanidade material conta com “a presença de objetos de diferentes idades, e, mais ainda, modificados por sucessivas adaptações” e derivados de ações de diferentes indivíduos (Krafta, 2012, p. 121). A urbanidade presente nos objetos priorizaria inserções que visam a homogeneidade genérica, isto pela revelação de uma continuidade quase exclusiva às edificações, ou pela constituição de porções diversificadas, através da justaposição de fragmentos homogêneos, representadas por loteamentos ou conjuntos urbanísticos. A outra forma de inserção se daria por heterogeneidade a partir da superposição de objetos “que alteram a composição pré-existente e constroem uma nova ordem” (Krafta, 2012, p. 123-124). Essa última inserção seria o tipo de urbanidade da forma com efetiva capacidade de mudança e que melhor responderia “aos requerimentos sociais e aos aspectos evolutivos das cidades” (Krafta, 2012, p. 132).

Assim, pode-se definir a urbanidade como “uma espécie de *telos* da cidade, a manifestação de sua condição plena, de sua real condição, mesmo que ainda esteja latente, potencial” (Aguar e Netto, 2012, p. 253, grifo dos autores). Busca-se, novamente, respaldo em Lefebvre (2008, 1999), no desdobramento do urbano, entendimento este como talvez equivalente ou próximo à urbanidade no sentido do que está por vir, um devir em aberto. Ela, a urbanidade (ou o urbano possível), reuniria as qualidades da cidade. Seria tudo aquilo que a torna viva, sejam quais forem os seus tipos de vida. O problema da urbanidade, resgatando agora a definição de centralidade do autor, afrontaria as restrições de interações – que decorrem das tensões de distanciamento e de diferenciação, ou seja, formas de segregação. Um tipo de compensação até estaria na “reprodução material via microeconomia ou interações na esfera do trabalho”, mas o esforço principal seria depositado na “copresença em situações cotidianas não instrumentais, (...) as quais transcendem processos de agregação social exclusiva ao envolver contatos e reconhecimentos mútuos capazes de produzir permeabilidades entre campos sociais” (Netto, 2012, p. 45). A urbe teria o papel de fazer convergir encontros e de inserir objetos, potencializando as relações entre os diferentes indivíduos (inseridos nas mais variadas formações identitárias), tecendo possíveis associações ou a construção de outros sistemas de

integração social e material.

A urbanidade estaria para a integração social (Netto, 2012). Ao contrário disso, a desurbanidade, para a desintegração social. E há condição espacial na urbanidade ou na desurbanidade. Seus atributos são ativos, tendo efeitos sobre o mundo social e sua integração ou eventual desintegração. “Assim como a urbanidade não poderia ser induzida pelo espaço apenas, ela não emergiria em qualquer condição espacial” (Netto, 2012, p. 51).

Essa presença do espaço construído, sob a forma de edifícios e fachadas, não pode ser rarefeita ao ponto de tornar a cidade um sistema limitado de conexões e encontros com o Outro. Espaços que não propiciam essas ancoragens para a prática oferecerão dificuldades à emergência da urbanidade. Tendemos a não encontrar urbanidades em espacialidades rarefeitas, quase urbanas, *anti-urbanas* ou em labirintos (imposição de máxima desorientação e dificuldade de navegabilidade, mobilidade e interatividade). Como aspectos da urbanidade, a experiência do Outro e a comunicação tendem a não emergir com intensidade em espaços dispersos, tendem a se diluir em espaços diluídos. (Netto, 2012, p. 51, grifo do autor)

A urbanidade, assim como a Vitalidade Urbana, a centralidade e a comunidade virtual, refere-se às possibilidades de convívio. As cidades, como um horizonte de um futuro possível, têm o potencial de mediar a passagem do “*naturalizar as diferenças*” ou do “*alheamento* entre sujeitos” para o aprofundamento de “*uma ética de coexistência*” (Netto, 2012, p. 54, grifos do autor).

2.2 AMPLIAÇÕES NA DEFINIÇÃO DA VITALIDADE URBANA E NAS ABORDAGENS DE ANÁLISE

A respeito dos conceitos apresentados anteriormente, parte-se aqui da seguinte lógica: de que a comunidade virtual influenciaria na própria manifestação da Vitalidade Urbana. Afinal, a consciência prévia que as pessoas teriam das outras é dependente da lógica espacial. A organização relacional das partes com o todo, a dita estrutura urbana, é a condição geradora das diferenças entre áreas, umas estando, mais que outras, em contínua ocupação e utilização. A Vitalidade Urbana, por sua vez, ainda que não seja a causadora ou sinônimo, potencializaria talvez as condições mais favoráveis ou majoradas de pôr em curso ou a “concretização” daquilo que está permeado no conceito de centralidade e da urbanidade.

Mas o fato é que investigar relações, conexões ou superações sociais que podem acontecer nos lugares urbanos, não seria o foco de interesse específico quando a Vitalidade Urbana é abordada. A depender da área, se empregada por exemplo no campo da sociologia, da psicologia, da geografia, da arquitetura e do urbanismo e do planejamento urbano e regional,

os entendimentos variam, ainda que a Vitalidade Urbana seja um indicador a medir o nível de desenvolvimento de uma cidade, o nível de qualidade de vida dos seus habitantes (Yue *et al.*, 2020; Delclòs-Alió *et al.*, 2019) ou o grau em que um espaço está vivo ou animado (Montgomery, 1998). Mas as discussões em torno do conceito de Vitalidade Urbana envolvem um amplo grau de perspectivas a respeito da pertinência e da atualização das condições originais de Jacobs (2011).

Há certa recorrência na bibliografia de que lugares dotados de Vitalidade Urbana contariam com a circulação e permanência de pessoas, seriam, portanto, por elas usados, com certa constância e frequência. Portanto, os componentes da Vitalidade Urbana, invariavelmente, pressupõem “a presença de pessoas variadas nas ruas em diferentes horários”¹⁵ (Montgomery, 1995, p. 105, tradução nossa). E “como regra, áreas urbanas mais animadas e interessantes tendem a ser locais (...) com grande representação de negócios de pequena escala que comercializam não apenas com consumidores, mas com outras empresas”¹⁶ (Montgomery, 1998, p. 99, tradução nossa). Ou seja, outro componente da Vitalidade Urbana está ancorado na incidência de atividades econômicas. As economias locais bem-sucedidas são caracterizadas por “volumes crescentes de comércio, inovação constante e oferta de novos produtos e serviços, redes de fornecedores e compradores”, além de “uma elevada proporção de pequenas e médias empresas que inter-comercializam e subcontratam”. Ou seja, “sem uma base de transação de atividades econômicas em muitos níveis e camadas diferentes, não será possível criar um bom lugar urbano”¹⁷ (Montgomery, 1998, p. 99, tradução nossa).

Nos espaços públicos, que são multifuncionais, estariam as circunstâncias para as pessoas atuarem tanto de modo privado quanto coletivo. Para Montgomery (1995, p. 108, tradução nossa), “lugares urbanos de sucesso combinam muitas coisas, mas em particular as oportunidades de encontrar, realizar transações e experienciar a diversidade e a variedade”¹⁸. Para tanto, a definição de Vitalidade Urbana associa-se à necessidade de espaços públicos onde as interações sociais possam ocorrer, ou ao “tipo de espaço ‘transitório’ onde as pessoas possam

¹⁵ (...) *people on the streets at different times, [and] human variety.* (Montgomery, 1995, p. 105)

¹⁶ *As a rule, the most lively and interesting urban areas tend to be places (...) with a large representation of small-scale business activity which trades not only with “consumers” but with other businesses.* (Montgomery, 1998, p. 99)

¹⁷ (...) *increasing volumes of trade, constant innovation and the building up of new products and services, networks of suppliers and purchasers. (...) a high proportion of small and medium enterprises (SMEs) inter-trading and sub-contracting. (...) without a transaction base of economic activity at many different levels and layers, it will not be possible to create a good urban place.* (Montgomery, 1998, p. 99)

¹⁸ (...) *successful urban places combine many things, but in particular the opportunities to meet, conduct transactions and experience diversity and variety.* (Montgomery, 1995, p. 108)

simplesmente encontrar-se, sentar-se e fazer planos para a noite”¹⁹ (Montgomery, 1995, p. 107-108, tradução nossa, grifo do autor). A partir de então, “a abertura de possibilidades para que as transações durem pela maior parte do tempo e, ao longo do tempo, desenvolvam um padrão de complexidade crescente”²⁰ (Montgomery, 1998, p. 99, tradução nossa). Isso atrela-se à noção de que, em lugares dotados de Vitalidade Urbana, a qualidade de vida é essencial.

Para De Koe (2013), a Vitalidade Urbana vincula-se à vida pública nas ruas, praças e parques, ao modo de identificação dos usuários com os lugares de uma vizinhança/bairro, e ao suporte de aspectos do ambiente construído às atividades necessárias e opcionais. E não só isso, a definição de Vitalidade Urbana também seria complementada pela existência de um domínio físico que facilita e define as interações atinentes ao domínio social. Essas interações, por sua vez, geram investimentos que fazem parte do domínio econômico.

Para Netto *et al.* (2012a, 2012b), a Vitalidade Urbana seria expressa pela intensidade da presença de pessoas nas ruas, de grupos em interação e de trocas microeconômicas expressas pelo número de atividades comerciais e de serviço. Quanto ao uso das ruas, no sentido da expressão de uma dimensão social, refere-se à maior quantidade e variedade possível dos tipos humanos presentes nas ruas, em diferentes horários e por distintos propósitos e ocupações. Já no sentido da expressão de uma dimensão econômica, relaciona-se à ocorrência diversificada de usos que apoiam ou sustentam a moradia, tais como os empregos em geral, mas, sobretudo, de atividades como o comércio, os serviços e o lazer/diversão.

Seriam aspectos da dinâmica da cidade, influenciados pelos padrões físico-funcionais da estrutura urbana (Saboya e Vargas, 2012). Conforme Netto *et al.* (2012a, p. 13, tradução nossa), um conjunto de qualidades “levariam a níveis adequados de disposição de qualidades sociais e microeconômicas”²¹, as quais englobadas na definição de Vitalidade Urbana. Incluiriam, portanto, as noções de “sociabilidade” e de “vida microeconômica”. O modo de aferir essas noções cuidariam dos níveis, ou densidades, de utilização dos espaços públicos, tanto de pedestres circulando ou estaticamente parados, quanto das interações entre indivíduos, além do número de atividades não residenciais nos edifícios. Saboya *et al.* (2013, p. 2-3) ainda mencionam, no escopo de representação do que é a Vitalidade Urbana, sobre a segurança, “caracterizada pela baixa ocorrência de crimes, pela sensação de estar seguro em um espaço público e pela baixa frequência de comportamentos anti-sociais (brigas, vandalismos, agressões

¹⁹ (...) the sort of “transitional” spaces where people can simply meet up and sit and make plans for the evening. (Montgomery, 1995, p. 107-108)

²⁰ (...) opening up the possibilities for transactions to take place in longer and more extended segments of time, and over time to develop a pattern of increasing complexity. (Montgomery, 1998, p. 99)

²¹ (...) would lead to proper levels of disposition of social and microeconomic qualities. (Netto *et al.*, 2012a, p. 13)

verbais, etc.)”.

As definições de Vitalidade Urbana parecem então buscar a associação da vida espacial, ou seja, as atividades em geral ocorrendo de modo frequente, constante e diversificado, a determinadas características ou propriedades da forma urbana. Ou seja, o âmbito público essencialmente constituído pela sequência, proporção e pelo modo como os espaços da cidade se interconectam, como uma das pré-condições para a vida, social e cultural, pública. Nesse sistema de espaços é que estariam as circunstâncias de movimento, encontro e trocas (Montgomery, 1998). Assim um esforço passou a ser empreendido no sentido de listar categorias de análise capazes de descrições e a consequente prescrição de condições da forma urbana ou parâmetros cujos lugares, idealmente, devessem apresentar. No entanto, não necessariamente havia ênfase à rede de ruas pelo ponto de vista configuracional nem a estrutura espacial era tomada como a geradora do mecanismo dinâmico que é o movimento, um dos padrões urbanos considerado como de efeito primeiro e de temporalidade mais imediata advindo do padrão de localização e de relação entre as ruas.

2.2.1 A dimensão configuracional da Vitalidade Urbana: a malha viária como um sistema espacial

Foi especificamente a condição da necessidade de quadras curtas em Jacobs (2011) aquela a capturar a implicância da dimensão configuracional para a Vitalidade Urbana. Isto, ao criticar o caso de quadras extensas, onde os fluxos concentravam-se ao longo de uma rua, tendia a acarretar especificidade funcional ou monotonia devido à padronização de usos. Ao contrário, quadras curtas propiciavam o uso fluente das ruas, ampliando a escolha de trajetos. Jacobs (2011, p. 203) exemplificou combinações produtivas de usos e movimentação como associadas a quadras curtas e maior número de ruas e esquinas. O aspecto configuracional demonstraria a valorização da “oxigenação, a irrigação da cidade com espaço público” (Aguiar, 2012, p. 65), tanto na escala local arquitetônica quanto na escala global da articulação com o entorno.

Kevin Lynch (1997), em *The Image of the City* (1960), também contribuiu no entendimento do papel das ruas e da forma urbana. Exercendo um olhar prazeroso sobre a estética das cidades, comentou que nada é vivenciado em si mesmo, mas sempre dependente de ou em relações. Portanto, é interessante, especificamente, a dimensão estrutural por tratar da relação espacial do objeto, ou dos objetos, com o observador ou entre objetos em si. E porque, a partir da noção de visibilidade, “os objetos não são apenas passíveis de serem vistos, mas também nítida e intensamente presentes aos sentidos” (Lynch, 1997, p. 11).

Tinha-se, como predominante na análise da imagem mental, certo domínio dos habitantes sobre os elementos viários. Uma vez identificadas as ruas mais significativas, esperava-se que elas seguissem adiante, sendo um dos seus atributos funcionais óbvios (Lynch, 1997). As ruas principais tinham qualidades singulares que as distinguiam, mas também podiam ter a qualidade direcional acentuada (Lynch, 1997). Para isto, havia um gradiente em que a acumulação se mostrava regularmente disponível, desde as intensidades de uso ou concentrações temáticas, a idade progressiva e o estado de conservação dos edifícios, a mesma largura da rua, os quarteirões mais longos assinalando a manutenção do sentido, ou, ainda, os mais curtos, que indicavam, por diferenciação, a proeminente mudança. Elementos ao serem empregados ao longo de uma linha de deslocamento, atribuíam-lhe sentido de progressão, e a rua era “imaginada como um elemento contínuo e unificado” (Lynch, 1997, p. 106).

Cabia, portanto, ao sistema viário, pelo predomínio visual e porque se apresenta em rede, uma importância fundamental. As ruas eram, quantitativamente, as mais frequentes nas imagens mentais e os espaços vitais onde a maioria das pessoas vivenciava a cidade (Lynch, 1997, p. 49). Ainda que o autor distinguisse o grau de conhecimento dos indivíduos em relação à cidade ou entre aqueles que faziam trajetos sempre habituais, vias específicas e suas inter-relações foram apresentadas associadas a hierarquias pela maior largura ou estreiteza, incluso reforçada por edifícios altos, “textura” das fachadas, maior tráfego veicular e multidões, a definições ou limites de regiões ou bairros, à capacidade de vislumbrar marcos e de identificar pontos nodais. Este último elemento, inclusive, foi definido como sinônimo de conexões ou concentrações, ou seja, associado a pontos de interseção ou lugares de junção, tanto cruzamentos de vias (para onde convergem fluxos ou possibilitam-se trajetos) quanto condensação de algo (de atividades, de veículos e pedestres). Seriam o foco ou síntese de uma área, de onde se irradia sua influência, podendo ser chamado de núcleo ou centro polarizador (Lynch, 1997, p. 52-53).

O *insight*, enquanto contribuição ao entendimento da dimensão configuracional da Vitalidade Urbana, poderia ser o de continuidade e articulação entre todos os elementos, inertes e animados, que compõem o ambiente urbano. Entende-se a necessidade dos sentidos, sobretudo do movimento, para notá-los e organizá-los numa estrutura. Como a percepção da cidade não é abrangente ou totalitária, mas parcial e fragmentada, uma operação relacional opera uma combinação, com diferentes níveis de precisão estrutural, cuja imagem é o resultado. “Muito frequentemente, as imagens eram desenvolvidas ao longo de linhas de movimento conhecidas, e depois a partir delas” (Lynch, 1997, p. 96). O autor falou do desempenho das ruas para o deslocamento e para a associação entre as partes e o todo. “As vias, a rede de linhas

habituais ou potenciais de deslocamento (...) são o meio mais poderoso pelo qual o todo pode ser ordenado” (Lynch, 1997, p. 106). Isso levaria à “hierarquia visual das ruas e dos caminhos. (...) uma escolha sensória dos canais principais e sua unificação como elementos perceptivos contínuos. Este é o esqueleto da imagem da cidade” (Lynch, 1997, p. 106-107). Havia, apesar das evidentes distorções, “um forte elemento de invariabilidade topológica” na sua estrutura. Em geral, “a sequência [de elementos] era correta (...). Essa continuidade é necessária quando se pretende que a imagem tenha algum valor” no propósito de corresponder à realidade (Lynch, 1997, p. 97).

A cidade, portanto, podia ser estruturada por um conjunto de ruas. Essas, junto a outros elementos e qualidades, “através dos sentidos visuais e cinestésicos, tornam sensível ao observador o seu próprio movimento real ou potencial” (Lynch, 1997, p. 119). Emerge aí uma consciência do movimento. Por meio do movimento era oferecida e reforçada ao observador a sua capacidade de perceber ritmos, direções ou distâncias, diferenciações por similaridades ou assimetrias nas superfícies, formas ou usos, singularidades e/ou predomínios. Assim, a cidade seria produto constante, ainda que materializada e alterada numa dinâmica mais lenta de tempo, dos processos relacionados e desencadeados entre os elementos móveis (pessoas e atividades) e os elementos físicos (Lynch, 1997).

Justamente “porque pessoas movem-se em linhas, e precisam entender as linhas para saber aonde podem ir, significa que a estrutura espacial é inteligível desde o movimento”²² (Hillier, 1996, p. 45, tradução nossa). Assim, considerando a constituição sintática da cidade, ou seja, o modo de articulação topológica dos espaços, que Hillier e Hanson (1984) viram o espaço como um fundo ativo para a ação humana. Das relações espaciais entre os elementos pelos quais as pessoas se movem, padrões são verificados nos assentamentos humanos. E qualquer que seja o assentamento, este terá um padrão configuracional em sua malha que, independentemente de seus atratores, induzirá e também restringirá a movimentação das pessoas (Hillier *et al.*, 1993). As cidades então foram entendidas como mecanismos de geração de um campo probabilístico de potenciais encontros sociais e de copresença entre indivíduos fazendo coisas diferentes (Hillier, 1996).

E dessa condição de rede ou sistêmica, foi formulada a teoria do movimento natural (Hillier *et al.*, 1993). Nela a configuração urbana atua como o gerador dos padrões de deslocamento de pessoas, sendo o movimento de pedestres determinado pela malha urbana. São os padrões globais da estrutura urbana, na medida que relacionam cada elemento espacial do

²² (...) because people move in lines, and need to understand lines in order to know where they can go, this means that the space structure is easily intelligible from the point of view of movement. (Hillier, 1996, p. 45)

sistema com todos os demais, os definidores mais influentes ou de primeira ordem ao movimento natural. Os padrões locais, que estabelecem as relações entre cada espaço e sua vizinhança imediata, também exercem influência ao movimento, mas com limitação a uma determinada abrangência. Essas duas escalas do sistema correspondem a uma distinção sociológica fundamental entre os dois tipos de pessoas ou grupos que podem utilizar o sistema: “um é de domínio dos estranhos, daqueles habitantes que utilizam a malha urbana como um todo para acessar destinos e escolher rotas de deslocamento, enquanto o outro domínio é dos moradores que utilizam o espaço aberto imediato aos edifícios”²³ (Hillier e Hanson, 1984, p. 95, tradução nossa).

A estrutura do assentamento leva em consideração estes dois pontos de vista, assim as continuidades ou descontinuidades das interligações, ou seja, das relações de vizinhança, entre os espaços utilizados por essas categorias sociais informará a interface que “tenderá à maior integração para o caso das descrições espaciais serem o mais simétricas possíveis, enquanto inversamente, quanto mais assimétricas forem, mais haverá uma tendência à segregação”²⁴ (Hillier e Hanson, 1984, p. 96-97, tradução nossa). Toda a forma de assentamento é influenciada por ambos os tipos de relação, “embora quanto mais distribuídas as descrições forem, maior será a tendência para a difusão do controle espacial de determinados espaços, enquanto a não distribuição indicará uma tendência para um controle unitário e superordenado”²⁵ (Hillier e Hanson, 1984, p. 97, tradução nossa).

E o método da Sintaxe Espacial foi utilizado para descrever e investigar esse tipo de ordem espacial encontrada nos objetos físicos de alta complexidade que são as cidades, ou seja, das relações espaciais uni e bidimensionais expressas pela axialidade e convexialidade dos espaços. A linha axial representa o movimento ao longo do comprimento do que seria uma linha de visada e de acesso, sendo essa o mais longa e reta possível na medida que a variação da largura do espaço não se altera. Dada as barreiras constituídas pelos edifícios oferecerem obstáculo à passagem ou o alcance da sequência de visibilidade e de acessibilidade, um conjunto sucessivo de linhas é arranjado. Cada linha mantém relações com todas as outras linhas que dela podem ser visíveis e acessadas, e esse modo de interconexão são as inflexões e

²³ *X is the domain of the inhabitants of the settlement, whereas Y is the domain of strangers (those who may appear in the system from outside). The interface is therefore an interface for two types of relation: relations among the inhabitants of the system and relations between inhabitants and strangers.* (Hillier e Hanson, 1984, p. 95)

²⁴ *(...) the more descriptions are symmetric (...) then the more there will be a tendency to the integration of social categories (such as the categories of inhabitant and stranger), while conversely the more they are asymmetric then the more there will be a tendency to the segregation of social categories.* (Hillier e Hanson, 1984, p. 96-97)

²⁵ *(...) while the more descriptions are distributed (...), then the more there will be a tendency towards the diffusion of spatial control, while nondistributedness will indicate a tendency towards a unitary, superordinate control.* (Hillier e Hanson, 1984, p. 97)

as articulações dos percursos (Hillier *et al.*, 1983; Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 1996). A partir dessa representação e da quantificação de aspectos do padrão espacial possibilitados pela Sintaxe Espacial, a configuração espacial se correlacionou fortemente com o movimento de pedestres (Hillier *et al.*, 1993) e de veículos (Penn *et al.*, 1998).

Com a afirmação de Hillier (1996, p. 42, tradução nossa) de que “lugares não fazem cidades, são cidades que fazem lugares”²⁶, assume-se que os espaços atuam como meios pelos quais as cidades e áreas urbanas tendem a ser mecanismos capazes de gerar, manter e controlar o padrão de deslocamento de pessoas. Assim, admite-se que, independentemente da presença ou não de atratores, ou apesar da “localização de facilidades e densidade populacional”²⁷ (Hillier *et al.*, 1983, p. 49, tradução nossa) e, “até certo ponto também das propriedades métricas”²⁸ (Hillier *et al.*, 1993, p. 30, tradução nossa), a organização espacial desempenha um papel determinante no movimento de pedestres e veículos (Hillier, 1996; Penn, 2001).

Trata-se de uma relação fundamental na formação e evolução das cidades, que também influencia os seus padrões de uso do solo, as densidades construtivas e a estruturação parcial e gradativa do todo da malha urbana. Portanto, a Sintaxe Espacial, cujo método é frequentemente utilizado para investigar as associações entre a configuração das ruas, as atividades humanas e as funções urbanas, forneceria evidências significativas para a compreensão das causas de ocorrência da Vitalidade Urbana.

2.2.2 Sobre configuração e atração: a teoria do movimento natural, a dinâmica urbana essencial e a convergência/divergência de padrões urbanos

A configuração, por si só, geraria um subproduto, no caso do *natural movement*, dado pela “proporção do movimento de pedestres determinada pela própria configuração da malha urbana”²⁹ (Hillier *et al.*, 1993, p. 32, tradução nossa). A malha urbana parece ser então estruturada de forma a criar, pela geração e canalização do movimento, possibilidades de encontros e não encontros. “O sistema urbano teria efeitos no *through-movement* (das rotas possíveis) e *to-movement* (das origens e destinos possíveis)”³⁰ (Hillier *et al.*, 1993, p. 30,

²⁶ *Places do not make cities. It is cities that make places.* (Hillier, 1996, p. 42)

²⁷ (...) *location of facilities and population density.* (Hillier *et al.*, 1983, p. 49)

²⁸ (...) *and perhaps to some extent also of metric properties.* (Hillier *et al.*, 1996, p. 30)

²⁹ (...) *the proportion of urban pedestrian movement determined by the grid configuration itself.* (Hillier *et al.*, 1993, p. 32)

³⁰ *These effects are of configuration on through-movement, and are seen if we consider the layout as a system of possible routes, But, if we consider layout as a system of origins and destinations, it becomes clear that configuration may also be implicated in to-movement.* (Hillier *et al.*, 1993, p. 30)

tradução nossa), isto na medida em que se consideram a continuidade das relações entre espaços, o potencial de atravessamento ou de passagem desses espaços e a acessibilidade dos destinos.

Nesse sentido, a partir dos tipos de movimento, a localização dos atratores vem a ser afetada. Os espaços priorizados pelo movimento de passagem podem ser selecionados como bons locais para usos do solo que tirariam proveito dessa condição do movimento. Já outros tipos de uso do solo poderiam, igualmente, procurar minimizar a possível interferência do movimento de passagem (Hillier *et al.*, 1993). “Os atratores, ainda, equalizariam a relação de influência ao movimento ou”, a partir da localização acompanhando as vantagens que a diferenciação espacial estabelece, “funcionariam como multiplicadores” e por vezes até replicadores mais eficazes que “o padrão de movimento gerado, originalmente, pela configuração”³¹ (Hillier *et al.*, 1993, p. 31, tradução nossa).

Haveria, portanto, um poder de certos locais em atrair e concentrar movimento. Essa atração ao movimento é interpretada como ocorrendo de e para certas formas construídas cujas capacidades de atrair ou repelir dependem da estrutura de barreiras (edifícios) e passagens (ruas, praças...) no/do espaço. Além de cada espaço estar relacionado aos demais, as interligações estabelecem diferentes propriedades espaciais configuracionais, como a maior acessibilidade ou integração e a menor acessibilidade ou segregação. Ou seja, “quanto menor a profundidade de todas as outras linhas, maior será o movimento; e quanto mais profundidade menos movimento”³² (Hillier, 1996, p. 47, tradução nossa).

Por interligações, entende-se como as relações de profundidade que envolvem a noção de assimetria, uma vez que os espaços só podem ser profundos em relação a outros devido à necessidade de passar por espaços intermediários para chegar a eles ou a um conjunto deles. A medida da assimetria relativa ou de integração “compara o quão profundo ou raso um determinado espaço seria em relação à profundidade do sistema”³³ (Hillier e Hanson, 1984, p. 108, tradução nossa). Assim, cada rota em uma malha urbana está a um certo número de passos axiais de distância de todas as outras linhas neste sistema. Repetindo este procedimento para cada linha axial, resulta que os totais para cada linha - o número de etapas axiais que interligam uma linha axial a todo o sistema - são diferentes.

³¹ (...) in general, attractors are either equalisable or work as multipliers on the basic pattern established by configuration. (Hillier, 1996, p. 31)

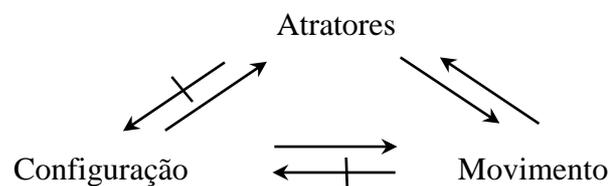
³² (...) the less depth to all other lines, the more movement; and the more depth the less movement. (Hillier, 1996, p. 47)

³³ (...) by comparing how deep the system is from a particular point with how deep or shallow it theoretically could be. (Hillier e Hanson, 1984, p. 108)

A medida de integração é obtida atribuindo um valor de profundidade a cada espaço - ou linha axial - de acordo com quantos passos axiais esteja longe de todos os outros espaços na malha. Os valores são somados e divididos pelo número de espaços no sistema menos o espaço original, fornecendo um índice global para cada linha. Os valores de integração mais altos indicam espaços rasos que tendem a integrar o sistema, e os mais baixos, espaços que tendem a ser mais segregados no sistema (Hillier e Hanson, 1984). Hillier *et al.* (1993) reiteram sobre a relação primária, e não exclusiva, da configuração espacial ser a principal geradora dos padrões de movimento. Portanto, a capacidade de predição do movimento, dada pela medida de integração, decorre do padrão global de arranjo espacial e pela diferença do grau de atração dos espaços, uns mais acessíveis porque topologicamente são mais rasos, isto por estarem mais próximos de todos os outros espaços constituintes do sistema.

Para Hillier *et al.* (1993), há relações simétricas e assimétricas da influência entre configuração, atração e movimento. A influência entre o movimento e a localização dos atratores seria mútua, mas as outras duas relações não. Ou seja, a configuração não seria afetada pelo movimento e pelos atratores (Figura 1). Atratores e movimento podem influenciar-se um ao outro, mas as outras duas relações revelam-se assimétricas. A configuração pode vir a influenciar a localização dos atratores, mas a localização dos atratores não pode vir a influenciar a configuração. Da mesma forma, a configuração pode influenciar o movimento, mas o movimento não pode influenciar a configuração. Sendo assim, o movimento seria independente “de atratores da/na forma construída e, talvez, até certo ponto, também de propriedades métricas”³⁴ (Hillier *et al.*, 1993, p. 30, tradução nossa).

Figura 1: Relações assimétricas e simétricas entre configuração, movimento e atratores.



Fonte: adaptação de Hillier *et al.* (1993, p. 31).

Hillier (1999b, p. 177, tradução nossa) denominou de “dinâmica urbana essencial”³⁵ os processos dinâmicos pelos quais a configuração espacial da malha urbana, o movimento, os

³⁴ (...) which are independent of built-form attractors, and perhaps to some extent also of metric properties. (Hillier *et al.*, 1993, p. 30)

³⁵ (...) essencial urban dynamic (...). (Hillier, 1999b, p. 177)

usos do solo e as densidades se inter-relacionam. Ao evoluir, a malha urbana cria um padrão de movimento potencial (a comunidade virtual) e, até certo ponto, de movimento efetivo (a copresença). Os usos do solo dependentes do movimento tendem a alocar-se em locais com elevado potencial de movimento, já outros menos dependentes se distribuem em locais com menor potencial de movimento.

Dado que os usos do solo dependem do movimento, como o comércio por exemplo, contam em atrair pessoas, isto desencadeia efeitos de atração em locais que já são de grande movimento e, conseqüentemente, efeitos multiplicadores no movimento. Estes efeitos multiplicadores então retroalimentam outros padrões de uso do solo e estimulam o aumento das densidades e de usos derivados também dependentes de movimento nesses locais de alta intensidade de movimento. Este ciclo de *feedback* dinâmico, iniciado pela estrutura urbana, é a base para o crescimento e funcionamento conjunto dos padrões urbanos.

No entanto, a influência da configuração no movimento estaria sujeita à condição de que na malha viária houvesse uma distribuição mais ou menos equitativa de origens e destinos, podendo o movimento ocorrer de todas essas origens para todos esses destinos. No caso do carregamento diferenciado de formas construídas e de usos, isso tenderia a distorcer a distribuição do movimento. Apesar da estrutura espacial urbana ser a geradora do movimento potencial, a copresença em certas partes do sistema pode ou não sofrer com a influência da distribuição de formas construídas e usos. Como na prática todas as origens e destinos da malha viária não são igualmente carregados em termos de padrões de densidades edificadas e distribuição de atividades, locais mais acessíveis tendem a concentrar, até certo ponto, diferentes estados de padrões. Mas “a relação de geração primária da configuração ao movimento segue mantida, ainda que não de uma forma linear”³⁶ (Hillier, 1999b, p. 177, tradução nossa). Afinal, “o correlato fundamental da configuração espacial é o movimento”³⁷ (Hillier, 2007, p. 113, tradução nossa).

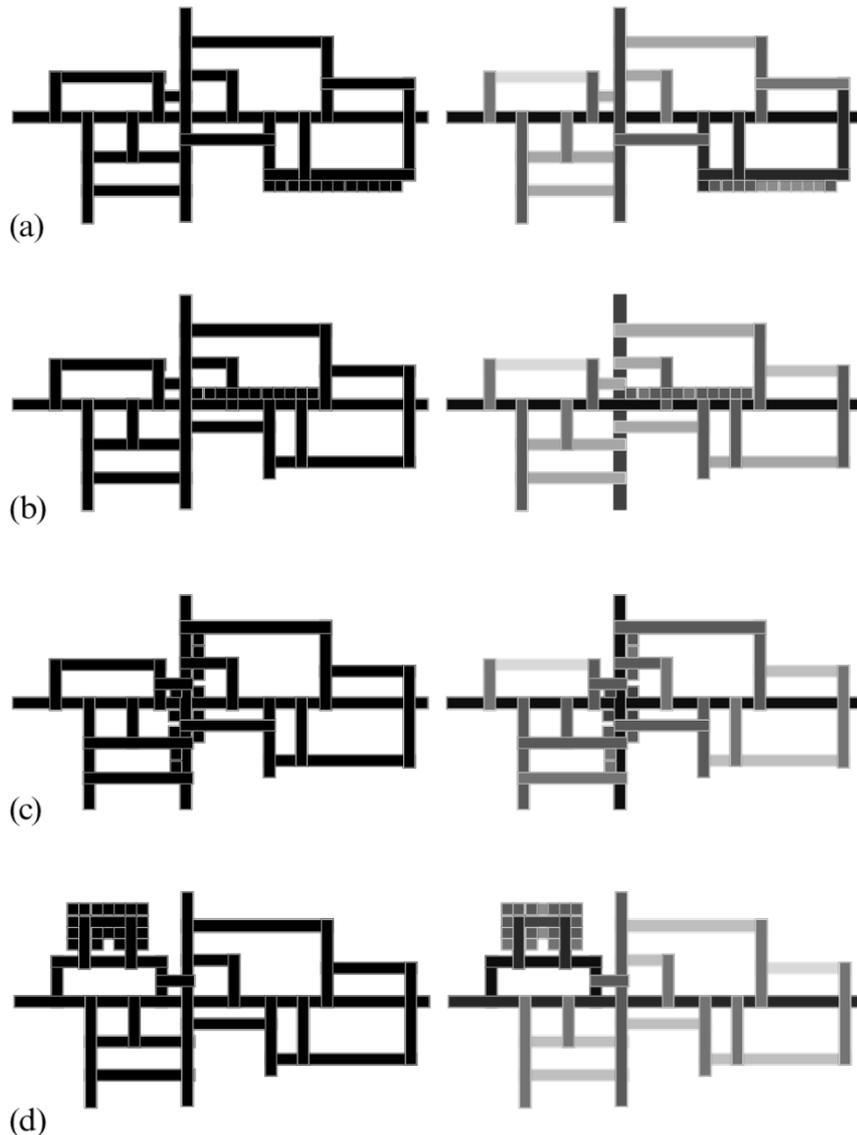
Hipoteticamente, visto que as modelagens axiais analisam apenas a relação topológica das conexões entre os espaços, foi ilustrado, a partir da adição de espaços representando unidades comerciais em distintas partes da malha viária, como os níveis (maiores na cor preta e menores na cor cinza claro) de acessibilidade do sistema seriam alterados (Figura 2). Conforme mostrado nas figuras 2.2(a) e 2.2(d), as adições tornaram os locais antes segregados em locais mais integrados e, como consta nas figuras 2.2(b) e 2.2(c), os locais integrados, em

³⁶ (...) *the relation between grid structure and movement is retained, though not in linear form.* (Hillier, 1999b, p. 177)

³⁷ (...) *the fundamental correlate of the spatial configuration is movement.* (Hillier, 2007, p. 113)

ainda mais integrados. Estes efeitos não se restringem ao espaço onde os novos elementos foram agregados, mas afetam ruas nas proximidades.

Figura 2: Malha viária teórica demonstrando carregamentos espaciais, representados por unidades comerciais em diferentes locais, e as alterações na medida de integração.



Fonte: Hillier (1999b, p. 177).

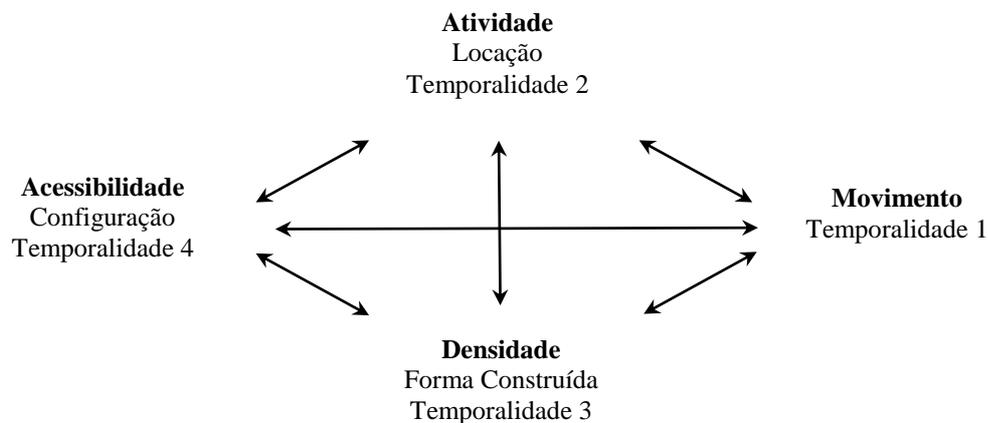
Como o processo tende a priorizar os espaços mais integrados, “isso tornaria as linhas adjacentes às principais ruas integradoras as mais prováveis para a próxima fase de localização de unidades comerciais”, e assim começaria a se “desenvolver um agrupamento ou distribuição linear”³⁸ buscando essas vantagens locais (Hillier, 1999b, p. 178, tradução nossa). Então,

³⁸ (...) this will make the line adjacent to the main integrators the most likely locations for the next stage of retail location, and retail will begin to develop either a clustering or a linear distribution. (Hillier, 1999b, p. 178)

sucesivamente, outros efeitos multiplicadores seguiram em curso, conduzindo a uma maior diversificação da malha urbana acompanhando essas novas, e sempre em processo de diferenciação, hierarquias espaciais. Portanto, aqui explica-se o porquê de a configuração espacial não ser alterada pelo movimento nem pelos seus efeitos multiplicadores, como a locação dos atratores, tal qual já demonstrado nas relações de assimétricas e simétricas da Figura 1.

Já Netto *et al.* (2012a) apontaram para essas relações de implicações mútuas a partir de camadas de padrões urbanos que se manifestam fruto de processos materiais estruturais e dinâmicos emergindo com variadas temporalidades (Figura 3). “Cada padrão teria o seu papel, variando desde as condições materiais para a continuidade diária das ações de reprodução social até a produção espacial”³⁹ (Netto *et al.*, 2012a, p. 4, tradução nossa). Ao longo de anos, na forma da própria criação e recriação das cidades, esses padrões urbanos ligam-se e misturam-se, influenciando-se mutuamente, por um lado, ou mudando-os e moldando-os, por outro.

Figura 3: Relações entre os diferentes padrões urbanos.



Fonte: adaptação de Netto *et al.* (2012a, p. 4).

O padrão de acessibilidade, dependente da configuração da malha viária, seria o mais durável e estável (temporalidade 4), enquanto o padrão de movimento (temporalidade 1), o mais imediato e adaptável a mudanças (Netto *et al.*, 2012a). Conforme gradativamente são adicionados e alterados os padrões locais de conexão entre as ruas anexadas ao tecido urbano, globalmente há a progressiva diferenciação de padrões e o estabelecimento de hierarquias na estruturação da malha urbana. Dado que a produção e o crescimento de partes da cidade

³⁹ They [each pattern] have distinct roles, from the material conditions of the daily continuity of actions in the flux of social reproduction to spatial production. (Netto *et al.*, 2012a, p. 4)

repercute no todo do sistema urbano, o grau de entrelaçamento dos acréscimos locais tende a favorecer ou a dificultar os acessos aos espaços da malha a partir de outros, isto considerando o maior ou o menor número de espaços alternativos disponíveis aos deslocamentos. Isto relaciona-se com profundidade média entre cada um e todos os espaços de uma malha viária, pois “relações de profundidade envolvem a noção de assimetria, uma vez que os espaços só podem ser profundos em relação a outros espaços se for necessário passar por espaços intermediários para chegar a eles”⁴⁰ (Hillier e Hanson, 1984, p. 109, tradução nossa).

Portanto, afeta diretamente o movimento na medida da diferenciação espacial alterar, potencializando ou evitando a atração, onde se concentrariam os fluxos potenciais ou por quais caminhos se distribuiriam. Já a utilização das ruas e dos espaços privados adjacentes a esses espaços abertos para as interações sociais e trocas microeconômicas dependerá da definição locacional e relacional dos espaços bem como da interface com os edifícios e as atividades neles alocadas. Assim, as ações que se desenrolam como padrão de movimento conectam os diferentes locais de atividade e emergem todos os dias, adaptando-se rápida e fluidamente às mudanças na localização ou na própria malha viária (Netto *et al.*, 2012a).

Quanto ao padrão de densidade de formas construídas, sobre sua produção e substituição, até a possível emergência de um padrão de distribuição de densidades e potencial predomínio de tipologias, é também bastante lenta (temporalidade 3). A ocupação dessas formas construídas também teria um padrão de distribuição e de concentração de atividades facilmente ajustável, pois as demandas, especialmente de consumo, surgem e desaparecem com o tempo ou mudam de local. No entanto, a emergência de um padrão de localização de atratores em grande escala seria relativamente lenta (temporalidade 2) (Netto *et al.*, 2012a).

A convergência desses padrões implicaria no alinhamento entre processos. Haveria então a tendência de que certos estados em um padrão venham a corresponder a estados específicos em outro(s) padrão(s), como “áreas de alta acessibilidade (temporalidade 4), áreas de alta densidade construída (temporalidade 3), comércio intenso e atividades diversificadas (temporalidade 2) e alto fluxo de movimento de pedestres (temporalidade 1)”⁴¹ (Netto *et al.*, 2012a, p. 5, tradução nossa). Se considerarmos a Vitalidade Urbana como o efeito da forma urbana nos processos sociais, as temporalidades 1 e 2, ou seja, especificamente os padrões urbanos do movimento e da locação de atividades, seriam as materialidades de expressão da

⁴⁰ *Relations of depth necessarily involve the notion of asymmetry, since spaces can only be deep from other spaces if it is necessary to pass through intervening spaces to arrive at them.* (Hillier e Hanson, 1984, p. 109)

⁴¹ *(...) high accessibility areas (temporality 4), high-density areas (temporality 3), intense retail and diversified activities (temporality 2) and high rates of pedestrian movement (temporality 1).* (Netto *et al.*, 2012a, p. 5)

dinâmica urbana dependentes dos, ou diretamente relacionadas aos, outros padrões urbanos de temporalidade 3 e 4, isto caso estejam em processo de acumulação. Assim, em diferentes áreas urbanas ou cidades, o comportamento comparativo dos padrões urbanos elucidaria se, progressivamente em cada período ou fase específica, um estado acompanharia qual status de outro, podendo mostrar se a convergência seria ou não um processo evolutivo.

Por outro lado, ao assumir que os efeitos da convergência pertencem ao domínio ou processo material específico desencadeado pela configuração da malha urbana, e ainda pressupor a dependência mútua e gradativa entre padrões urbanos, reduziria o papel dos outros domínios ou processos atuando a partir de relações de tensão e conflito. Por exemplo, em áreas onde o nível de acessibilidade não corresponde ao volume de movimento esperado, a forma construída em termos de densidade edificada ou tipo de morfologia arquitetônica podem reduzir os níveis de intensidade de deslocamento potencialmente permitidos pela estrutura urbana ou, ainda, não oferecer suporte às atividades exigidas pelas pessoas em deslocamento.

Netto *et al.* (2012a) alertam sobre colisões e demais contingências poderem romper com o pressuposto da lógica de convergência, e então ceder à dissonância no modo como esses padrões se relacionam à medida que as cidades crescem e se alteram. Como as interações são complexas entre os diferentes padrões urbanos bem como os seus estados de estabilidade variados porque também estão sujeitos não necessariamente à sobreposição, mas à mudança via dissolução e substituição, os resultados de convergência podem não ser totais, mas sim parciais, ou, ainda, serem divergentes.

2.2.3 A economia de movimento e a centralidade como um processo

Hillier (1996) também conceituou as cidades como *movement economies*. Fisicamente, as entendia como meios nos quais os estoques de edifícios encontram-se conectados pela rede de espaços. Funcionalmente são fins que dão suporte aos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais. A partir dessa teoria da cidade como sistema meio-fim, expôs que tanto a forma quanto às funções (que genericamente seriam duas, de inteligibilidade e de movimento) passariam antes pelo entendimento global do espaço. Reiterou que “espaço adequado é o espaço utilizado”⁴² (Hillier, 1996, p. 54, tradução nossa), e a maior parte dos usos dos espaços ocorre pelo movimento.

⁴² *Good space is used space.* (Hillier, 1996, p. 54)

As cidades que funcionam bem podem, portanto, como será sugerido, ser pensadas como “economias de movimento”. Ou seja, são os efeitos recíprocos do espaço e do movimento um sobre o outro (e não, por exemplo, intenções estéticas ou simbólicas) e os efeitos multiplicadores sobre ambos que surgem dos padrões de uso do solo e das densidades construídas, que são eles próprios influenciados pela relação espaço-movimento, que confere às cidades as suas estruturas características e dá origem à sensação de que tudo funciona em conjunto para criar os tipos especiais de bem-estar e excitação que associamos às cidades no seu melhor.⁴³ (Hillier, 1996, p. 43, tradução nossa)

Sobre os atratores, como a presença de moradias, locais de trabalho e lojas em geral nos espaços mais integrados, Hillier (1996, p. 53) afirmou que podem atrair pessoas, valendo-se da configuração espacial e de seus efeitos sobre o movimento, mas não podem alterar a medida de integração da linha em que se encontram, pois trata-se de uma medida de posição relativa. “Assim, longe de explicar a relação entre a estrutura da rede de ruas e o movimento apontando para as lojas, explicamos a localização das lojas apontando para a relação entre a malha viária e o movimento”⁴⁴ (Hillier, 1996, p. 53, tradução nossa).

Quanto à densidade ou concentração, Hillier (1996) argumentou que as cidades são mecanismos para gerar contatos ou relações a partir da criação de um campo denso de encontros. Isso significaria que alguns locais têm mais potencial de se desenvolver do que outros, pois possuem mais subprodutos. “Tais locais tenderão, portanto, a ter maiores densidades de desenvolvimento para tirar partido disto, e densidades mais elevadas terão, por sua vez, um efeito multiplicador. Isto atrairá novos edifícios e atividades, para tirar vantagem do efeito multiplicador”⁴⁵ (Hillier, 1996, p. 53, tradução nossa). Portanto, “os usos do solo e a densidade de edifícios seguem o movimento, tanto adaptando-se como multiplicando os seus efeitos”⁴⁶ (Hillier, 1996, p. 54, tradução nossa).

(...) a estrutura da malha urbana considerada puramente como uma configuração espacial, é em si o determinante mais poderoso do movimento urbano, tanto pedestre como veicular. (...) isto têm sido uma força poderosa na formação das nossas cidades historicamente evoluídas, pelo seu efeito sobre os padrões de uso do solo, densidades

⁴³ *Well functioning cities can therefore, it will suggested, be thought of as “movement economies”. That is, it is the reciprocal effects of space and movement on each other (and not, for example, aesthetic or symbolic intentions) and the multiplier effects on both that arise from patterns of land use and building densities, which are themselves influenced by the space-movement relation, that give cities their characteristic structures, and give rise to the sense that everything is working together to create the special kinds of wellbeing and excitement that we associate with cities at their best.* (Hillier, 1996, p. 43)

⁴⁴ *So, far from explaining away the relation between grid structure and movement by pointing to the shops, we have explained the location of the shops by pointing to the relation between grid and movement.* (Hillier, 1996, p. 53)

⁴⁵ *Such locations will therefore tend to have higher densities of development to take advantage of this, and higher densities will in turn have a multiplier effect. This will in turn attract new buildings and uses, to take advantage of the multiplier effect.* (Hillier, 1996, p. 53)

⁴⁶ *Land uses and building density follow movement in the grid, both adapting to and multiplying its effects.* (Hillier, 1996, p. 54)

de edifícios, mistura de usos em áreas urbanas e a estrutura parte-todo da cidade.⁴⁷ (Hillier, 1996, p. 43, tradução nossa)

Pelo viés configuracional, a Vitalidade Urbana poderia ser associada a uma qualidade espacial de certos lugares, em detrimento de outros, em comportar maiores densidades. Ou seja, densidades desencadeadas pela própria lógica sistêmica da rede de ruas. Inicialmente pelos padrões de concentração de pedestres e veículos, cujos deslocamentos afetam aos atratores interessados em tirar partido desses fluxos. Assim, sucessivamente, do todo às partes, muitos dos efeitos dessa economia do movimento também incidiriam na escala local, pelo incremento quantitativo do estoque edificado e de elementos morfológicos, incluso na intensificação da malha urbana. Essa última seria uma propriedade denominada por Hillier *et al.* (1993, p. 42) de *grid-integration*, cuja estruturação, facilmente identificável, de áreas e subáreas que seriam “mais densas e mais parecidas com uma grelha”⁴⁸ (Hillier, 1993, p. 41, tradução nossa). Isto em oposição à de *line-integration*, pela constituição mais “esparça e linear”⁴⁹ (Hillier, 1993, p. 41, tradução nossa) de conexão das vias com um menor desenvolvimento lateral ligando essas áreas e subáreas bem estruturadas.

Dado que o movimento acontece em diferentes escalas, na local e na global, os deslocamentos mais longos tendem naturalmente a priorizar os espaços que são globalmente mais integrados, já os deslocamentos mais localizados, os espaços localmente mais integrados. No sentido das partes tirarem proveito do todo, Hillier (1996, p. 56, tradução nossa) explicou que é justamente nesses meios, espaços de interface dos raios de integração local e global, que os fins funcionais já ocorrem e podem ser potencializados, ou seja, “entre as entradas dos edifícios e todos os espaços, em qualquer escala; entre espaços menores e a escala urbana maior através da relação entre as estruturas convexas e lineares; e entre diferentes escalas da estrutura linear, especialmente entre as partes e o todo”⁵⁰.

Ao associar o *urban movement economy* como nascendo dos efeitos multiplicadores do espaço, Hillier (1996, p. 56, tradução nossa) comentou sobre a dependência de condições, como “um certo tamanho, uma certa densidade, uma certa distribuição de usos do solo, um tipo

⁴⁷ (...) *the structure of the urban grid considered purely as a spatial configuration, is itself the most powerful single determinant of urban movement, both pedestrian and vehicular. (...) it has already been a powerful force in shaping our historically evolved cities, by its effect on land use patterns, building densities, the mixing of uses in urban areas and the part-whole structure of the city* (Hillier, 1996, p. 43)

⁴⁸ (...) *denser and more grid-like* (...) (Hillier, 1993, p. 41)

⁴⁹ (...) *sparse and linear* (...) (Hillier, 1993, p. 41)

⁵⁰ (...) *between building entrances and all spaces, at whatever scales; between smaller spaces and the larger urban scale through the relation between the convex and linear structures; and between different scales of the linear structure, especially between parts and the whole.* (Hillier, 1996, p. 56)

específico de rede que mantém a interface entre o local e o global, e assim por diante”⁵¹. E um desurbanismo aconteceria quando há “a ruptura da relação entre edifícios e espaço público; a quebra da relação entre escalas de movimento; e a quebra da interface entre moradores e estranhos”⁵² (Hillier, 1996, p. 56, tradução nossa). Lugares des-urbanos advém da pouca relação da estrutura local com a configuração espacial. Similarmente, ao contrário da continuidade que o sistema espacial disponibiliza à ação e incremento das economias de movimento na cidade, dispersão e fragmentação acarretam em perdas.

Se passarmos de um sistema urbano que é denso e nucleado para um sistema disperso e fragmentado, é óbvio que a duração média das viagens aumentará, ainda que mantidos todos os outros fatores iguais. É menos óbvio, mas igualmente verdadeiro, que o efeito dos subprodutos também será diminuído. À medida que a dispersão aumenta, torna-se cada vez menos provável que locais bem conectados se beneficiem do subproduto do movimento. Com efeito, à medida que a dispersão aumenta, o sistema de movimento torna-se mais parecido com um puro sistema de origem-destino. Em vez de uma viagem atingir vários propósitos, mais jornadas, cada uma contendo menos propósitos, devem ser feitas para atingir os mesmos objetivos.⁵³ (Hillier, 1996, p. 57-58, tradução nossa)

Como o processo de estruturação da malha urbana busca organizar a integração e a inteligibilidade a partir de um padrão que suporta funcionalidade e inteligibilidade, então determinadas linhas e áreas do sistema urbano são priorizadas para integração e inteligibilidade em vários graus. “É por isso que os núcleos de integração e a dispersão de áreas são propriedades funcionais tão fundamentais nos sistemas urbanos”⁵⁴ (Hillier, 2007, p. 268-269, tradução nossa), refletindo, portanto, o processo de construção de uma estrutura diferenciada.

Sendo a configuração espacial dotada dessa capacidade de meio para o movimento, é devido à ela que os centros e subcentros das cidades são gerados e sustentados, desempenhando um papel igualmente crítico no desenvolvimento e sustentação de sua(s) vitalidade(s). O fator espacial atua na formação e localização da(s) centralidade(s) urbana(s) (Hillier, 1999a). Trata-se de um processo cujo impacto, a partir do movimento de economia gerado, faz com que os

⁵¹ (...) a certain size, a certain density, a certain distribution of land uses, a specific type of grid that maintains the interface between local and global, and so on. (Hillier, 1996, p. 56)

⁵² (...) the breaking relation between buildings and public space; the breaking of the relation between scales of movement; and the breaking of the interface between inhabitant and stranger. (Hillier, 1996, p. 56)

⁵³ If we move from an urban system that is dense and nucleated to one that is dispersed and fragmentary, it is obvious that the mean length of journeys will, other things being equal, increase. It is less obvious, but equally true, that the by-product effect will also be diminished. As dispersion increases, it becomes less and less likely that connected locations will benefit from the by-product of movement. In effect, as dispersion increases, the movement system becomes more like a pure origin-destination system. Instead of one journey accomplishing a number of purposes, more journeys, each one accomplishing fewer purposes, must be made to attain the same goals. (Hillier, 1996, p. 57-58)

⁵⁴ This is why integration cores and area scatters are such fundamental functional properties in urban systems. (Hillier, 2007, p. 268-269)

centros aumentem ou diminuam, mudem ou se diversifiquem, influenciando nos padrões de uso de solo atraídos pelas vantagens locais que a estrutura espacial originalmente desencadeia.

O aparecimento de desigualdades de atração também seria explicado pelo processo de economia de movimento. Assim, há o desenvolvimento de determinadas áreas consideradas atratoras e, conseqüentemente, de diferenças – ou desigualdades de atração – no sistema urbano, refletindo aquilo que Hillier (1999a) denominou como *live centrality*. Essa distinção espacial é um componente sempre presente, e que dinamicamente se refaz, nos *live centres*. Isto porque as localizações são favorecidas e influenciadas pela economia do movimento. Os diferentes padrões dos fluxos de movimento são, então, sistematicamente influenciados pela estrutura configuracional do sistema urbano, a qual, por sua vez, influencia o uso do solo e assim, por multiplicação, esses efeitos alimentam, novamente, o movimento, o uso do solo e a própria ordem da geometria e integração métrica local à medida que essa se adapta a um desenvolvimento mais intensivo.

A centralidade é um “processo espacialmente conduzido”⁵⁵ e não estático (Hillier, 1999a, p. 06.2, tradução nossa). Alterações ou manutenções do estado da centralidade são produtos constantes da continuidade das relações entre as dinâmicas espaciais e funcionais. No que tange à manifestação do processo da centralidade, Hillier (1999a) sugeriu ocorrer conforme a conjectura das escalas. Na global, “o processo seleciona locais que tenham o grau adequado de integração em relação ao assentamento como um todo”⁵⁶ (Hillier, 1999a, p. 06.2, tradução nossa), e na local, as partes com determinadas condições locais da malha, de modo que ambas as relações são dinâmicas. À medida que as cidades crescem, a tendência provável é que o padrão de integração global se altere, criando pressão espacial para uma mudança para fora. E na medida que os centros crescem, criam pressão para uma maior integração local com a intensificação da malha e a constituição de quarteirões de tamanho menor, isto para permitir maior facilidade de movimento dentro do centro. Seria apenas a partir de um centro ativo forte, que subcentros mais fracos podem entrar em ação. São as condições locais da malha, num segundo momento, a ativar o centro vivo pela seleção dos locais mais integrados, fornecendo uma área de captação acessível localmente e, posteriormente, a lógica potencial de crescimento do centro vivo de uma forma linear para uma convexa.

Trata-se do que Hillier (2007) descreveu sobre a tendência de crescimento das cidades e os processos agregativos sujeitos às leis de emergência espacial. As leis da emergência

⁵⁵ (...) *spatially led process*. (Hillier, 1999a, p. 06.2)

⁵⁶ (...) *the process selects locations which have the appropriate degree of integration with respect to the settlement as a whole*. (Hillier, 1999a, p. 06.2)

funcionam como paradoxos a serem resolvidos, sendo o da centralidade e o da visibilidade. Assim, conforme um agregado urbano cresce aleatoriamente e livre de restrições, tenderá “para uma forma circular, a qual é também a mais provável forma integradora”, indo do centro às extremidades, “com a maior integração no centro e menor na extremidade”⁵⁷ (Hillier, 2007, p. 266, tradução nossa). Isto significa que, na medida em que as viagens são de todos os pontos para todos os outros, a duração média da viagem será minimizada. Para o movimento interno, a distância métrica média entre todas as células do sistema seria minimizada. Por outro lado, ao maximizar a integração interna das suas células, também minimiza a integração externa dessas. Portanto, as células no centro geométrico do círculo, apesar de mais integradas entre si, são mais segregadas em relação ao exterior. Esse é o paradoxo da centralidade.

Logo, a fim de responder ao paradoxo da centralidade, o assentamento prolonga algumas linhas do centro até a periferia, isto porque precisa de ambas as integrações, a interna e a externa. Assim, sucessivamente, a partir do agrupamento linear de células, essas possuirão uma máxima integração externa, dado que todas as suas células são diretamente adjacentes ao espaço exterior. Mas, do ponto de vista interno, é a forma menos integrada em si mesma, pois as distâncias métricas entre todas as células serão maximizadas, diminuindo a eficiência do movimento.

Concomitantemente, em termos da legibilidade que garante a compreensão da configuração espacial global a partir de suas características locais, se o assentamento maximiza a visibilidade no sistema, pois todas as suas células podem ser sobrepostas em uma única linha de visão, a integração visual comporta-se de maneira oposta à permeabilidade das partes locais e, portanto, da integração métrica. O paradoxo da visibilidade portanto, ao buscar organizar os elementos numa única linha, maximiza a profundidade métrica que as células têm umas das outras por estarem em um arranjo contíguo. E isso será pior para a eficiência de deslocamento métrico, visto o movimento ser de todos os pontos para todos os outros. Então, “a disposição dos elementos em que a segregação métrica é maximizada, ou seja, a forma linear, é também a disposição em que a integração visual é maximizada”⁵⁸ (Hillier, 2007, p. 268, tradução nossa).

Em suma, a forma circular é a menos integrativa com o espaço fora da forma e a mais integrativa internamente, pois tem menos células periféricas para o máximo de células interiores. Para a forma linear, o inverso, pois possui mais células periféricas contra células

⁵⁷ (...) *the more integrating the form — that is the more it approximates the circular form — (...) maximising internal integration also maximises external segregation.* (Hillier, 2007, p. 266)

⁵⁸ (...) *the arrangement of elements in which metric segregation is maximised, that is, the linear shape, is also the arrangement in which visual integration is maximised.* (Hillier, 2007, p. 268)

internas (Hillier, 2007). Assim, a forma urbana, na medida em que supera esses dois paradoxos, busca a integração externa e interna para garantir relações tanto com o mundo exterior quanto entre locais internos e, também, gerar compactação e linearidade, tornando a malha eficiente ao movimento, à visibilidade e à inteligibilidade.

Hillier (1999a) descreveu Londres e York por meio da análise sintática, identificando as ruas com maior concentração de lojas. Mediu-se a propriedade de integração global e local, e os resultados nos mapas são referentes a longos eixos, dentro e no perímetro do *core* ou da área considerada mais integrada, como sendo os principais elementos integradores. A partir destes espaços lineares, foram extraídos transeptos, mantendo-se somente os espaços com integração limitada à profundidade de dois passos topológicos. Ao longo da extensão dos transeptos, foram identificados subcentros vivos, e nesses as condições sintáticas locais eram distintas. A grade tornava-se mais densa, ou seja, mais compacta e convexa, com a ocorrência de um número maior de quadras menores, delimitadas por rotas constituídas por linhas axiais de menor comprimento, dispostas a uma curta distância, ou perto, da linha central ativa, a *live centre line* (Hillier, 1999a).

Dado que as condições locais da malha são distintas no centro ativo e em algumas partes da linha central ativa, a acessibilidade local aumenta. Isso ocorre devido aos dois tipos de movimento decorrentes da estrutura configuracional. O *moving-to*, um movimento linear de origens específicas para destinos específicos, expressa uma distância universal empregada no cálculo da medida de integração sintática. Sua manifestação são espaços radiais quase lineares, das mais extensas linhas conectadas por ângulos obtusos, que conectam as áreas centrais das cidades com seus limites buscando otimizar as viagens pela seleção dos menores e mais diretos trajetos. Essa distribuição dos ângulos de incidência das linhas parece desempenhar um papel fundamental para tornar o sistema urbano inteligível. E as “formas geradas são unidimensionais”⁵⁹ (Hillier, 1999a, p. 06.15, tradução nossa).

O *moving-around*, que ocorre dentro de uma área local e relaciona todas as origens e todos os destinos dentro dessa mesma área, expressa uma distância específica. Este “movimento é, essencialmente, convexo na forma e, idealmente, gera grades quase ortogonais, nas quais as linhas axiais se cruzam aproximadamente em ângulos retos e continuam a formar outras intersecções de ângulo quase reto com outras linhas adjacentes” (Hillier, 1999a, p. 06.15-

⁵⁹ (...) it generates forms which are essentially 1-dimensional. (Hillier, 1999a, p. 06.15)

06.16)⁶⁰. Este processo tem o efeito de otimizar a integração métrica em duas dimensões, considerando as jornadas curtas que relacionam todas as distâncias possíveis dentro do alcance de uma determinada área. Ou seja, trata-se de minimizar os comprimentos de viagem entre todos os pontos dentro de uma área específica. Onde esse processo é maximizado, vem a ser o dito centro do assentamento. No entanto, ele também pode ocorrer em outras partes do sistema, o que geraria uma subcentralidade proporcional ao desenvolvimento da malha local de inserção.

Assim, a estrutura radial unidimensional define onde deve estar o centro e, eventualmente, cria as pontas que ligam a forma central compacta e convexa ao sistema unidimensional, enquanto a própria forma compacta e convexa é o produto do processo de economia de movimento trabalhando bidimensionalmente nas proximidades das linhas selecionadas pela estrutura unidimensional.⁶¹ (Hillier, 1999a, 06.16, tradução nossa)

Para demonstrar, em processos de expressão da centralidade, o comportamento das propriedades métricas locais, ou integração métrica, em diferentes contextos, Hillier (1999a) utilizou uma grade padrão (composta por 145 células dispostas em um envelope ou invólucro de 17x17) e reorganizou-a. Mas manteve a distância total possível de ser percorrida nos sistemas de análise, além de conservar constante o número de elementos modulares, de modo que toda diferença no comprimento médio da viagem (que é a base para o valor de integração obtida pela média da profundidade total ou da média da distância métrica total) fosse devido à configuração alterada dos elementos constituintes da grade padrão (Hillier, 1999a).

Conforme a Figura 4, diferentes configurações espaciais foram arranjadas (grade A: ortogonal, blocos ou quadras quadrangulares e 10 linhas axiais; grade B: ortogonal, blocos ou quadras quadrangulares e 19 linhas axiais; grade C: ortogonal, blocos ou quadras retangulares e 14 linhas axiais; grade D: em árvore, blocos ou quadras irregulares e 29 linhas axiais). Em cada uma das análises, em separado, das configurações A, B, C e D, a grade A é metricamente mais integrada do que as estruturas axialmente mais complexas. Quando todas as configurações foram unidas, a integração continuou a ser atraída para a grade regular (subgrade A).

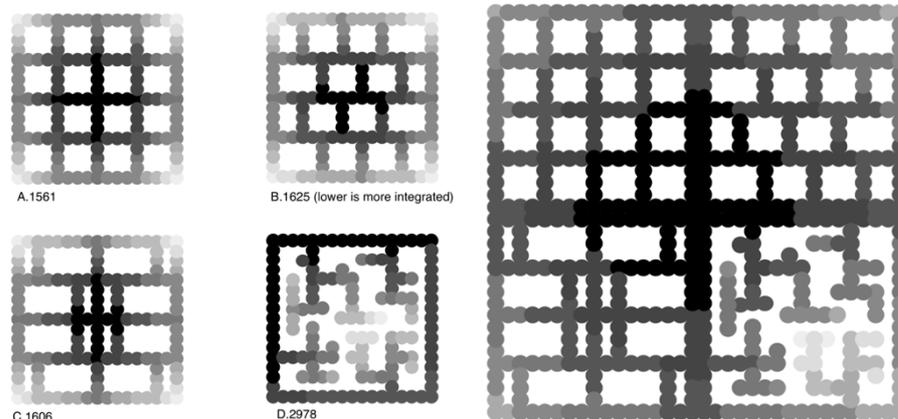
O comprimento médio da viagem ou a distância universal, que mede a integração, mudou em cada nova situação devido ao resultado da estrutura dos arranjos. Conforme Hillier (2007), a distância universal, ou seja, os comprimentos médios de viagem, será minimizada em

⁶⁰ (...) movement is essentially convex in form, and optimally generates not quasilinear sequences of lines connected by obtuse angles but quasi grids, in which lines intersect approximately at right angles, and continue to form other quasi-right angle intersections with other lines. (Hillier, 1999a, p. 06.15-06.16)

⁶¹ Thus the 1-dimensional radial structure defines where the centre is to be, and eventually creates the spikes that link the compact and convex central shape into the 1-dimensional system, while the compact and convex shape itself is the product of the movement economy process working 2-dimensionally in the vicinity of the lines selected by the 1-dimensional structure. (Hillier, 1999a, p. 06.16)

formas compactas e convexas e maximizada em formas lineares, irregulares e outras formas não convexas. Como resultado, a grade A apresentou menor comprimento médio de viagem e, conseqüentemente, maior integração em relação às demais. Quando as quatro grades foram postas em um único sistema, o maior efeito atrator (células na cor preta em oposição às células de menor atração na cor cinza claro), ou de desigualdade de atração, seguiu atrelado à então subgrade A (Hillier, 1999a).

Figura 4: Configurações das grades A, B, C e D e análises de integração.



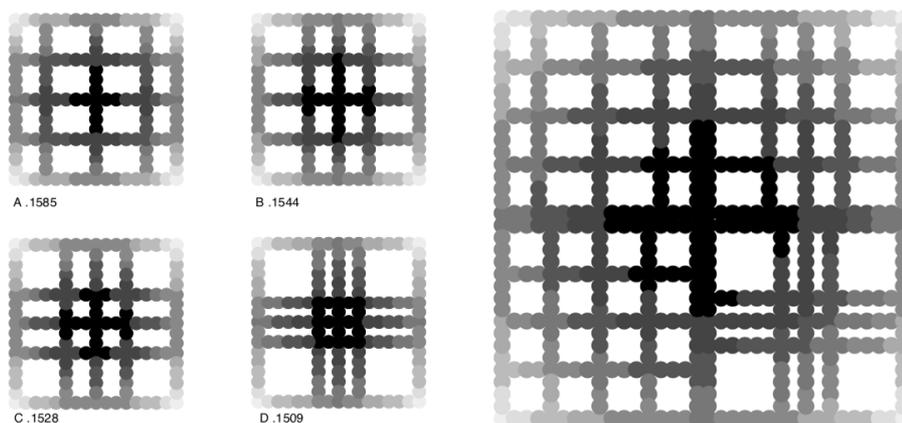
Fonte: Hillier (1999a).

Já na Figura 5, a proposta original da grade A, mostrada anteriormente na Figura 4, foi manipulada, mantendo-se o mesmo número de linhas axiais, mas variando-se o tamanho dos blocos ou quarteirões resultantes. Ao variar os tamanhos, as células centrais de cada grade são as mais integradas, mas são os quarteirões menores a possibilitar uma melhor integração. Ou seja, os blocos centrais maiores diminuem a integração na medida em que os blocos centrais menores aumentam-na (Hillier, 1999a). Quando as quatro grades são novamente combinadas em um único sistema, então a integração é atraída para o sub-sistema mais integrado, ou seja, aquele com as menores quadras centrais, no caso da subgrade D (Hillier, 1999a).

Na grade D, a mais integrada porque o valor médio do comprimento de viagem foi o menor, as dimensões dos quarteirões centrais ou mais internos são menores e dos quarteirões externos, comparativamente, muito maiores. Ou seja, o resultado de maior integração da grade D decorre de um sistema em que a distância métrica total de cada célula a todas as outras é a menor do que em qualquer um dos outros casos já considerados (Hillier, 1999a). Ao reunir todas essas últimas quatro grades em um único sistema, para cada subgrade os valores das células centrais seguiram os valores de integração das grades separadas. Assim, a célula central mais integrada está na subgrade D cujos blocos ou quarteirões centrais são menores e os

externos, maiores, localizada no subconjunto inferior direito, e este subconjunto, o mais integrado, atuará como um atrator geral em qualquer sistema do qual fizer parte (Hillier, 1999a).

Figura 5: Manipulação da grade A e análises sintáticas.



Fonte: Hillier (1999a).

Nos processos de centralidade, impulsionados pela minimização das distância em uma e em duas direções, interferem não só as “variações na forma da malha que levam a diferenças nos comprimentos médios de viagem”⁶², mas também as “formas compactas e convexas, pequenas ilhas, de preferência nos centros, e linhas contínuas em vez de mudanças em ângulos retos”⁶³ (Hillier, 1999a, p. 06.19, tradução nossa). A minimização da distância unidimensional gera a estrutura radial, normalmente o núcleo de integração global do assentamento. A minimização da distância bidimensional cria as grades locais quase ortogonais integradas métrica e sintaticamente, que formam a distribuição das desigualdades de atração”⁶⁴ (Hillier, 1999a, p. 06.16, tradução nossa). A integração métrica apresenta-se como uma propriedade fundamental para o desenvolvimento da centralidade em todos os níveis, e a intensificação da malha cria uma atração global, tanto em relação a si mesma quanto à malha como um todo.

Como as cidades são sistemas essencialmente não locais, o conceito de simetria e assimetria vem da topologia, relacionada à estrutura, e não da geometria, relacionada à ordem. “A geometria pode ser a forma externa e visível da ordem urbana, mas a topologia linear nos dá sua estrutura interna”⁶⁵ (Hillier, 1999b, p. 191, tradução nossa). Ainda assim, para além da

⁶² (...) variations in grid form lead to differences in mean trip lengths (...) (Hillier, 1999a, p. 06.19)

⁶³ (...) compact and convex shapes, small islands, preferably in the centres, and continuous lines rather than right angle changes. (Hillier, 1999a, p. 06.19)

⁶⁴ 2-dimensional distance minimization creates the local metrically and syntactically integrated quasi-grids that form the distribution of attraction inequalities in grid. (Hillier, 1999a, p. 06.16)

⁶⁵ Geometry may be the outward and visible form of urban order but line topology gives us its inner structure. (Hillier, 1999b, p. 191)

descrição da organização espacial, há uma descrição implícita das propriedades locais, geométricas, incorporadas ao contexto que é sistêmico.

Ao abordar a relação entre estrutura e função no espaço urbano, Hillier (1999b) salientou sobre a internalização de propriedades geométricas e métricas na análise sintática, assim captando características de elementos locais nos padrões espaciais globais do sistema urbano. Hillier (1999b) demonstrou que, em geral, quanto mais longa a linha, mais provável é que essa tenha um ângulo de incidência altamente obtuso em, ou próximo a, uma ou ambas das suas extremidades. Por outro lado, quanto mais curta a linha, maior a probabilidade de haver um ângulo de incidência quase reto em sua extremidade. Essas relações consistentes de comprimentos e ângulos parecem formar sequências ou grupos. Assim, os ângulos de intersecção teriam uma relação com o comprimento da linha (Hillier, 1999b).

“Por mais variável que seja a morfologia espacial da cidade, geralmente ela é construída por meio de relações consistentes de algum tipo entre as duas variáveis geométricas principais do mapa axial, comprimentos de linha e ângulos de incidência”⁶⁶ (Hillier, 1999b, p. 173, tradução nossa). Assim, a topologia das conexões criadas pelos processos geométricos de minimização do comprimento da viagem, nas diferentes escalas, cria a geometria global sendo a grade radial um dos elementos geométricos do núcleo de integração da cidade, e a geometria local, onde há a intensificação da malha e o predomínio da grade ortogonal (Hillier, 1999b).

É por isso que a análise espacial não fornece apenas uma imagem informativa sobre o movimento, também disponibiliza os indícios sobre as principais ruas, bem como as ruas adjacentes às principais onde estarão os comércios, os serviços e as facilidades urbanas, e quais partes do sistema terão as maiores concentrações de áreas construídas, de uso exclusivamente residencial ou de determinadas tipologias funcionais. Portanto, a rede de ruas não é apenas um invólucro configuracional para a atividade humana, mas sim um produto material enquanto registro ativo da história da atividade humana (Hillier, 1999b).

2.2.4 Padrões espaciais: propriedades e medidas sintáticas configuracionais

A integração mede a centralidade por proximidade, sendo uma medida de acessibilidade relativa, que potencialmente indica os níveis de copresença de um dado espaço (Hillier, 2007). A medida de integração é baseada na noção de profundidade (Hillier e Hanson, 1984; Hillier,

⁶⁶ *However variable the precise spatial morphology of the city, we will usually find that it is constructed through consistent relations of some kind between the two prime geometric variables of the axial map: line lengths and angles of incidence.* (Hillier, 1999b, p. 173)

2007). Cada linha axial, ou segmento, está a uma certa distância (topológica, angular ou métrica) de todas as outras unidades de análise neste sistema. O número de etapas que interligam uma unidade a todo o sistema é diferente. A medida de integração é obtida atribuindo um valor médio de profundidade a cada espaço de acordo com a distância de cada outro espaço na malha, fornecendo assim um índice global de integração relativa, ou segregação.

Cada linha axial ou segmento pertencente a uma malha urbana tem seu próprio valor de integração que é a média de todas as profundidades entre ela e todas as outras do sistema. Essa característica torna a integração uma medida global. Global no sentido de que descreve um elemento local, ou seja, a unidade de análise, do ponto de vista de suas propriedades globais, ou seja, de sua interação com todos os outros do sistema. Os valores de integração podem ser ordenados da linha axial ou segmento mais integrado ao mais segregado, assim como é possível elaborar um mapa dos 10%, 25% ou 50% espaços mais integradores de um sistema ou de um determinado número de espaços (Hillier e Hanson, 1984). As linhas mais integradoras de uma área, ou seja, os valores mais altos na classificação de integração, demonstram um padrão distinto. É o chamado núcleo de integração. A conjectura é que a configuração do núcleo define quais são os espaços a partir dos quais todo o sistema ou parte dele é mais diretamente acessível e mais facilmente controlável. Essas variações de acessibilidade teriam efeitos na distribuição do padrão de movimento, um dos modos de manifestação da Vitalidade Urbana.

A parcela de copresença efetiva, a qual gerada apenas pela configuração urbana, distingue-se entre o movimento com destino a um espaço (*to-movement*), correlacionado à medida de integração, e o movimento de passagem (*through-movement*), correlacionado à medida de escolha. São parcelas do movimento que consideram, respectivamente, origens e destinos possíveis e rotas possíveis (Hillier *et al.*, 1993). Visto que são distintas as condições sintáticas quando o todo, ou partes, do sistema é analisado, o movimento para (*to-movement*) pode ora relacionar as origens e os destinos do sistema urbano, considerando-o no todo, ou seja, globalmente, e ora as origens e os destinos dentro de uma área, considerando-o em partes, ou seja, localmente (*moving around*). As distâncias médias obtidas por esses deslocamentos são consideradas, respectivamente, na medida de integração global e local, revelando o conjunto de espaços mais rasos, portanto, mais acessíveis, e que tendem a integrar o sistema ou partes desse sistema. São identificados, assim, os núcleos sintáticos de integração global e local e podem ser considerados como um registo da estrutura de maior tendência de concentração do movimento da cidade (Hillier e Vaughan, 2007).

Já o movimento de passagem (*through-movement*) é considerado na medida sintática de escolha, a qual avalia o grau de confluência de cada linha nos caminhos mais simples ou curtos,

topologicamente, metricamente, etc., entre todos os pares de linhas de todo o sistema (Hillier e Vaughan, 2007). A medida de escolha, mede a centralidade por interposição ou atravessamento, e indica o grau de acessibilidade, em termos de distância, que um espaço representa em todas as rotas mais diretas, rápidas e curtas de todos os espaços para todos os outros espaços em um sistema. Assim, linhas axiais ou segmentos com maiores valores de escolha têm um maior potencial de serem utilizados como caminho na escolha de rotas, revelando os padrões de movimento contínuo, os quais normalmente assumem a forma de uma rede (Hillier e Vaughan, 2007).

Ambas as variáveis axiais, integração e escolha, podem ser calculadas no nível global, considerando o número total de mudanças de direção existente no sistema espacial, e no nível local, sendo restritas a um determinado raio, depreendendo uma visão localizada. A distância das viagens, se mais restrita e portanto vencida por pedestres, ou se mais longa, realizada por veículos, importa para determinar a profundidade de cada linha em relação às demais.

A integração global é o melhor preditor de movimento em maior escala, o que inclui o deslocamento veicular, pois as pessoas tenderão a ler a malha viária de uma forma mais globalizada em viagens mais extensas. A integração local, sobretudo de raio três, é a melhor maneira de predizer o potencial de movimento em menor escala, ou seja, o realizado por pedestres, que geralmente fazem percursos mais curtos, deslocando-se com até três mudanças de direção (Hillier, 2007). Nas versões angulares dessas variáveis, as medidas locais podem ser calculadas com raios angulares, topológicos ou métricos. Quanto à medida de escolha, no nível de todo o sistema, pode identificar os limites entre áreas da cidade. No entanto, ao restringir-se o raio, evidencia quais espaços seriam priorizados para as viagens mais curtas (Hillier e Vaughan, 2007).

A propriedade sintática da inteligibilidade de um sistema urbano é a correlação entre as medidas axiais de integração global e de conectividade. Um sistema é considerado inteligível, operando na capacidade de navegação do indivíduo, se há uma forte correlação, ou alta inteligibilidade, implicando que o todo pode ser lido a partir das partes (Hillier *et al.*, 1987). Para Hillier (2007, p. 94, tradução nossa), “um sistema inteligível é aquele em que espaços bem conectados também tendem a ser espaços bem integrados”⁶⁷. Um ininteligível, ao contrário, é aquele em que espaços apesar de bem conectados localmente não são bem integrados globalmente, pois o que se pode ver a partir das suas ligações não informa com clareza sobre a

⁶⁷ *An intelligible system is one in which well-connected spaces also tend to be well-integrated spaces. An unintelligible system is one where well-connected spaces are not well integrated, so that what we can see of their connections misleads us about the status of that space in the system as a whole.* (Hillier, 1996, p. 94)

relação deste espaço no sistema como um todo. Quanto maior a inteligibilidade de um sistema, maior a probabilidade de que os fluxos de pedestres estejam concentrados ao longo das linhas mais integradas. Conforme o sistema espacial cresce, a tendência é diminuir a sua inteligibilidade (Hillier *et al.*, 1987), diminuindo, portanto, a correspondência entre movimento potencial e o medido empiricamente.

A propriedade sintática da sinergia é a correlação entre as medidas axiais de integração global e integração local de raio três. Informa a relação parte-todo do sistema, ou seja, o grau em que a estrutura interna de uma parte da malha urbana se relaciona com o sistema na qual está inserida. Isso proporcionaria a “interface tanto entre o movimento do tipo interno ou mais localizado quanto o do tipo mais globalizado, ou seja, movimento dentro e para fora e movimento ao redor”⁶⁸ (Hillier, 2007, p. 101, tradução nossa). E possibilita escolher, em função da cognição espacial do indivíduo, simultânea e conscientemente, as melhores rotas nas escalas local e global. Valores altos de sinergia sugerem que o sistema, pela relação natural dos movimentos de pequena e longa distância, possibilita uma maior interface de contato entre moradores e estranhos. Ao contrário, locais com poucas conexões relativamente diretas entre a estrutura interna e as linhas adjacentes relacionadas à estrutura de maior escala, teriam pouca correlação entre a integração local e a global. Tais *layouts*, invariavelmente, tenderiam a anular o movimento natural por estarem segregados do tecido urbano (Hillier, 2007).

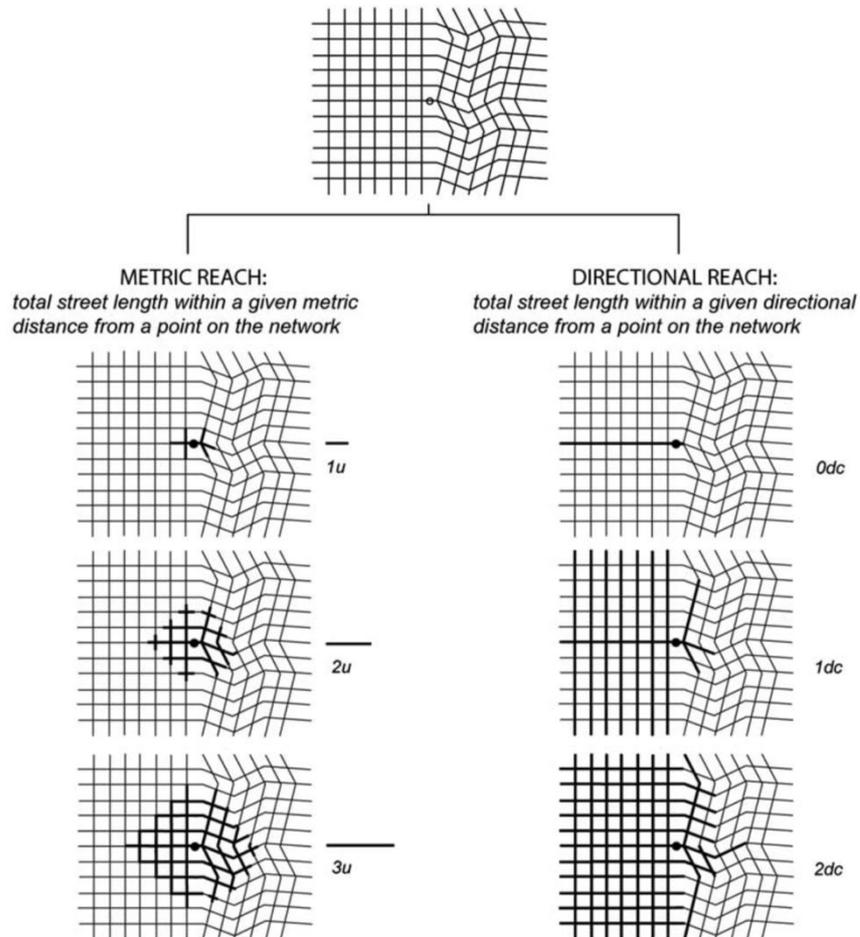
Adotando uma abordagem configuracional associada à Sintaxe Espacial, medidas de conectividade (Figura 6), propostas por Peponis *et al.* (2008), utilizam, ao invés da linha axial ou da linha axial segmentada, segmentos individuais de ruas como unidades de análise e discriminação, o que é facilitado pela disponibilidade de dados georreferenciados obtidos via processos automatizados a partir de bases vetoriais gratuitas *online*. Essas medidas informam a propriedade de alcance de qualquer parte do sistema urbano a partir de cada elemento que o compõe, priorizando menores tempo de viagem e/ou caminhos mais curtos com menor necessidade de mudanças de direção. Assim, o total de comprimento de rua que pode ser alcançado caminhando a partir de uma determinada origem dentro de um limite de distância especificado, é captado por três medidas de alcance, métrica, direcional e combinada métrica e direcional.

Como mover-se pelas cidades exige esforço cognitivo, a quantidade total e a distância média até os destinos potenciais ao nosso alcance sustentam nossa experiência urbana (Feng e Zhang, 2019). Ao variar por segmento de rua, as medidas de alcance medem a conectividade

⁶⁸ (...) interface there would naturally be between more local, and therefore more internal movement, and more global and therefore more in-out movement and through movement. (Hillier, 2007, p. 101)

viária para além de informar a densidade ou a quantidade de interseções de ruas, são capazes de distinguir as condições locais, sendo também sensíveis à sinuosidade da rede de ruas, e ainda de explicitar a relação entre as propriedades métricas e topológicas do sistema urbano.

Figura 6: Esquema das medidas de conectividade/de alcance baseadas em SIG.



Fonte: Ozbil *et al.* (2011, p. 128)

O *metric reach* ou alcance métrico é uma medida do comprimento total de ruas acessíveis, as quais alcançadas em todas as direções possíveis a partir de uma determinada origem em um dado limite de distância métrica ou dentro de um raio específico (por exemplo, 250m, 500m...) (Peponis *et al.*, 2008). A distância métrica é definida como o comprimento do caminho mais curto entre dois locais (Feng e Zhang, 2019).

Para Peponis *et al.* (2008), o alcance métrico é uma medida de potencialidade de destinos e densidade de ruas. Por segmento, entende-se o comprimento de rua que se estende entre dois nós ou cruzamentos. Mas as distâncias são medidas ao longo do ponto médio das linhas dos segmentos de rua, não sendo a simples soma da medida dos segmentos de rua

inseridos dentro de um círculo de raio pré-definido. Em essência, o alcance métrico é outra forma de expressar, por unidade de área, a densidade de ruas e a densidade de interseções (Peponis *et al.*, 2007), com a vantagem de que o valor associado aos segmentos de rua pode diferir de acordo com sua localização na rede de ruas. Implicitamente, é uma medida de potencial urbano, pois quanto maior o alcance métrico médio de uma área, maior a interface entre as ruas públicas e as propriedades privadas, quanto maior o número provável de lotes e edificações, maior o número provável de destinos potenciais ou de uso do solo agregado (Peponis *et al.*, 2007).

O *directional reach* ou alcance direcional é uma medida do comprimento total de ruas acessíveis, as quais alcançadas em todas as direções possíveis a partir de uma determinada origem em um dado limite de mudanças de direção (Peponis *et al.*, 2008). Já a distância direcional é a distância medida de acordo com as mudanças de direção. O limite de ângulo para contar uma mudança de direção é definido parametricamente (Feng e Zhang, 2019). O alcance direcional pode ser, ainda, uma medida do número médio de mudanças de direção que precisam ser tomadas para atingir a unidade média de comprimento de rua acessível dentro de um raio definido. Uma variável paramétrica sujeita a um raio métrico, a um limite de ângulo que permite estabelecer o que seria considerado como mudança de direção e ao limite do comprimento do que seria o menor segmento de linha do sistema (Peponis *et al.*, 2007). Além do papel da distância direcional na cognição espacial e nos padrões de movimento emergentes (comunidade virtual) e efetivos (copresença), estudos empíricos demonstraram efeitos significativos também do alcance direcional com limite de 2 mudanças de direção e ângulo de 10° na distribuição da densidade de fachadas de uso comercial em Buenos Aires (Argentina) (Scoppa e Peponis, 2015).

Já o *metric and directional reach* ou alcance métrico e direcional é uma medida do comprimento total de ruas acessíveis, as quais alcançadas em todas as direções possíveis a partir de uma determinada origem em um dado limite de raio métrico e de mudanças de direção. O alcance métrico e direcional é uma medida composta e dependente tanto da densidade quanto do alinhamento das ruas. Assim, enquanto o alcance métrico se estende uniformemente ao longo das ruas ao redor de um determinado segmento de rua, o alcance direcional pode se estender de forma muito menos uniforme, isso porque é sensível à forma e ao alinhamento das ruas, não apenas à sua densidade (Hillier, 1999a). E um valor alto da medida de alcance métrico e direcional sugere que existam muitas conexões diretas com muitas das ruas nas imediações de uma dada origem. Mas se, ainda, o valor da medida composta é mais baixo do que a medida

de alcance métrico, então indicaria haver uma diferenciação cognitiva e distinção perceptiva ou, ainda, uma restrição na acessibilidade de um determinado local (Feng e Zhang, 2019).

2.3 VARIÁVEIS DA VITALIDADE URBANA

No sentido de apresentar, desde pesquisas seminais a *papers* mais recentes, um panorama a respeito de como as condições geradoras de Jacobs (2011) têm sido atualizadas, ampliadas e instrumentalizadas, no item “Variáveis a avaliar a Vitalidade Urbana: componentes de análise” optou-se por elencar autores, com estudos empíricos em diferentes cidades, desde a escala metropolitanas a distritos e bairros de contextos asiáticos, europeus e americanos, a fim de compreender quais eram as variáveis a representar ou capazes de avaliar a Vitalidade Urbana bem como quais permitiram explicá-la, identificando os componentes causadores do fenômeno.

Foram então sistematizadas abordagens cujo entendimento da Vitalidade Urbana mobilizou dados ora oferecendo uma visão estática de certos aspectos do ambiente construído ora buscando adotar uma perspectiva mais dinâmica da ocupação do espaço urbano. Quanto às técnicas de processamento das informações, visto a crescente disponibilidade de dados, provenientes de várias fontes e com capacidade de descrever, simultaneamente, as múltiplas dimensões da Vitalidade Urbana, os métodos de análise evoluíram de uma apresentação numérica para a complementação de visualização espacial.

Mas devido à teoria do movimento natural e ao conceito das cidades entendidas como economias de movimento (Hillier *et al.*, 1983; Hillier e Hanson, 1984; Hillier *et al.*, 1987; Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 1996; Hillier, 1999a; Hillier, 1999b; Hillier, 2007), que se referem à capacidade da própria estrutura urbana de moldar o padrão dos fluxos humanos, pode-se afirmar que há uma relação intrínseca entre fenômenos urbanos e a configuração espacial da malha viária. Esse processo envolve, por exemplo: o padrão de movimento ser potencialmente influenciado pelo quão são ou não acessíveis os espaços em uma rede urbana; os usos do solo em geral tirando partido das vantagens de integração ou de segregação de partes rasas ou profundas da malha urbana; a distribuição de padrões urbanos como a alocação de atividades econômicas e a maior densidade da forma construída que se beneficiariam da circulação de pedestres e de veículos; e a própria relação parte-todo do sistema urbano.

Essa última, inclusive, indica como o processo da centralidade tende a se desenvolver, moldando dinamicamente a formação e manutenção de centros e subcentros e os seus respectivos padrões locais, ora sugerindo a intensificação da grade de ruas, pois otimiza-se internamente a distância métrica para a realização das viagens em uma certa abrangência, ora a

delimitação de um *core* pela continuidade de rotas através dos maiores comprimentos de linhas interseccionadas por ângulos obtusos, ora pela conexão relativamente direta deste *core* com rotas mais acessíveis, via eixos lineares ou radiais, porque possibilita o deslocamento mais curto entre todas as origens e destinos do assentamento.

Sendo, portanto, a configuração espacial dotada da capacidade de meio para o movimento, atribui-se a ela uma das chaves para eficiência e bom uso dos espaços da cidade. Assim, a Vitalidade Urbana das ruas também poderia ser uma característica inata do movimento natural (Hillier *et al.*, 1993). Tendo por base este postulado, no item “A Vitalidade Urbana como característica inata do movimento natural: possíveis variáveis a representá-la e a explicá-la”, tomaram-se investigações da Sintaxe Espacial que, a partir de propriedades amplamente já empregadas ou de atualizações com as medidas de alcance, analisaram a relação com a distribuição e concentração dos deslocamentos urbanos, as localizações conforme o tipo de atrator econômico, aproveitando as oportunidades que a configuração da ruas lega aos distintos espaços, a diversidade de usos, residenciais e não residenciais, a distribuição de densidades em geral e, portanto, a concentração ou a intensificação de determinados elementos da forma urbana, como ruas, quadras, lotes e área edificada. Ou seja, como produto e subprodutos dos efeitos configuracionais, também seriam considerados potenciais contribuintes para a Vitalidade Urbana.

2.3.1 Variáveis a avaliar a Vitalidade Urbana: componentes de análise

Para Maas (1984, p. ii, tradução nossa, grifo do autor), a ocorrência da Vitalidade Urbana resultaria “da sinergia entre uma ‘variedade’ de oportunidades comerciais e de entretenimento ‘únicas’ e de uma densa e socialmente diversa população de pedestres”⁶⁹, e poderia então ser descrita pela densidade de pedestres, pela caracterização dos pedestres, pela continuidade da presença de pedestres, e pela variedade de experiências relacionadas à oferta de produtos e serviços e a oportunidades únicas (tais como presença de eventos improvisados, artistas de rua, paisagens interessantes etc.).

Para a quantificação da Vitalidade Urbana, dados foram obtidos de observações, mapeamentos e de questionários aplicados a pedestres e a lojistas. E ao investigar quatro áreas em Vancouver, Canadá, sendo duas ruas comerciais no distrito central e duas ruas em distritos considerados *old suburbs*, Maas (1984) demonstrou que a Vitalidade Urbana das áreas urbanas

⁶⁹ (...) *urban vitality is the synergy arising from a "variety" of somewhat "unique" commercial and entertainment opportunities, and a dense socially heterogeneous pedestrian population.* (Maas, 1984, p. ii)

comparadas derivava da singularidade. Essa característica era um produto da contribuição dos atributos do ambiente físico e das atividades que lá ocorriam, mas ia além pelo caráter de distinção e significado, e pelos sentimentos e valores compartilhados por seus usuários.

Sobre a possibilidade de apresentar a Vitalidade Urbana como um fator de qualidade medido em termos quantitativos, De Koe (2013) tratou da definição de cenários, o mais vital, o intermediário e o menos vital, para determinar o potencial vital de uma área considerando aspectos sociais, econômicos e espaciais do ambiente construído. Assim, para cinco parâmetros elegidos, uma atribuição de pontos foi adotada e a partir dos valores dos resultados, definiram-se conceitos para os três cenários.

A densidade populacional, inserida tanto no domínio físico quanto no social/cultural, trata da relação entre habitantes e uma determinada área. A intensidade de uso, referente aos domínios físico e econômico, cuida do nível de utilização, a partir do fluxo de pessoas, de uma determinada área ao longo das 24 horas do dia e teria relação direta com as atividades econômicas. Os demais parâmetros, uso do solo misto, relação público-privada e variedade de funções, baseiam-se no método RGBG (De Bois e Buurmans, 2006 apud De Koe, 2013), cujas células ou *pixels*, conforme a cor, representam tipos de uso do solo: *red* (corresponde às áreas construídas em geral e edificações residenciais), *green* (espaços verdes públicos de preservação e recreação, além de telhados e fachadas verdes), *blue* (corpos d'água em geral e áreas de retenção de água) e *grey* (infraestruturas como as rodovias/ruas).

No caso do uso do solo misto, abrange aos domínios físico e econômico e representa o grau de variedade de usos do solo, identificado pela soma de áreas de espaços cinza, verde e azul em uma determinada área. A relação público-privada relaciona os domínios físico e social/cultural e tem vínculo com a acessibilidade aos espaços e às escolhas dos habitantes. É calculada pela soma de espaço público e de espaço coletivo em relação à área de espaço privado. Por fim, a variedade de funções corresponde à soma da listagem de facilidades ou amenidades, dos tipos de habitação e dos espaços públicos em relação à área disponível (De Koe, 2013). Apesar das limitações reconhecidas pelo autor, a ferramenta de planejamento possibilitaria mensurar parâmetros urbanos e comparar cenários entre áreas (De Koe, 2013).

Sobre apresentar um índice contendo uma visão dinâmica da contribuição de certas condições geradoras da Vitalidade Urbana, ou seja, explorando como os espaços urbanos são ocupados e utilizados de forma diferente ao longo do tempo, Sulis *et al.* (2018) propuseram captar a Vitalidade Urbana em diferentes áreas de Londres, Reino Unido, a partir de uma perspectiva de diversidade espaço-temporal. Com a utilização de dados de celulares, foi explorada a relação entre a mobilidade humana e aspectos morfológicos urbanos. Esse conjunto

de dados representa eventos únicos e vincula-se a informações de identificação de jornadas e postagens, da localização espacial específica e de precisão quanto ao tempo. A Vitalidade Urbana foi então considerada como uma medida definida por três indicadores complementares, de Intensidade, Variabilidade e Consistência, a capturar diferentes variações temporais, diárias e horárias, nos fluxos de mobilidade.

A Intensidade foi calculada como o número total de pessoas em cada unidade espacial de análise em um intervalo de tempo a cada hora, tanto em dias de semana quanto fins de semana. Normalizou-se o valor dessa intensidade pela medida de integração do sistema espacial ao qual cada um dos pontos multimodais de acesso à rede de transportes estava vinculado. A Variabilidade foi computada como a diferença de fluxos de usuários entre diferentes dias para cada unidade espacial. Já a Consistência representou a variação horária dos fluxos durante o mesmo dia para cada unidade espacial, isto para observar se os locais apresentavam um padrão temporal contínuo ou eram caracterizados por picos concentrados, também destacando a variedade de dinâmicas no espaço ao longo do mesmo dia. Isso permitiu medir, nas unidades espaciais cujas áreas de análise tinham até 400m de alcance a partir de estações de trem ou metrô e pontos de ônibus, as variações de uso em diversos intervalos temporais. E pode-se observar as alterações de fluxos pela distinção do padrão de continuidades, para além da magnitude, em um local ou região privilegiados (Sulis *et al.*, 2018).

Para os resultados, um modelo de regressão linear múltipla foi aplicado para obter o peso de cada atributo e assim calcular o valor final da diversidade. Constatou-se que a Vitalidade Urbana foi maior nos pontos centrais, onde estão localizados a maioria dos postos de trabalho, de empresas e das atrações turísticas, e onde o tipo de fluxo predominante é o relacionado ao deslocamento casa-trabalho. No entanto, exceções foram detectáveis nas áreas periféricas. O trabalho validou a ideia de relação entre o indicador de diversidade e a Vitalidade Urbana, estendendo sua eficácia ao descobrir semelhanças e diferenças na dinâmica espacial e temporal, a partir da continuidade da presença nos lugares.

A partir da premissa de que áreas vibrantes e ativas, com qualidade de vida dos cidadãos, estão associadas a ambientes amigavelmente caminháveis, adequados à escala humana e que desestimulam o uso do automóvel, Kim (2020) examinou a influência tanto da forma urbana quanto do uso do solo na Vitalidade Urbana em quatro distritos de Seul, Coreia do Sul, com grupos de bairros configurados por delimitações físicas aos pedestres. As áreas de estudo elegidas possuíam funções semelhantes (distritos comerciais com densidades populacionais similares), porém com características morfológicas diferentes (tecido sinuoso e com ruas sem saída/cul-de-sac *versus* tecido em grelha), e a delimitação observou como limites vias expressas

e vias arteriais.

A variável dependente de análise foram os sinais diários dos celulares, tomados em dias de semana, das pessoas ativas em cada área de análise, tanto de moradores quanto de estrangeiros. Já as variáveis exploratórias de análise para o ambiente construído foram divididas em quatro elementos. O contexto natural considerou a taxa de espaço de áreas verdes e terrenos com superfícies de água, bem como a inclinação do terreno pela média da declividade. O sistema configuracional das ruas considerou o comprimento das vias, a distância entre vias, a medida de conectividade do sistema (*gamma index*)⁷⁰ e a unidade de acessos ao sistema de transporte público pelas estações e pontos de ônibus (Kim, 2020). O sistema de lotes analisou a densidade de acessos/entradas aos edifícios, a área de lote por grupo de edifícios em relação à área de todos os lotes, a área de lote por grupo de edifícios em relação à área construída de todos os edifícios, e a média da área e do número de lotes. Por fim, o sistema de edifícios e de uso do solo indicou a densidade construída, a área de espaço não construído, a densidade construída de uso residencial, e quatro índices com diferentes equilíbrios entre categorias de uso.

Como resultados do modelo de regressão, os coeficientes apontaram a relação entre a presença de pessoas como significativamente positiva a partir das seguintes variáveis: a medida de conectividade do sistema, a unidade de acessos ao sistema de transporte público, a densidade construída, a área edificada de uso residencial, a área edificada de uso comercial em relação à área edificada de uso residencial, e a área edificada de uso institucional (educacional e bem-estar) em relação à área edificada de uso residencial. Significativamente negativo, estavam as áreas verdes e terrenos com superfícies de água, a distância entre vias e a área de lotes por grupo de edifícios. E como não significativa, a declividade, a densidade de acessos/entradas aos edifícios, a área de lotes por grupo de edifícios, a área de lotes e, por fim, o número de lotes. Os resultados foram consistentes com características desejáveis para bairros caminháveis, “pouco espaço desperdiçado, quarteirões curtos, ruas bem conectadas, distâncias curtas para estações de transporte público e proximidade de instalações que apoiam a vida diária das pessoas”⁷¹ (Kim, 2020, p. 10, tradução nossa).

Para abordar a relação do ambiente construído com a Vitalidade Urbana e a possibilidade de que bairros/vizinhanças vibrantes formem comunidades fortes ou que sejam

⁷⁰ Medida de conectividade que considera a relação entre o número de links observados e o número de links possíveis de serem conectados por nós reais. (Rodrigue *et al.*, 2016)

⁷¹ (...) *little lost space, short blocks, well-connected streets, short distances to transit stations, and proximity to facilities supportive of people's daily lives.* (Kim, 2020, p. 10)

socialmente coesas, Mouratidis e Poortinga (2020) investigaram 45 vizinhanças/bairros com diferentes densidades populacionais na região metropolitana de Oslo, Noruega. As seguintes variáveis de análise foram estatisticamente correlacionadas: Vitalidade Urbana (medida em cinco níveis cuja resposta dos moradores, variando de baixa a alta, sobre o grau de *liveliness* da vizinhança, se há coisas interessantes acontecendo e se há oportunidades de entretenimento), Coesão Social (medida numa escala de “não tanto” a “muito”, tanto sobre o sentimento de que os vizinhos se ajudam quanto de sentir-se próximo a eles), e Ambiente Construído (medido pela distância da vizinhança ao centro da cidade, pela densidade populacional, pelas amenidades locais – número de cafés, restaurantes, bares, etc. num *buffer* de 1.000m do que foi considerado o centróide do bairro –, pelo acesso ao transporte público dado por um índice que relaciona o número de partidas, por hora, nos horários de pico de todos os pontos de parada inseridos em um *buffer* de 500m também a partir do centróide do bairro, e, por fim, pela porcentagem de espaço verde).

Mouratidis e Poortinga (2020) concluíram que a medida de Vitalidade Urbana foi fortemente associada à densidade populacional da vizinhança, às amenidades locais e à proximidade da vizinhança ao centro da cidade. A medida de Coesão Social foi negativamente associada com a proximidade da vizinhança ao centro da cidade, com a densidade populacional, com as amenidades locais e com o espaço verde, mas positivamente com o acesso ao transporte público. Poderia haver, então, como sugerem os resultados, uma espécie de divergência entre a Vitalidade Urbana e a coesão social. Portanto, é possível que bairros vibrantes que fomentem a interação social sejam, por outro lado, menos coesos socialmente (Mouratidis e Poortinga, 2020).

Por entenderem a configuração da rede de ruas como promotora do ambiente físico necessário para a dinâmica social e econômica, Fang *et al.* (2021) propuseram medir a Vitalidade Urbana a partir da estrutura espacial urbana em Wuhan, China. Para os autores, a Vitalidade Urbana seria caracterizada por quatro indicadores: Concentração (avaliada pelas variáveis de densidade populacional, densidade de edifícios e densidade de pontos de interesse), Acessibilidade (avaliada pelas variáveis das distâncias a paradas de ônibus e a estações de metrô), Habitabilidade (avaliada pelas variáveis dos preços das habitações e da idade do estoque imobiliário) e Diversidade (avaliada pela variável diversidade do uso do solo). E estes componentes foram correlacionados a medidas configuracionais, mais especificamente medidas obtidas a partir de um modelo matemático de análise espacial, denominado sDNA (*Spatial Design Network Analysis*), que oferece cálculo, a partir de 16 variáveis, de seis características (*Connectivity, Closeness, Betweenness, Severance e Efficiency*), as quais

afetariam a *Vitalidade Urbana* em um sistema urbano.

Para Fang *et al.* (2021), a Sintaxe Espacial oferece uma ferramenta eficaz para medir a conectividade das ruas, mas não consegue capturar os desafios de separação física e eficiência da rede, especialmente quanto às dificuldades de navegação e às barreiras psicológicas dos pedestres, o que supostamente afetaria a Vitalidade Urbana. Assim o estudo explorou a associação entre várias métricas da rede de ruas e a Vitalidade Urbana de acordo com uma perspectiva multiescalar (com raios definidos pelo alcance de distâncias percorridas a pé ou de carro, variando de 500m a 2.500m).

Para analisar a heterogeneidade espacial da Vitalidade Urbana, uma ferramenta de detecção geográfica foi empregada. A técnica estatística buscou a diferenciação espacial da Vitalidade Urbana a partir da covariação local das várias métricas do sistema urbano. Assim, pela investigação das variáveis de resposta (Concentração, Acessibilidade, Diversidade e Habitabilidade) e o poder determinante das variáveis explicativas, definiram-se quatro estratos de Vitalidade Urbana, desde ao não vital, de baixa vitalidade, moderada vitalidade e alta vitalidade. As áreas de alta Vitalidade Urbana representaram 7% do total de bairros de Wuhan, e corresponderam, principalmente, aos centros tradicionais caracterizados por população densa, ruas favoráveis ao pedestre e diversificação dos ambientes construídos. A categoria de média Vitalidade Urbana ocupou cerca de 38% dos bairros, e foram consideradas como de transição entre áreas de alta e baixa Vitalidade Urbana. As categorias de baixa Vitalidade Urbana e não vitais, que corresponderam, respectivamente, a 43% e 12% dos bairros, localizaram-se na periferia urbana, nas proximidades de áreas rurais, naturais ou industriais (Fang *et al.*, 2021).

A correlação entre as propriedades configuracionais e a Vitalidade Urbana mostrou-se sensível às variações de escala (Fang *et al.*, 2021). No geral, os componentes da Vitalidade Urbana, Concentração, Acessibilidade e Diversidade diminuíram com a distância da área central, enquanto a Habitabilidade, ao contrário, apresentou uma tendência de aumento com a distância ao centro urbano. *Connectivity*, que mede o quanto as ruas são conectadas umas com outras e a densidade de interseções, foi a métrica com o maior poder explicativo para a Vitalidade Urbana, chegando a 44%. Cerca de 27% de poder explicativo coube tanto para *Betweenness*, que mede o movimento de passagem entre as viagens das origens aos destinos, quanto para *Closeness*, que mede a dificuldade de navegação para todos os destinos possíveis. *Efficiency*, que mede o grau de distorção da rede de ruas em relação ao caminho mais reto/direto, e *Severance*, que mede a eficiência geral considerando a forma dos *links* e a estrutura espacial das conexões dos *links*, contribuíram, respectivamente, com 22 e 10% para a heterogeneidade espacial da Vitalidade Urbana.

Fang *et al.* (2021) também exploraram a análise da geometria da rede de ruas, especialmente pelas métricas de *Closhness*, *Efficiency* e *Severance*, por incluírem desvios, forma e curvatura angular como associados às dificuldades de cognição das pessoas, e a influência sobre a Vitalidade Urbana. Medidas indicando ruas com muitas mudanças angulares e sinuosidades, afetam a escolha de deslocamento de pedestres e motoristas. Já medidas atestando ruas densamente distribuídas numa área, bem conectadas e eficientes fornecem ambiente amigável para caminhadas, fortalecendo as oportunidades de interação e, por conseguinte, de Vitalidade Urbana.

Netto *et al.* (2012a, 2012b) propuseram-se a identificar os efeitos da forma arquitetônica, especificamente a partir de três tipos tipologias, contínua, isolada e híbrida, na Vitalidade Urbana, representada pela intensidade de movimento de pedestres, presença de grupos e indivíduos estáticos e presença de atividades comerciais e de serviço. Então consideraram, como hipótese, que a não explicação da distribuição do padrão de movimento de pedestres pela configuração espacial revelaria o desempenho de outros padrões urbanos, talvez em estados de não convergência, assim como de determinadas características arquitetônicas, sobre a apropriação das ruas.

Buscando o controle ou anular os efeitos da estrutura urbana, 250 unidades de análise, junto a 24 áreas do Rio de Janeiro, Brasil, foram selecionadas pela inserção em conjuntos conforme três níveis de acessibilidade (para a estratificação, empregou-se a medida de integração global). A partir das análises de correlação, para as faixas de baixa e alta acessibilidade, a tipologia contínua se relacionou positivamente com as variáveis de pedestres, enquanto a tipologia isolada apresentou uma correlação inversa. Entre a presença de atividades de comércio e serviço no térreo dos edifícios e a tipologia contínua houve correlação positiva, para a tipologia isolada, a correlação foi negativa. Sobre a relação entre diversidade de atividades nos térreos e variáveis de atividades de pedestres, as correlações também foram positivas. Os tipos contínuos apresentaram correlação positiva com características arquitetônicas influentes na Vitalidade Urbana, enquanto os tipos isolados mostraram correlação negativa. Além disso, as características arquitetônicas ainda mostraram correlações com as atividades de pedestres e atividades microeconômicas. Para a faixa de média acessibilidade, os tipos arquitetônicos não apresentaram correlações significativas com as variáveis de pedestres, com exceção do tipo híbrido. E as correlações com as variáveis de atividades microeconômicas diminuíram, assim como com as características arquitetônicas. Isto possivelmente assinalaria para dissonâncias entre os padrões urbanos.

Saboya *et al.* (2013) ainda investigaram essa mesma influência em Florianópolis, Brasil,

e novamente verificaram correlações positivas entre tipo contínuo e híbrido e movimento de pedestres. Sobre a associação do uso do solo com a Vitalidade Urbana, encontraram uma relação inversa entre usos residenciais e o movimento de pedestres (-0,57), e uma relação direta entre a diversidade de usos e o movimento de pedestres (0,44).

Já Saboya *et al.* (2021), para um conjunto de cidades da área conurbada de Florianópolis, além de Joinville e Blumenau, Brasil, investigaram a relação entre ocorrências de crimes, variável utilizada para medir o quanto locais podem ser considerados bem ou mal sucedidos, e as seguintes condições definidas por Jacobs: diversidade de usos do solo, tamanho médio das quadras e densidade populacional, excluídas a idade das edificações. Adotou-se o setor censitário como unidade de análise, e foram produzidos mapas temáticos para identificar padrões de distribuição das variáveis, além de realizarem-se análises de correlação estatística. Os resultados indicaram que as áreas mais centrais e mais periféricas possuem as maiores taxas de ocorrências criminais, que houve uma relação entre as maiores taxas de criminalidade e áreas com maiores porcentagens de usos não residenciais, enquanto a alta densidade populacional esteve associada a níveis mais elevados de segurança. O tamanho médio das quadras, por outro lado, não apresentou correlação significativa.

Com relação à medida de diversidade de usos do solo, os autores tecem uma abordagem a respeito de como operacionalizar o cômputo da métrica, pois isto afeta a sua mensuração e o tipo de informação que o componente virá a oferecer. Como a diversidade é expressa por dois conceitos complementares, riqueza e proporcionalidade, utilizados no índice de Entropia de *Shannon*, o qual se mostraria inadequado para a comparação de áreas com distintas quantidades de usos, enquanto o índice de *Gini-Simpson*, após correção, respeitaria a proporcionalidade desigual entre os resultados de locais de baixa diversidade (por exemplo, com apenas um tipo de uso do solo) e de alta diversidade (com uma maior quantidade de tipos de uso do solo). Ainda assim, alertando sobre a predominância majoritária do uso residencial em detrimento dos demais, “há dúvidas sobre a adequação de valorizar excessivamente a proporcionalidade de usos em detrimento da riqueza simples, isto é, da quantidade total de usos diferentes presentes em uma determinada unidade territorial” (Saboya *et al.*, 2021, p. 249).

Gómez-Varo *et al.* (2022) objetivaram atualizar o Índice JANE (originalmente apresentado por Delclòs-Alió e Miralles-Guasch, 2018) para captar o potencial de *Vitalidade Urbana* no distrito de Nou Barris, área periférica e de baixa renda em Barcelona, Espanha. A partir das quatro condições geradoras originais de Jacobs (responsáveis por 80% de peso no cômputo do índice final) e da incorporação de dois outros princípios complementares (acessibilidade e distância aos *border vacuums*, com peso de 20% de contribuição no cômputo

do índice final), o índice passou a ser composto por seis condições e um total de 22 variáveis, oriundas de diversas fontes de dados, relacionadas ao ambiente construído e às dinâmicas social e econômica.

O indicador de Concentração foi medido pela combinação de três variáveis: densidade populacional, densidade comercial e densidade de equipamentos públicos. O indicador de Diversidade Funcional foi definido por quatro índices: de diversidade de usos nos edifícios, de equilíbrio entre usos residenciais e não residenciais, de diversidade de usos comerciais e de facilidades e de equilíbrio entre facilidades básicas e não básicas. O indicador de Oportunidade de Contato incluiu a densidade de interseções, a distância a pontos específicos de encontro, praças e pequenos parques, a distância a pontos de Wi-Fi pública, a presença de bancos e a intermediação de edifícios. Essa última variável (*Betweenness*) é definida pelo número de vezes que um edifício em específico está situado ao longo do percurso mais curto entre todos os pares de edifícios inseridos num raio de 600m. Ou seja, mede o potencial de pessoas que passam por um determinado ponto, sendo que o peso de cada edifício em análise está relacionado à densidade populacional da quadra de sua localização.

O indicador de Diversidade de Edifícios foi dado pela média de edifícios por ano de construção, pela diversidade de edifícios por ano de construção e pela média do valor do aluguel na vizinhança. O indicador de Acessibilidade foi medido pela distância a estações e paradas (inclusive de bicicletas), com a aplicação de um peso conforme a inserção no sistema de transporte público, pela declividade da via, iluminação da rua, presença de áreas de 30 Km/h, distância a mais próxima faixa de travessia de pedestres e presença de calçadas. E o indicador *Border Vacuums* foi captado pela soma da distância a grandes edifícios (a partir de 5000m²) de um único uso, a grandes parques (a partir de 5000m²), a grandes rodovias e a áreas de estacionamento e terrenos vazios.

Como processo de atribuição das variáveis a uma informação espacial, adotou-se uma retícula de células de 50×50m e a cada uma foi atribuído um valor para cada variável, isto a partir de regras relacionando valor médio, presença, contagem ou distância a respeito da variável inserida na, ou ao alcance da, célula. Para possibilitar a comparação entre as variáveis e a posterior atribuição de peso a cada uma das seis condições no cálculo final do Índice JANE, procedeu-se à padronização pelo escore Z correspondente a cada variável. Para calcular as pontuações para cada uma das seis condições, foi estabelecida uma soma ponderada de acordo com a relevância esperada de cada variável para cada condição específica.

Nou Barris, a partir da identificação de altos valores do Índice JANE distribuídos em diferentes sub-centros de Vitalidade Urbana potencial, evidenciou o padrão espacial

policêntrico de ocorrência da Vitalidade Urbana em Barcelona, pois a cidade apresenta altos níveis de densidade populacional homogeneamente distribuída os quais associados a uma oferta uniforme e descentralizada de serviços e lojas de varejo (Gómez-Varo *et al.*, 2022). Outro ponto a ressaltar, dados os aspectos que a atualização do JANE Índice permitiram conjuntamente analisar, tais como o nível de provisão de facilidades, de serviços básicos, de habitação acessível a partir dos preços de aluguel e de acessibilidade favorável aos pedestres, foi a ocorrência de valores alto e moderado de Vitalidade Urbana potencial em setores urbanos mais remotos, áreas com mudança de declividade, presença de habitações de interesse social e de edificações residenciais em altura. Por fim, os resultados mostraram que a Vitalidade Urbana foi encontrada numa ampla variedade de espaços, evidenciando que as condições geradoras não estão, necessariamente, relacionadas a áreas centrais, a tecidos urbanos específicos ou a determinados perfis socioeconômicos.

Conforme o Quadro 2, os dados de análise foram organizados para representar, ora as características materiais dos lugares, dada a capacidade de oferecer suporte às atividades humanas, ora a própria expressão do fenômeno da Vitalidade Urbana. Assim, os componentes de análise da relação entre a Vitalidade Urbana e a Forma Urbana foram sistematizados conforme as variáveis estivessem relacionadas à dimensão físico-espacial ou especificamente à dimensão configuracional do ambiente construído, ou às dinâmicas social e econômica.

Nos diferentes contextos de cidades, quando o objetivo do estudo empírico pretendeu constatar o grau ou o potencial de Vitalidade Urbana (Maas, 1984; De Koe, 2013; Gómez-Varo *et al.*, 2022), os índices foram somados, as variáveis, sobrepostas, e os resultados, partir de análises estatísticas ou geoespaciais, variaram de coeficientes a índices finais de avaliação da Vitalidade Urbana. Já no caso do objetivo visar verificar quais as causas intervenientes para a Vitalidade Urbana (Sulis *et al.*, 2018; Kim, 2020; Mouratidis e Poortinga, 2020; Fang *et al.*, 2021; Saboya *et al.*, 2021), houve a distinção entre variáveis de resposta e variáveis explicativas.

Em Fang *et al.* (2021) e Gómez-Varo *et al.* (2022), a Vitalidade Urbana pode ser quantitativa e graficamente representada por cada um dos indicadores e pela interpolação estatística espacial entre as variáveis, os resultados produzidos foram representados via informação rasterizada. Mas a unidade de análise, no caso da dimensão do pixel, nem sempre se mostrou compatível ou exatamente coincidente com a de elementos morfológicos, como o quarteirão ou o trecho de rua, por exemplo. E visto a perspectiva da abordagem de investigação, variaram os dados a compor possíveis indicadores de avaliação ou a escolha específica de quais dados ora representavam ora explicavam a Vitalidade Urbana, dificultando o emprego de um

padrão metodológico e a efetiva viabilidade de comparação entre os resultados de ocorrência da Vitalidade Urbana ou a identificação das causas mais significativas ao fenômeno.

Quadro 2: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação da Vitalidade Urbana com a Forma Urbana.

(continua)

Autor(es)	Tipo de dados	Componentes de análise da relação da <i>Vitalidade Urbana</i> com a Forma Urbana
Maas (1984)	Observação para contagem de pedestres e mapeamento comportamental, aplicação de questionários e coleta de indicadores sociodemográficos *Vancouver (Canadá)	<p>(Variáveis de avaliação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Densidade movimento de pedestres (contagem do número total de pedestres / área de calçada da área de análise) - Caracterização dos pedestres (heterogeneidade étnica dos grupos, homogeneidade de subgrupos, local de residência, ocupação socioeconômica e idade do estágio de inserção familiar) - Oportunidade de experiências (presença de eventos improvisados, artistas de rua, paisagens interessantes, cheiros, sons, etc.) - Continuidade (utilização ao longo do dia e da noite)</p> <p>DINÂMICA ECONÔMICA - Variedade única de produtos e serviços (oferta de produtos e serviços, origem e propósito dos deslocamentos, compras realizadas durante as viagens)</p>
De Koe (2013)		<p>(Variáveis de avaliação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Densidade populacional (total habitantes / área de análise) DINÂMICA ECONÔMICA - Intensidade de uso (total horas de uso / 24 horas) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL - Uso do solo misto (soma área <i>Grey</i>, área <i>Green</i> e área <i>Blue</i>) / área de análise) - Relação público-privada (soma área de espaços públicos, área de espaços coletivos / área de espaços privados) - Variedade de funções (soma listagem de facilidades ou amenidades, tipos de habitação e espaços públicos / área de análise)</p>
Sulis <i>et al.</i> (2018)	<i>Smart card</i> , sinal celulares, mídia social e geoespaciais *Londres (Reino Unido)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Pessoas (número de postagens rede social)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Intensidade (quantidade total de usuários transporte público coletivo) - Variabilidade (diferença de fluxos) - Consistência (variação horária dos fluxos)</p>
Kim (2020)	Sinal celulares e geoespaciais *Seul (Coréia do Sul)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Pessoas (número da presença da população local e de estrangeiros)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL - Ambiente construído (contexto natural, forma das ruas, forma dos lotes e forma construída associada ao uso do solo)</p>

Fonte: a autora.

Quadro 2: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação da Vitalidade Urbana com a Forma Urbana.

(continuação)

Autor(es)	Tipo de dados	Componentes de análise da relação da <i>Vitalidade Urbana</i> com a Forma Urbana
Mouratidis e Poortinga (2020)	Questionários e geoespaciais *Oslo (Noruega)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Coesão social (sentimento de ajuda e proximidade entre vizinhos) - <i>Vitalidade Urbana</i> (grau de <i>liveliness</i> da vizinhança)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL - Ambiente construído (distância da vizinhança ao centro da cidade, densidade populacional, amenidades locais, acesso ao transporte público e porcentagem de espaço verde)</p>
Fang <i>et al.</i> (2021)	Sociodemográficos e geoespaciais *Wuhan (China)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL, DINÂMICA SOCIAL E DINÂMICA ECONÔMICA - Concentração (densidade populacional, densidade de edifícios e densidade de POIs) - Acessibilidade (distâncias a paradas de ônibus e a estações de metrô) - Habitabilidade (preços das habitações e da idade do estoque imobiliário) - Diversidade (diversidade do uso do solo considerando a proporção do tipo de POIs)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Métricas sintáticas (<i>Connectivity</i>, <i>Closeness</i>, <i>Betweenness</i>, <i>Severance</i> e <i>Efficiency</i> nos raios 500m, 1.000m, 1.500m, 2.000m e 2.500m)</p>
Netto <i>et al.</i> (2012) Saboya <i>et al.</i> (2013)	Observação para contagem de pedestres e para levantamento de características arquitetônicas * Florianópolis (Brasil) * Rio de Janeiro (Brasil)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL ou ATIVIDADE PEDESTRE - Movimento de pedestres (média/segmento) - Grupo de pessoas paradas - Indivíduos parados</p> <p>DINÂMICA ECONÔMICA ou ATIVIDADE MICROECONÔMICA - Atividades socioeconômicas nos Térreos das Tipologias Edilícias (%Residencial, %Comercial, %Serviços, %Comércio e Serviços, %Institucional, %Bares e Restaurantes e %Índice de Diversidade de Atividades)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Medidas sintáticas (Integração Rn, Integração R3, Integração R55, Escolha Rn, Escolha R3 e Escolha R55) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À COMPOSIÇÃO DO USO DO SOLO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Tipo Arquitetônico (Contínuo, Isolado, Híbrido e Índice de Diversidade Tipológica) - Características tipologia edilícia (afastamento frontal, afastamento laterais, tamanho fachada, continuidade fachada, densidade portas, densidade portas até 4º pav., densidade janelas, densidade aberturas (janelas + portas), % muro, %grade, %aberto, densidade de economias, densidade construída, número de pavimentos, área pavimento térreo, área pavimento tipo, densidade populacional, testada lote, tamanho trecho, número lotes)</p>

Fonte: a autora.

Quadro 2: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação da Vitalidade Urbana com a Forma Urbana.

(conclusão)

Autor(es)	Tipo de dados	Componentes de análise da relação da <i>Vitalidade Urbana</i> com a Forma Urbana
Saboya <i>et al.</i> (2021)	Sociodemográficos e geoespaciais *Blumenau, Florianópolis e Joinville (Brasil)	<p>(Variáveis de resposta da <i>Vitalidade Urbana</i>) DINÂMICA SOCIAL - Ocorrências de crimes (por habitante e por endereço)</p> <p>(Variáveis de explicação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL - Ambiente construído (diversidade de usos do solo - <i>Gini-Simpson True Diversity</i>, proporção não residencial, riqueza de usos 1, riqueza de usos 2, tamanho médio das quadras e densidade populacional)</p>
Gómez-Varo <i>et al.</i> (2022)	Geoespaciais *Barcelona (Espanha)	<p>(Variáveis de avaliação da <i>Vitalidade Urbana</i>) DIMENSÃO FÍSICO-ESPACIAL, DINÂMICA SOCIAL E DINÂMICA ECONÔMICA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concentração (densidade populacional, densidade comercial, densidade de equipamentos públicos) - Diversidade Funcional (índice diversidade de usos nos edifícios, índice de equilíbrio entre usos residenciais e não residenciais, diversidade de usos comerciais e de facilidades e equilíbrio entre facilidades básicas e não básicas) - Oportunidade de Contato (densidade de interseções, distância a pontos específicos de encontro, praças e pequenos parques, distância para pontos de Wi-Fi pública, presença de bancos e intermediação de edifícios – <i>Betweenness</i>) - Diversidade de Edifícios (média de edifícios por ano de construção, diversidade de edifícios por ano de construção e média do valor do aluguel na vizinhança) - Acessibilidade (distância a estações e paradas, declividade da via, iluminação da rua, presença de áreas de 30 Km/h, distância a faixas de travessia de pedestres e presença de calçadas) - <i>Border Vacuums</i> (distância para grandes edifícios de um único uso, para grandes parques, para grandes rodovias, para áreas de estacionamento e terrenos vazios)

Fonte: a autora.

2.3.2 A Vitalidade Urbana como característica inata do movimento natural: possíveis variáveis a representá-la e a explicá-la

Wang (2009) analisou o modo como a estrutura espacial atuou ou teve implicações no crescimento e na evolução de Wangkou, China. De acordo com Ye e Wang (2005), estudos procuraram a influência da genealogia familiar nos traçados de aldeias tradicionais ou comunidades rurais. O *ancestral hall*, centro comunitário das famílias, coordenaria a distribuição de residências das famílias de descendência direta a um clã originário. E, sucessivamente, uma sequência de sublinhagem se desenvolveria a partir do ordenamento territorial baseado no padrão agregado de propriedades, cada casa tendo seu próprio templo, em torno do *ancestral hall* de uma segunda linha de descendência. Porém, essa relação de

correspondência hierárquica centrada em edifícios não se manifestaria claramente na malha urbana heterogênea de assentamentos chineses, mas, ao contrário, os agregados urbanos têm assumido padrões similares ao das formas urbanas genéricas independentemente da especificidade cultural, como as grades contínuas (Ye e Wang, 2005). As explicações devem-se a mudanças econômicas e demográficas, que ocasionaram o agrupamento de *ancestral halls* vinculados a diferentes sublinhagens e de residências, apesar das ramificações de descendência familiar, alterando a forma construída (Ye e Wang, 2005).

Assim, os autores se perguntaram sobre como e de que maneira o padrão global dos assentamentos chineses se constituiu. Em uma amostra de assentamentos tradicionais de Huizhou, foram observadas semelhanças consideráveis em termos das propriedades configuracionais. Uma vez os edifícios comunitários terem sido os geradores dos assentamentos tradicionais, há evidências subjacentes das implicações sociais e funcionais nos aspectos configuracionais. E isso, por si só, levanta a questão da estrutura espacial ter impacto em como os espaços são efetivamente usados (Wang, 2009).

Wang (2009) demonstrou que a densidade e a distribuição do movimento de pedestres em Wangkou estão mais relacionadas à configuração espacial do assentamento do que à localização de atratores específicos, no caso dos *ancestral halls*, além de lojas, templos e atracadouros. Como a estrutura sintática geraria e afetaria o padrão de uso dos espaços, não seria apenas a ideologia sociocultural secular, expressa nos edifícios e na morfologia local, a explicar o crescimento e evolução dos assentamentos. Mediante o impacto do movimento de pedestres e a ação dos atratores, que aproveitam as vantagens oferecidas pelo sistema espacial, nas outras amostras de assentamentos de Huizhou, “esse processo, impulsionado pelas atividades socioeconômicas, deu origem à variabilidade morfológica”⁷² (Wang, 2009, p. 10, tradução nossa).

Para a análise espacial de Wangkou, foi realizada a modelagem axial, sendo o mapa composto por 114 linhas, dessas um grande número curtas e poucas longas. Apesar do padrão irregular das ruas, a rua principal concentrou a maioria das lojas, dispostas em *shop houses*, que combinam os usos de habitação e de comércio. Quanto ao núcleo de integração, formou um padrão linear sobreposto à rua principal. Uma das constatações foi sobre as linhas de valor mais alto da medida de escolha coincidirem com as linhas de mais alto valor de integração. O que significou que algumas ruas ou segmentos de rua são não apenas os locais mais acessíveis, mas também são os mais importantes para a realização das rotas topologicamente mais curtas no

⁷² *This process, driven by social economic activities, gave rise to morphological variability observed in the sample settlements.* (Wang, 2009, p. 10)

assentamento. Ou seja, eram potenciais para acolherem ambos os movimentos, para e através, daquele sistema espacial.

A respeito da correlação entre as propriedades sintáticas globais e locais, no caso da inteligibilidade de Wangkou, a correlação da medida de escolha, representando as propriedades globais, correspondeu de forma mais significativa com a medida de conectividade. Segundo Hillier *et al.* (1987), no que diz respeito à cognição de uma área urbana complexa, a integração parece ser uma propriedade passível de apreensão intuitiva das pessoas, sem pressupor um conhecimento da área como um todo. Mas, em Wangkou, esse conhecimento parece ser exigido, ou já existir, previamente.

Quanto aos procedimentos metodológicos, os dados de movimento de pedestres foram observados, via *gate counts*, em 45 locais selecionados randomicamente e em igual quantidade a partir de uma estratificação das linhas axiais dentro de três classes de valores de acordo com a medida de integração. Como resultados, os quais ora incluíram ora excluíram as ruas com a presença de lojas, a propriedade de integração global produziu uma correlação significativa com os fluxos de pedestres observados ($r^2=0,480$ para as linhas axiais com inclusão das lojas e $r^2=0,292$ para as linhas axiais com a exclusão das lojas). No entanto, a associação mais forte foi dada pela medida de escolha ($r^2=0,609$ para as linhas axiais com a inclusão das lojas e $r^2=0,338$ para as linhas axiais com a exclusão das lojas). E mesmo que as correlações entre o movimento e as variáveis espaciais tenham diminuído quando as ruas comerciais foram suprimidas da análise, a força da correlação ainda se manteve consistente, sugerindo que “a distribuição do movimento de pedestres é função da estrutura sintática de um sistema, indiferente ao contexto cultural”⁷³ (Wang, 2009, p. 9, tradução nossa). Observou-se, assim, um processo de centralidade, no qual edifícios dos *ancestral halls* e as lojas tendiam a se concentrar conforme a hierarquia de integração, além de se localizarem, sob o ponto de vista da estrutura espacial, em determinados locais estrategicamente vantajosos do assentamento.

Em Shenzhen, China, Wang *et al.* (2013) partiram da hipótese que a densidade da estrutura espacial seria o suporte para outros tipos de densidade. O estudo investigou, a partir da Sintaxe Espacial, em que medida a distribuição espacial da densidade urbana seria influenciada pela organização do tecido urbano. Para a macroescala, foram escolhidas 10 áreas de análise, de diferentes períodos de inserção na malha urbana, inicialmente adotando-se uma área de 3kmx3Km. Essas macroáreas foram subdivididas em outras subáreas menores, totalizando 50 unidades. Já para a microescala, a célula de análise baseou-se na distribuição de

⁷³ (...) *the distribution of pedestrian movement is a function of the syntactic structure of a layout system, indifferent of cultural context.* (Wang, 2009, p. 9)

uma rede de *pixels* de 400m x 400m, cobrindo toda a cidade. Foram computadas, por unidade de área, as medidas de densidade de ruas, de quadras, de lotes, edificadas, de uso não-residencial e de uso residencial. Além disso, procedeu-se as medidas configuracionais de integração (Int) e escolha (Ch) para os raios métricos R1000m, R2000m, R2500m, R3000m, R4000m e Rn.

Numa visão macroscópica, a partir de regressões lineares realizadas para as 10 áreas, observou-se que a densidade de lotes correlacionou-se forte e significativamente com quase todas as propriedades morfológicas, exceto a medida de integração global (para o valor médio de Ch_2000, $r^2=0,817$, de Ch_1000, $r^2=0,729$), e relativamente com a densidade das ruas ($r^2=0,695$). Tanto para as 10 áreas quanto para as suas divisões nas 50 subáreas, a medida Ch_2000 também melhor correlacionou-se com a densidade de lotes ($r^2=0,509$) do que a densidade de ruas. Além disso, observou-se que, à medida que as medidas configuracionais se aproximavam de raios maiores, as correlações com variáveis sintáticas caíam até um nível insignificante na escala global. Isso significou que a densidade de lotes co-variou com a configuração espacial apenas em escalas locais e médias da rede urbana. Para as 10 áreas, as medidas configuracionais, como Ch_3000 ($r^2=0,853$), e a densidade de ruas ($r^2=0,863$) correlacionaram-se fortemente com a densidade edificada ou índice FAR⁷⁴. Quando a densidade edificada foi diferenciada em residencial e não residencial, um nível comparável de força de correlação foi encontrado, sendo que as propriedades sintáticas apresentaram um desempenho ligeiramente melhor do que a densidade de ruas.

Para as 50 subáreas, as medidas configuracionais apresentaram correlações mais fortes com a densidade edificada do que com a densidade de ruas, tanto em relação ao índice FAR quanto à densidade edificada nas categorias residencial e não residencial. A maior correlação de densidade edificada foi observada entre Int_1000 e FAR ($r^2=0,626$). Entretanto, a densidade de ruas, em geral, teve uma relação mais forte com a densidade de uso não residencial ($r^2=0,295$) do que com a densidade de uso residencial ($r^2=0,256$). A densidade de uso residencial correlacionou-se negativamente com a acessibilidade global do sistema (Int_Rn, $r^2=-0,038$), enquanto a densidade de uso não residencial apresentou uma correlação positiva com a acessibilidade global (Int_Rn, $r^2=0,162$). Essa constatação pode ser verificada tanto para as 10 grandes áreas como para as 50 subáreas, indicando que, de um ponto de vista macro, os edifícios de uso residencial parecem ter diferentes padrões de distribuição de densidade.

Na microescala de análise das células, três tipos de variáveis foram calculadas. A acessibilidade espacial, pela atribuição do valor sintático mais alto de Int_R1000 ao segmento

⁷⁴ Índice de intensificação de ocupação do solo, FAR (Floor Area Ratio), equivalente ao CA (Coeficiente de Aproveitamento).

de rua interceptado em cada célula de análise. A densidade edificada, medida via índice FAR, obtida pela relação da área total edificada, por categoria de uso por edifício, contida em cada célula. A composição do uso do solo⁷⁵ mediu o grau de combinação de 3 funções (habitação, trabalho e amenidades) com base na porcentagem de área construída para cada uma dessas funções. Por fim, os seguintes tipos de composição de uso do solo foram categorizados em *Mono-Housing*, *Mono-Amenity*, *Mono-Working*, *Housing+Amenity* (H+A), *Housing+Working* (H+W), *Working+Amenity* (W+A) e *Housing+Amenity+Working* (H+A+W).

Para avaliar a correlação entre a configuração espacial e o uso do solo, verificou-se a ocorrência de cada um dos tipos de uso do solo que se encontravam em até 30% dos segmentos de rua com mais alta medida de integração. O tipo de uso triplo (H+A+W) teve a maior taxa de concentração (57,5%) na Int_1000. Já o tipo Mono-H teve a taxa de concentração mais baixa. No entanto, observou-se que a concentração dos tipos de uso do solo variava consideravelmente com as diferentes escalas de acessibilidade. Essa variação é refletida pelo fato de os tipos de uso com habitação (H+A, H+W, H+A+W) terem maior concentração nos 30% das ruas consideradas mais acessíveis, desde que nos raios R1000m e R2000m. Em contraste, os tipos de uso do solo das amenidades (Mono-A) ou de trabalho (Mono-W) apresentaram um nível de concentração muito maior na escala global. Isso sugere que diferentes tipos de uso do solo, assim como diferentes graus de composição do uso do solo, preferem diferentes escalas de acessibilidade.

Quanto à análise de correlação entre a densidade edificada e as medidas de integração nas escalas local e global, a mais alta foi dada pelo raio 1000m ($r^2=0,511$). Para controlar ainda mais o efeito de cada função do uso do solo, as células foram reagrupadas em 9 subconjuntos (de <10% a >80%) de acordo com as porcentagens de área construída por cada tipo de uso do solo. Os resultados estatísticos para a regressão entre acessibilidade e índice FAR foram fortes até um ponto crítico, as correlações decresceram significativamente quando os tipos de uso do solo monofuncionais passaram a consumir mais de 50% da área total edificada de uma célula.

Em geral, os resultados revelaram que as medidas configuracionais do sistema urbano são um forte indicador para quantificar a diferença de densidade de elementos morfológicos associados à composição do uso do solo entre áreas maiores e entre áreas menores. A condição espacial em si pode ser responsável por mais de 50% da variação na densidade edificada para a micro escala. E quanto maior o grau de combinação de usos, mais dependente a densidade de edifícios fica a acessibilidade espacial das ruas em seu entorno.

⁷⁵ Derivada do *Mixed Use Index*. (Hoek, 2008)

Já Peponis *et al.* (2007) propuseram-se a abordar questões de densidade considerando os elementos mais duradouros no tecido físico das cidades: as ruas e os lotes. Assim, perguntaram-se como a densidade de ruas e de lotes suportaria os outros tipos de densidade que são características do ambiente urbano. Os autores mediram a densidade de conectividade das ruas, em termos de propriedades métricas, geométricas e topológicas, por meio das medidas de alcance métrico e de alcance direcional, isto para uma amostra de 25 áreas urbanas em Atlanta, EUA.

Os resultados revelaram que a densidade das ruas co-variava com outros tipos de densidade. Para cada uma das áreas de análise, limitadas inicialmente a quadrados de 3,2Km² sobre a rede de ruas, os quais ajustados para incluir, integralmente, quadras e ruas contidas nessas unidades, foram levantados e/ou computados: a área total e a população, a quantidade e a área de quarteirões e de lotes, o total do comprimento de ruas, a média do comprimento do segmento de rua, o total interseções, a distância entre interseções, a área de uso residencial, a área de uso não residencial, o alcance métrico com limite de raio de 1.600m e o alcance direcional com limites de raio de 1.000m, ângulo de 10° e comprimento do menor segmento de linha do sistema de 0,10m.

Quanto às correlações, foi constatado que a densidade das ruas aumentou proporcionalmente à densidade dos lotes, ou seja, ao grau de parcelamento do solo. Por implicação, a densidade das ruas aumentou conforme houve a intensificação da interface pública/privada do sistema urbano. Mas, como a maioria das medidas morfológicas de caracterização da densidade de elementos urbanos são adequadas para quantificar a diferença entre áreas, mas não as diferenças entre ruas inseridas numa mesma área, o contrário ocorre com as medidas configuracionais (Peponis *et al.*, 2007). A medida sintática de alcance métrico não apenas capturou as diferenças entre áreas, como também diferenças entre cada um dos segmentos de rua dentro da mesma área. Os segmentos de rua com valores mais altos possuíam diferentes densidades de lotes com usos não residenciais. E os segmentos de rua com valores mais baixos de alcance métrico tiveram faixas menores dessas mesmas densidades.

Ozbil *et al.* (2011), a fim de discutir a relação entre configuração espacial, fluxo de pedestres e uso do solo, analisaram a distribuição do movimento por segmento de rua em três áreas de Atlanta, EUA. Áreas essas com diferentes características de distribuição de uso do solo e com uma mistura de caminhos de pedestres ora mais longos ora mais curtos, ou seja, representando trajetórias múltiplas e dispersas ou sobrepostas e concentradas. Os autores intencionaram problematizar as políticas urbanas ou ferramentas de projeto urbano direcionadas a ambientes específicos. A partir da ênfase às regulamentações e às quantidades

de elementos morfológicos (densidade de ruas por área, densidade de cruzamentos por área, distância média entre interseções, dimensões das quadras por área, etc.) conforme a definição de zonas bem como medidas circunscritas de incentivo à caminhabilidade, à segurança, e a maior presença de pedestres nas ruas em detrimento do automóvel, os interessou antes a compreensão da estrutura espacial e a conectividade das ruas.

A estrutura metodológica contou com a realização de observações *in loco*, pela contagem de pedestres, nas três diferentes áreas. Em Downtown (predomínio do uso não residencial) e Midtown (predomínio do uso misto), os dados de pedestres foram coletados por um observador em movimento ao longo de 20 repetições por uma rota pré-definida. Em Virginia Highland (onde predomina o uso residencial), pontos de contagem foram definidos e realizadas observações pontuais ao longo de 20 minutos de duração. A densidade de pedestres foi oferecida pela média aritmética e logarítmica de pedestres em relação a cada 100m de segmento de rua.

As informações do uso do solo foram categorizadas em residencial (unifamiliar e multifamiliar) e não residencial (serviços, comercial, institucional, recreacional e industrial). As densidades brutas de uso do solo foram medidas em três escalas diferentes. Na escala do segmento de rua, a densidade de uso do solo foi calculada como uma medida linear considerando a soma de área dos edifícios residenciais e não residenciais associados a cada segmento individual de rua, relativizada pelo comprimento de 100m de comprimento da rua. Na escala do alcance métrico, a densidade de uso do solo foi calculada como uma medida de superfície na rede de ruas que é acessível a três parâmetros diferentes de distâncias de caminhada a partir do ponto médio de cada segmento de rua. Na escala de *buffers*, a densidade de uso do solo foi calculada para três diferentes anéis em torno do ponto médio de cada segmento de rua (Ozbil *et al.*, 2011).

Quanto às medidas configuracionais, o alcance métrico foi calculado para três limites de distância de caminhada (cerca de 400m, 800m e 1.600m). O alcance direcional foi calculado para duas mudanças de direção sujeitas a um ângulo limite de 10°. A distância direcional média dos segmentos de rua dentro dos parâmetros de cada alcance métrico também foi calculada. Assim, para cada segmento de rua, chegou-se a sete medidas de conectividade da rede de ruas e sete medidas de densidade do uso (metragem quadrada de usos em lotes anexados a cada segmento de rua relativizado para o comprimento de 100m de rua; metragem quadrada em lotes acessíveis ao longo da rede de ruas nas distâncias limite de 400m, 800m e 1.600m; e, metragem quadrada de usos em lotes contidos em *buffers* com raio de 400m, 800m e 1.600m). Por fim, uma medida de conectividade foi adicionada para calcular a proporção do alcance métrico para

a distância direcional média associada a ela (Ozbil *et al.*, 2011).

As análises procederam por comparação entre as três áreas, pela análise unificada das três áreas e pela análise individual de cada área. As três áreas diferem significativamente em sua densidade demográfica e de pedestres e na densidade média da conectividade de ruas. A densidade média de pedestres em movimento por 100m ou por minuto, foi de 124,6, 31,8 e 1,3 para Downtown, Midtown e Virginia Highland, respectivamente. O alcance métrico médio, igualmente nos três limites de alcance, decresceu tendo os valores mais altos em Downtown e os menores em Virginia Highland, mas Midtown teve o maior alcance direcional. A densidade de uso do solo não residencial foi mais alta em todas as escalas (do segmento, do limite do alcance métrico e do *buffer*) em Downtown, que é um distrito de negócios, e mais baixa em Virginia Highland, que é um bairro residencial. Isso foi consistente com a densidade de uso residencial, mais alta para Virginia Highland e mais baixa para Downtown. No geral, a sistematização comparativa indicou forte correspondência entre o volume médio de movimento de pedestres e a densidade média de ruas e de uso do solo.

A análise das áreas mescladas em um único conjunto, empregando regressão multivariada, visou investigar até que ponto a conectividade das ruas (denominado modelo de conectividade) e a densidade do uso do solo (denominado modelo da forma urbana) explicariam a distribuição do movimento de pedestres. Os resultados sugeriram que o impacto da conectividade das ruas na distribuição do movimento foi bastante consistente entre os modelos. As medidas de alcance métrico com limite de 1.600m e de alcance direcional com limite de duas mudanças de direção e ângulo de 10°, juntas, explicaram 82% da variação no movimento. Em todos os modelos, os coeficientes para alcance métrico e direcional foram positivos e estatisticamente significativos.

Comparações dos coeficientes padronizados nos diferentes modelos mostraram que o alcance métrico com limite de 1.600m teria o maior poder explicativo tanto na escala do segmento de rua (variando positivamente de 86% a 89%) quanto na escala do limite de alcance métrico de 1.600m (variando positivamente de 72% a 89%) e do *buffer* de 1.600m (variando positivamente de 61% a 97%). Os níveis de movimento de pedestres também expuseram relação com as densidades de uso do solo, sendo os coeficientes positivos e estatisticamente significativos para o total de usos do solo (12%) e usos do solo não residenciais (12%) na escala do segmento de rua. Contudo, apesar dos níveis de movimento aumentarem com maiores densidades de uso do solo, as variáveis de uso do solo acrescentaram um poder explicativo de um a dois pontos percentuais em relação ao modelo de conectividade. Mas cabe referir que na escala do limite de alcance métrico de 1.600m e do *buffer* de 1.600m, os sinais dos coeficientes

padronizados para as variáveis de uso do solo residencial e não residencial foram negativos. Isso se deve ao efeito do tamanho da variável do uso do solo residencial que, quando incluída no mesmo modelo, inverteu o sinal da variável do uso do solo não residencial. Quando analisado separadamente na escala do segmento de rua, o coeficiente de densidade de uso não residencial então produziu o sinal positivo esperado.

Concomitante à regressão multivariada, gráficos de dispersão foram elaborados, mostrando que enquanto a densidade das ruas medida pelo alcance métrico com limite de 1.600m na escala do segmento de rua variava proporcionalmente com a densidade do movimento, nas outras duas escalas a variação na densidade do uso do solo não correspondia à variação nas taxas de movimento de pedestres. Ozbil *et al.* (2011) concluíram que nas três áreas consideradas como um único conjunto, a distribuição do movimento de pedestres pode ser explicada em grande parte pelas medidas do alcance de ruas, e essa correlação ainda era mantida pela polarização das densidades de uso do solo nas diferentes áreas.

Ao fim, os impactos individuais das variáveis de conectividade e de uso do solo na distribuição do movimento foram analisadas em cada área separadamente. Respectivamente, para Downtown e Virginia Highland, as medidas de conectividade explicaram 28% e 56% da variação no movimento de pedestres em todas as escalas medidas de densidade de uso do solo. Já a variável calculada pela relação entre o alcance métrico e a distância direcional, sujeita a um ângulo limite de 10° e 1.600m, apresentou a correlação mais significativa (variando positivamente de 36% a 45%) com o movimento de pedestres. Os autores afirmaram que os segmentos de rua que dariam acesso mais direto a uma maior quantidade de ruas adjacentes apresentaram maior volume de pedestres. No entanto, em Midtown, as variáveis referentes ao modelo de conectividade não mostraram correlação estatística significativa com o movimento de pedestres. Essa falta de correlação foi interpretada pelos autores como indicativo de que o movimento de pedestres era orientado para atrativos locais, além de refletir a distribuição desigual dos usos do solo e o desenvolvimento ainda em curso da área.

Os resultados confirmaram que a estrutura espacial desempenha um papel significativo na distribuição do movimento de pedestres. Para as três áreas, as medidas de alcance explicaram como o movimento de pedestres era distribuído. E os modelos de regressão sugeriram limitações para o poder explicativo decorrente da consideração das variáveis de uso do solo. Mesmo que os níveis de movimento de pedestres tenham sido sensíveis às densidades de uso do solo, as variáveis de uso do solo adicionaram um poder explicativo (entre 5 a 7%) ao modelo de conectividade (Ozbil *et al.*, 2011). Embora os usos do solo impactem as densidades médias de movimento em uma área, a configuração da rede viária foi a principal variável independente

a afetar a distribuição do movimento de pedestres por segmento de rua. O que os autores concluíram é que o modelo de conectividade poderia, inclusive, ajudar a avaliar a compatibilização de parâmetros regulatórios como o ajuste entre as orientações construtivas, os padrões de uso e de localização urbanos (Ozbil *et al.*, 2011).

No Quadro 3, diferentemente do Quadro 2, em Wang (2009) e Ozbil *et al.* (2011) o único dado de análise que representaria a expressão da Vitalidade Urbana, por assumi-la como uma característica inata do movimento natural, foi o movimento de pedestres. Já os dados de análise passíveis de explicar a parcela de movimento gerado pela estrutura da rede de ruas foram sistematizados conforme as variáveis do ambiente construído, as quais se referem-se à dimensão configuracional ou aos elementos morfológicos associados à composição do uso do solo. Em Peponis (2007) e Wang *et al.* (2013), especificamente por investigarem a distribuição dos padrões urbanos, a simples densidade de elementos urbanos, como possibilidade de caracterização das áreas urbanas, também foi testada como dado de análise, a ser explicado ora por outros elementos morfológicos, ora pelos padrões configuracionais.

Quadro 3: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação dos padrões urbanos (movimento, atratores, densidades de elementos urbanos, etc.) com aspectos configuracionais da Forma Urbana.

(continua)

Autor(es)	Tipo de dados	Componentes de análise da relação dos padrões urbanos (movimento, atratores, densidades, etc.) com aspectos configuracionais da Forma Urbana
Wang (2009)	Observação para contagem de pedestres e geoespaciais *Wangkou (China)	(Variáveis de resposta) DINÂMICA SOCIAL - Movimento de pedestres (adultos por minuto) (Variáveis de explicação) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Medidas sintáticas (Integração Rn e R3, Escolha, Conectividade e Controle)
Wang <i>et al.</i> (2013)	Geoespaciais *Shenzhen (China)	(Variáveis de resposta) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À COMPOSIÇÃO DO USO DO SOLO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Densidade de lotes (área total / área unidade análise) - Densidade construída (área total por categoria de uso, residencial e não residencial / área unidade de análise) - Densidade construída (área total por categoria de uso, residencial e não residencial / área unidade de análise, área total de uso comercial / área unidade de análise, número de lojas comerciais / área unidade de análise) - Composição do uso do solo (área H, A, W, H+A, H+W, A+W, H+A+W / área unidade de análise)

Fonte: a autora.

Quadro 3: Tipo de dados coletados e os componentes de análise da relação dos padrões urbanos (movimento, atratores, densidades de elementos urbanos, etc.) com aspectos configuracionais da Forma Urbana.

(conclusão)

Autor(es)	Tipo de dados	Componentes de análise da relação dos padrões urbanos (movimento, atratores, densidades, etc.) com aspectos configuracionais da Forma Urbana
Wang <i>et al.</i> (2013)	Geoespaciais *Shenzhen (China)	(Variáveis de explicação) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Densidade de ruas (comprimento total / área unidade de análise) - Densidade de quadras (área total / área unidade de análise) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Medidas sintáticas (Integração e Escolha nos raios 1.000m, 2.000m, 2.500m, 3.000m, 4.000m e Rn)
Peponis <i>et al.</i> (2007)	Sociodemográficos e geoespaciais *Atlanta (EUA)	(Variáveis de resposta) DINÂMICA SOCIAL - Densidade de pessoas (habitantes / área unidade de análise) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À COMPOSIÇÃO DO USO DO SOLO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Densidade de lotes (área total / área unidade de análise) - Densidade construída (área total residencial e não residencial / área unidade de análise) (Variáveis de explicação) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Densidade de ruas (comprimento total / área unidade de análise, número de interseções / área unidade de análise e distância entre interseções / área unidade de análise) - Densidade de quadras (área total / área unidade de análise) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Medidas sintáticas (Alcance Métrico 1.600m e Alcance Direcional 1.000m, 10°, 0,10m)
Ozibil <i>et al.</i> (2011)	Observação de pedestres para contagem, sociodemográficos e geoespaciais *Atlanta (EUA)	(Variáveis de resposta) DINÂMICA SOCIAL - Movimento de pedestres (número / 100m) (Variáveis de explicação) DIMENSÃO CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Medidas sintáticas (Alcance Métrico 400m, 800m e 1.600m, Alcance Direcional 2, 10°, Alcance Métrico 1.600m / Alcance Direcional 10°, 1.600m) ELEMENTOS MORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À COMPOSIÇÃO DO USO DO SOLO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Densidade de quadras (área total / ha) - Uso do solo (área total residencial, não residencial e total / 100m na escala segmento de rua, alcance métrico 1.600m e <i>buffer</i> 1.600m)

Fonte: a autora.

As análises dos autores revisados empregaram medidas sintáticas, referentes à dimensão configuracional do ambiente construído, como variáveis explicativas dos padrões urbanos, especificamente do movimento, mas também associando concentrações de elementos urbanos ora como variáveis de resposta ora como variáveis explicativas. Os dados coletados também contaram com a contagem de pedestres, importação de informações geoespaciais e

fotointerpretação, mas as análises foram quantitativas, e posteriormente estatísticas via correlações e modelos de regressão. Portanto, sob o ponto de vista de diferentes contextos, objetivos e procedimentos metodológicos, empiricamente as implicações configuracionais, desde o padrão espacial da distribuição de pedestres, de população, de elementos morfológicos e de usos, foram analisadas.

Em Wang (2009) e Wang *et al.* (2013), as medidas sintáticas utilizadas foram as originalmente descritas em Hillier e Hanson (1984). Peponis *et al.* (2007) e Ozbil *et al.* (2011), assim como Fang *et al.* (2021), empregaram medidas sintáticas fruto de avanços nos fundamentos da Sintaxe Espacial. No caso de Wang (2009), ainda que o paradigma configuracional da teoria do movimento natural (Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 1996; Hillier, 1999a; Hillier, 1999b), aponte para a integração axial global e local como, respectivamente, preditoras do movimento de veículos e do de pedestres, a maior correlação do fluxo de pedestres, tanto em amostras de ruas em que havia lojas quanto em amostras nas quais as lojas foram excluídas, foi com a medida de escolha global. Wang *et al.* (2013) também exploraram, em diferentes escalas de análise, a correlação das densidades de elementos morfológicos, como de quarteirões, lotes, área edificada de usos residenciais e não residenciais, com variáveis configuracionais e as maiores forças foram com as medidas de escolha, já a correlação de área edificada conforme uma composição mista de usos do solo, com a medida de integração local. E Peponis *et al.* (2008) e Ozbil *et al.* (2011), utilizando variáveis de conectividade de ruas, encontraram alto poder explanatório a partir das medidas de alcance métrico.

3. METODOLOGIA

Este capítulo introduz a metodologia de análise das áreas investigadas. Consta nesta seção os procedimentos metodológicos para a elaboração da tese. A partir do estudo de caso na cidade de Santa Maria (RS), são elencadas as variáveis que descrevem bem como as variáveis que explicam a Vitalidade Urbana, ambas abordadas na fundamentação teórica. A partir do entendimento da delimitação da Vitalidade Urbana como efeito configuracional de expressão dinâmico-funcional e causada primariamente por padrões espaciais, mas acompanhada da intensificação ou maior densidade de elementos morfológicos, adotou-se a unidade de análise referente ao trecho de rua para a coleta de dados da Vitalidade Urbana.

Portanto, relacionar fatores espaciais, como propriedades configuracionais do sistema urbano e características dos elementos morfológicos – vinculadas à classificação das tipologias ou tipos de uso do solo – a fatores dinâmico-funcionais, como o padrão de movimento de veículos e a presença de pessoas, além dos atratores urbanos (dados pelas ocorrências de atividades econômicas em geral, no caso dos usos não residenciais junto ao pavimento térreo das edificações ou integralmente ocupando o lote), demonstraria, empiricamente, a partir de quais condições a Vitalidade Urbana seria gerada e como estaria distribuída e concentrada.

Quanto aos fins, esta pesquisa é tida como explicativa. Ao vincular a teoria social do espaço a bases de dados georreferenciadas, pode-se agregar diversos atributos à unidade de análise do trecho, cotejando medidas e as suas relações de pertinência testadas em modelos de análise. Assim, ao registrar fatos, analisá-los, interpretá-los e identificar suas causas, busca-se determinar os fatores influentes para a ocorrência do fenômeno ou as variáveis que afetam a Vitalidade Urbana.

Os procedimentos técnicos da tese têm uma abordagem quantitativa, sendo delineada pelas variáveis explicativas e de resposta à Vitalidade Urbana. Assim, traduz-se em indicadores numéricos e análises estatísticas que visam medir, comparar, correlacionar e explicar as variáveis que melhor preveem a Vitalidade Urbana dos recortes de estudo.

Considerando a hipótese de que é a rede espacial a atuar para o estabelecimento da Vitalidade Urbana, segue a seguinte lógica de raciocínio das demais condições físico-espaciais a contribuir para a ocorrência da Vitalidade Urbana:

- (i) as descrições dadas pelos mapas de linhas, e suas respectivas cores, são consideradas diferentes modos de apresentar as gradações de acessibilidade, as quais derivadas de um grafo planar neutro e nada mais são do que um conjunto abstrato de linhas cujo traçado é derivado da rede viária. A relação deste grafo e da distribuição de cores apresentada,

decorrente dos diferentes algoritmos utilizados na medição sintática – e que também fornecem valores numéricos como meio avaliar as diferenciações –, pretende ser verificada com a distribuição da Vitalidade Urbana, descrita pela distribuição dos padrões de movimento veicular, presença de pessoas e de atividades econômicas. A hipótese de trabalho parte, portanto, do entendimento das graduações de acessibilidade como um fator determinante na Vitalidade Urbana, sendo os espaços mais integrados considerados como aqueles mais dotados de Vitalidade Urbana, e os mais segregados, ao contrário, como aqueles menos dotados de Vitalidade Urbana;

- (ii) a Vitalidade Urbana ainda dependeria da intensidade de presença/movimento de pessoas naturalmente associada às edificações vinculadas ao espaço público. Portanto, seria essencial para a condição de Vitalidade Urbana que os usos contidos nestas edificações envolvessem a presença, ao longo do dia e da noite, de pessoas. Quanto maior a presença de pessoas, moradores e estranhos, maior seria a Vitalidade Urbana. Assim, quanto maior a densidade de unidades residenciais em uma área da cidade, ou seja, a maior presença de edifícios residenciais em altura, seria, em princípio, um forte estimulante à Vitalidade Urbana. No entanto, é frequente a existência de ruas, ou áreas, com presença maciça, e exclusiva, de condomínios horizontais fechados ou de torres de edifícios residenciais em altura implantados isoladamente no lote, e com escassa ocorrência de comércio e serviços sendo, por isso, privados de Vitalidade Urbana. A hipótese decorrente sugere que a Vitalidade Urbana, em maior intensidade, ocorreria em áreas urbanas onde houvesse presença significativa de moradia associada a uma diversidade de atividades (por exemplo, o caso da padaria, da mercearia ou do minimercado, da fruteira, da lavanderia, do pet shop, da papelaria, da lotérica, entre outros), em geral, vinculada a um determinado grau de ocupação residencial. Então, quanto maior a variabilidade de tipologias que comportem a ocorrência concomitante de diferentes usos ou de usos mistos, de modo a estabelecer fachadas ativas especialmente ao nível do térreo, ocupadas por comércio e serviços, estimulariam as apropriações e as trocas e, portanto, a Vitalidade Urbana. Daí decorreria um tipo de padrão de movimento dependente destas edificações enquanto origens e destinos fortemente vinculados à localização e relações espaciais, mas também retroalimentando os fluxos justamente pela presença diversificada de atividades, e uma condição de Vitalidade Urbana estaria então incidindo;
- (iii) assim, quanto maior a quantidade de edificações ou de área edificada, maior seria a capacidade de partes do tecido urbano de abrigar pessoas e atividades. A concentração

de edificações ou de formas construídas está relacionada à questão da densidade da forma construída, que afeta a Vitalidade Urbana. Quanto maior a relação de unidades por área ou por trecho de rua, maior o efeito sobre a Vitalidade Urbana;

- (iv) outro fator que, por hipótese, influenciaria a Vitalidade Urbana seria o tempo de existência do tecido urbano, ou seja, a idade do logradouro ou da área da cidade. As áreas mais antigas, os núcleos de fundação, seriam hoje aquelas áreas, em princípio, dotadas de maior Vitalidade Urbana. Esta hipótese teria como fatores de corroboração, a partir da convergência dos padrões urbanos, tanto o temporal, pela ocorrência de uma região onde moradia e demais atividades se mesclam, quanto o configuracional, pois, também seria a parte ou núcleo do território urbano, hoje, dotada de maior grau de centralidade/acessibilidade/integração, simplesmente em razão do seu posicionamento geométrico e topologicamente central no território urbano e cujas distâncias a todas as partes do sistema seriam as menores;
- (v) a esta condição de antiguidade também pode estar associada o grão do parcelamento do solo, ou seja, ao dimensionamento das testadas dos lotes. Nas partes mais antigas das cidades seria uma característica do parcelamento do solo e, à medida em que a cidade se expande, as testadas dos lotes aumentam. Em princípio, quanto mais estreitas forem as testadas, maior a quantidade de parcelas e maior a ocorrência de unidades ou formas edificadas ao longo e, possivelmente junto ao alinhamento, do espaço público. Assim, uma maior interface entre espaços públicos e privados aumentaria as possibilidades de troca associadas à relação entre os espaços abertos e as formas construídas, o que ainda seria potencializado pela diversidade de tipologias construtivas e de tipos de atividades ao longo destes logradouros;
- (vi) outro aspecto passível de relacionar à Vitalidade Urbana seria a topografia ou a fragmentação da rede de ruas. Neste caso, há a hipótese de que quanto mais plana for a área ou parte da cidade, mais apropriada seria à urbanização do tipo em grelha e, em consequência, mais apropriada à Vitalidade Urbana. Ao contrário, quanto mais a área ou parte da cidade for sujeita a deformações no suporte físico, sendo sujeita a subidas e descidas, mais afeita a urbanização do tipo labirinto ou árvore, e menos apropriada seria à Vitalidade Urbana. Fatores como continuidade e visibilidade das ruas oferecem ganhos à permeabilidade, inteligibilidade, acessibilidade e mobilidade, podendo ser demonstradas pelo grau de continuidade das vias ou pela maior extensão média das ruas em partes da cidade. Mas, se há baixa continuidade dos caminhos, ruas curtas, tortuosas ou becos pelas muitas interrupções no sistema viário, as distâncias internas aumentam

na mesma medida em que diminui a extensão média das ruas. Em geral, as características tanto da declividade quanto a sinuosidade das vias iriam na mão contrária da incidência de uma maior Vitalidade Urbana.

A partir do delineamento da pesquisa que estabeleceu a hipótese da Vitalidade Urbana como fenômeno de efeito configuracional assim como a sua manifestação potencialmente afetada pela concentração de elementos morfológicos vinculados à diversidade de tipologias funcionais, as variáveis de explicação da Vitalidade Urbana foram organizadas conforme o Quadro 4. Pela então contextualização do fenômeno e da apresentação dos parâmetros possíveis de análise, buscou-se delinear as relações entre as condições físico-espaciais necessárias de Jacobs (2011) e a utilização de indicadores nos estudos empíricos elencados na revisão de literatura.

Quadro 4: Síntese das condições físico-espaciais necessárias de Jacobs e as relações com as variáveis de explicação da Vitalidade Urbana.

Condições geradoras necessárias de Jacobs	Indicador	Aspectos de análise	Variáveis de explicação da Vitalidade Urbana
Usos combinados	Diversidade	Elementos morfológicos associados à composição do uso do solo do ambiente construído: Lote e Forma construída	Área construída uso misto Tipologia funcional uso misto
Quadras curtas	Acessibilidade e Passagem: Oportunidade de Contato	Dimensão configuracional do ambiente construído: Rede de ruas	Integração global Integração local Escolha global Escolha local Alcance métrico Alcance direcional Alcance métrico e direcional
Densidade de pessoas (residentes) e de atividades	Concentração	Elementos morfológicos associados à composição do uso do solo do ambiente construído: Lote e Forma construída	Densidade lotes Testada lotes Área lotes Área construída Área construída uso residencial Área construída uso não residencial Tipologia funcional uso residencial Tipologia funcional uso não residencial

Fonte: a autora.

O Quadro 5 pretendeu apresentar quais foram as variáveis de expressão da Vitalidade Urbana.

Quadro 5: Componentes de análise e variáveis descritivas de representação da Vitalidade Urbana.

Aspecto de análise	Estudos empíricos	Variáveis de representação da Vitalidade Urbana	Fonte
Dinâmica Social	Maas (1984), De Koe (2013), Sulis <i>et al.</i> (2018), Kim (2020), Saboya <i>et al.</i> (2021), Peponis <i>et al.</i> (2007), Wang (2009), Ozbil <i>et al.</i> (2011), Netto <i>et al.</i> (2012), Saboya <i>et al.</i> (2013)	Densidade movimento de veículos	Adaptado de Hillier <i>et al.</i> (1983), Hillier e Hanson (1984), Hillier <i>et al.</i> (1993), Hillier (1996), Hillier (1999a), Hillier (1999b), Hillier (2007)
		Densidade presença de pessoas nas calçadas	
Dinâmica Econômica	Maas (1984), De Koe (2013), Netto <i>et al.</i> (2012), Saboya <i>et al.</i> (2013)	Densidade atividades econômicas, ao nível do térreo, das edificações ou lotes	Adaptado de Netto <i>et al.</i> (2012), Saboya <i>et al.</i> (2013)

Fonte: a autora.

Já o Quadro 6 organizou as variáveis de descrição da dimensão configuracional do ambiente construído, as quais em número mais abrangente e aplicadas em todo o sistema urbano do estudo de caso, possibilitou descrever diferentes aspectos da malha urbana, apresentando as propriedades e densidades de elementos para cada área de estudo, além de permitir caracterizações e comparações. Para as variáveis de descrição geométrica dos elementos morfológicos, foram viabilizadas apenas junto às unidades de análise selecionadas para a coleta de dados.

Quadro 6: Síntese das variáveis de descrição geral das condições físico-espaciais.

(continua)

Aspectos	Variáveis	Descrição	Fonte
Dimensão configuracional do ambiente construído: Rede de ruas	Integração global	Mensurada no <i>software Depthmap</i> , consiste na atribuição de um valor médio de profundidade, fornecendo um índice global de integração relativa, a cada espaço de acordo com a distância de cada outro espaço na malha urbana	Hillier e Hanson (1984); Hillier (2007); Hillier <i>et al.</i> (1987), Hillier e Vaughan (2007)
	Integração local	Mensurada no <i>software Depthmap</i> , consiste na atribuição de um valor médio de profundidade a cada espaço de acordo com a distância de cada outro espaço dentro de uma dada restrição de raio	
	Escolha global	Mensurada no <i>software Depthmap</i> , consiste na atribuição de um valor que indica o grau de acessibilidade, em termos de distância, que um espaço representa em todas as rotas mais diretas, rápidas e curtas de todos os espaços para todos os outros espaços em um sistema.	
	Escolha local	Mensurada no <i>software Depthmap</i> , consiste na atribuição de um valor que indica o grau de acessibilidade, em termos de distância, que um espaço representa em todas as rotas mais diretas, rápidas e curtas de todos os espaços para todos os outros espaços em um sistema dentro de uma dada restrição de raio.	

Fonte: a autora.

Quadro 6: Síntese das variáveis de descrição geral das condições físico-espaciais.

(conclusão)

Aspectos	Variáveis	Descrição	Fonte
Dimensão configuracional do ambiente construído: Rede de ruas	Padrões do núcleo de integração	Variável qualitativa obtida no <i>software QGIS</i> pela visualização de 5% das linhas axiais com maior valor de integração HH_Rn	Adaptado de Hillier e Hanson (1984), Hillier <i>et al.</i> (1987), Hillier (1988)
	Padrões do núcleo de escolha	Variável qualitativa obtida no <i>software QGIS</i> pela visualização de 5% das linhas axiais com maior valor de escolha EscG_Rn	
	Inteligibilidade	Variável qualitativa obtida no <i>software QGIS</i> pela sobreposição entre 5% das linhas axiais com maior valor de integração HH_Rn e 5% das linhas axiais com maior valor de conectividade do sistema	Adaptado de Hillier <i>et al.</i> (1987)
	Sinergia	Variável qualitativa obtida no <i>software QGIS</i> pela sobreposição entre 5% das linhas axiais com maior valor de integração global e 5% das linhas axiais com maior valor de integração local de raio três.	Adaptado de Hillier (2007)
	Alcance métrico	Mensurada no <i>software NRA</i> , consiste na atribuição do comprimento total de ruas acessíveis, alcançadas em todas as direções possíveis, a partir de uma determinada origem em um dado limite de distância métrica ou dentro de um raio específico	Peponis <i>et al.</i> (2007), Peponis <i>et al.</i> (2008)
	Alcance direcional	Mensurada no <i>software NRA</i> , consiste na atribuição do comprimento total de ruas acessíveis, alcançadas em todas as direções possíveis, a partir de uma determinada origem em um dado limite de mudanças de direção	
	Alcance métrico e direcional	Mensurada no <i>software NRA</i> , consiste na atribuição do comprimento total de ruas acessíveis, alcançadas em todas as direções possíveis, a partir de uma determinada origem dentro de um dado limite de distância métrica e de mudanças de direção.	
	<i>Live centre line</i>	Variável qualitativa obtida no <i>software QGIS</i> , consiste nos elementos integradores referentes às mais longas linhas axiais, dentro e no perímetro do <i>core</i> ou da área considerada mais integrada.	Hillier (1999a)
Elementos morfológicos associados à composição do uso do solo do ambiente construído: Lote e Forma construída	Densidade lotes	Mensurada no <i>software QGIS</i> , consiste na atribuição do somatório das unidades dos lotes vinculados a ambos os lados do trecho de rua em análise	Adaptado de Fang <i>et al.</i> (2021), Saboya <i>et al.</i> (2021), Gómez-Varo <i>et al.</i> (2022), Peponis <i>et al.</i> (2007), Ozbil <i>et al.</i> (2011), Wang <i>et al.</i> (2013)
	Dimensão testada lotes	Mensurada no <i>software QGIS</i> , consiste na atribuição da média da medida da testada dos lotes vinculados a ambos os lados do trecho de rua em análise	
	Área total lotes	Mensurada no <i>software QGIS</i> , consiste na atribuição da média da área total dos lotes vinculados a ambos os lados do trecho de rua em análise	
	Área construída total e conforme tipologia funcional	Mensurada no <i>software QGIS</i> , consiste na atribuição da média da área total construída e da área total conforme a tipologia de uso residencial, não residencial ou misto dos lotes vinculados a ambos os lados do trecho de rua em análise	
	Densidade Tipologia funcional	Mensurada no <i>software QGIS</i> , consiste na atribuição do somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso residencial, não residencial e misto vinculados a ambos os lados do trecho de rua em análise	

Fonte: a autora.

3.1 AQUISIÇÃO DA BASE DE DADOS

De Maciel (2018) foram cedidas as linhas axiais da área urbana. De Silva (2018) foram cedidos os *shapefiles*, referentes à 2017, de trechos, de lotes e de parcelamentos. Do Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN/SM), foram compartilhados os seguintes *shapefiles*: entre 2021 e 2022, de logradouros, quarteirões, lotes e edificações para o distrito sede e demais distritos do município, em 2019, de bairros, áreas irregulares e de perigo, condomínios fechados, limites dos distritos e loteamentos.

Destaca-se, entretanto, a dificuldade na compatibilização dos dados cadastrais do município. Os diferentes *shapefiles* gerados e cedidos pelo órgão público não apresentavam os atributos comuns para os vínculos necessários ora as informações para os cálculos pretendidos. Por exemplo, a área total construída em cada lote não discriminava, separadamente, conforme o código de cada unidade individualizada ou autônoma por lote, o tipo de uso e a área construída equivalente. Havia apenas a atribuição da categoria de uso principal vinculada a cada código de lote, inviabilizando investigar a área correspondente à distribuição horizontal e vertical, por lote, de cada tipo de uso. Ainda, os códigos da rua disponíveis no *shapefile* de logradouros não eram os mesmos a integrar a tabela de atributos do *shapefile* de lotes, não possibilitando conciliar a informação do segmento de rua aos lotes lindeiros. Isto posto, organizar a base de dados da tese precisou de uma série de testes e procedimentos parciais, além da complementação manual e relativa morosidade via GSV, até viabilizar que as unidades de análise, no caso no trecho, tivessem os carregamentos de dados viáveis para as análises dos componentes da Vitalidade Urbana.

Já em vista das restrições de circulação e no aconselhamento ao isolamento pelas entidades governamentais durante o contexto pandêmico, nos estudos urbanos um novo desafio foi interposto. No presente estudo, para a coleta das variáveis da Vitalidade Urbana realizadas a partir de 2020, utilizou-se informações provenientes do *Google Street View*, recurso do *Google Maps*, permitindo a navegação pelas imagens panorâmicas disponíveis e o recolhimento dos dados empíricos necessários ao cotejamento de premissas de pesquisa. Esta possibilidade permitiu à pesquisadora, resguardadas as limitações particulares à ferramenta, uma adaptação ao protocolo de observações empíricas correntemente empregados, e já consolidados pelos estudos configuracionais, acessar situações urbanas ao longo de diferentes períodos, considerando o decurso do tempo, e, ainda, não afetadas pelos *lockdowns*.

As ferramentas usadas para a coleta, armazenamento e tratamento foram o *software* ArcGIS - ArcMap 10.8 e QGIS 3.10, com os complementos QuickOSM, *MMQGIS*, *NNJoin* e

Group Stats. O processamento das análises sintáticas ocorreu nos *softwares DepthmapX 0.8.0* e no *Network Reach Analysis (NRA)*. Já o processamento das análises estatísticas ocorreu nos *softwares Excel, SPSS e R*.

3.2 QUADRO DAS VARIÁVEIS DESCRITIVAS

Compondo a base de dados da pesquisa, os dados quantitativos correspondentes às propriedades configuracionais e à caracterização dos elementos morfológicos, por um lado, e aos componentes da Vitalidade Urbana, por outro, serão tabulados para um procedimento estatístico que busque verificar o grau de correlação ou coeficiente de explicação entre os diferentes componentes estudados.

A partir da revisão de literatura, conforme o Quadro 7 sobre o modelo de análise configuracional urbana, foram selecionadas variáveis sintáticas relacionadas à Vitalidade Urbana, ou seja, ao padrão de movimento e à alocação de atratores urbanos, que permitem a análise de centralidades a partir de raios de restrição de distância, permitindo ainda a identificação de áreas ou eixos com potencial para funcionar como “núcleos”, “estruturadoras” ou “*live centre lines*”, sendo elas: “integração” (axial Rn e R3; angular Rn e R1000m) e “escolha” (axial Rn e R3; angular Rn e R1000m). Também foram selecionadas medidas de conectividade de ruas as quais informam o quão determinados trechos de rua são diretamente vinculados ao entorno, discriminando sobre a potencialidade do alcance de destinos: “alcance métrico” (MR1000m); “alcance direcional” (DR2d10a); e “alcance métrico e direcional” (R2d10a1000m).

Com o intuito de expandir as possibilidades de associação da Vitalidade Urbana a outros aspectos, como a variação da densidade dos elementos morfológicos constituintes do tecido urbano, a partir da revisão de literatura assim como considerando as limitações inerentes aos dados cadastrais do município e as possibilidades da coleta de dados, no Quadro 8 foram propostas variáveis associadas a uma classificação das tipologias funcionais junto aos lotes, oferecendo termos quantitativos do somatório das unidades e da área.

3.2.1 Análises para obtenção dos resultados: correlações e regressões nos métodos 1 e 2

Uma avaliação preliminar das variáveis configuracionais e das variáveis correspondentes aos elementos urbanos associados à classificação das tipologias funcionais ocorreu pela análise de correlação bivariada. A correlação mede o grau em que dois fenômenos

Quadro 7: Método 1 - Modelo de análise configuracional urbana e da Vitalidade Urbana nas áreas de estudo.

VARIÁVEIS		DESCRIÇÃO DA MEDIDA	UNIDADE	TIPO VARIÁVEL	
Preditoras/Explicativas					
Matriz/aspecto relacional e propriedades configuracionais					
Espaço público	Rede de ruas	Integração global (IntG_HH e IntG_T)	Acessibilidade entre as origens e os destinos (centralidade por aproximação) por axial e por segmento de todo o sistema urbano	linha axial	contínua
		Integração local (IntLR3_HH e IntLR1000T)	Acessibilidade entre as origens e os destinos (centralidade por aproximação) por axial e por segmento em partes do sistema urbano (restrição de raio topológico 3 e de raio métrico 1000m)	linha axial	contínua
		Escolha global (EscG_HH e EscG_T)	Passagem entre os destinos e origens (centralidade por interposição ou atravessamento) por axial e por segmento de todo o sistema urbano	linha axial segmentada	contínua
		Escolha local (EscLR3_HH e EscLR1000T)	Passagem entre os destinos e origens (centralidade por interposição ou atravessamento) por axial e por segmento em partes do sistema urbano (restrição de raio topológico 3 e de raio métrico 1000m)	linha axial segmentada	contínua
		Alcance métrico (MR1000)	Potencialidade de destinos dependente da densidade de ruas com limite de raio 1000m por trecho	m	contínua
		Alcance direcional (DR2d10a)	Potencialidade de destinos dependente do alinhamento de ruas com limite de 2 mudanças de direção e ângulo de 10° por trecho	m	contínua
		Alcance métrico e direcional (R2d10a1000)	Potencialidade de destinos dependente da densidade e do alinhamento das ruas com limite de 2 mudanças de direção, ângulo de 10° e raio 1000m por trecho	m	contínua
Resposta/Desfecho					
Componentes da Vitalidade Urbana					
Social	Movimento	Veículos (Veic100m)	Média do somatório de veículos nas faixas de rolamento por 100m de trecho	veículos	contínua
	Presença	Pessoas (Pess100m)	Média do somatório de pessoas nas calçadas por 100m de trecho	pessoas	contínua
Econômica	Atratores urbanos	Usos não residenciais e/ou atividades econômicas (AtivEc100m)	Somatório de atividades no nível da rua por 100m de trecho	atividades	contínua

Fonte: a autora.

Quadro 8: Método 2 - Modelo de análise da forma urbana e da Vitalidade Urbana nas áreas de estudo.

(continua)

VARIÁVEIS		DESCRIÇÃO DA MEDIDA	UNIDADE	TIPO VARIÁVEL	
Preditoras/Explicativas					
Matriz/aspecto relacional e propriedades configuracionais					
Espaço público	Rede de ruas	a definir conforme Método 1	maior correlação/maior coeficiente de determinação		
Matriz/aspecto geométrico e caracterização elementos morfológicos					
Espaço privado	Lote	Densidade lotes (Lote100m)	Somatório das unidades dos lotes por 100m de trecho	unidade	contínua
		Testada lotes (TestLote)	Média da medida da testada dos lotes por trecho	m	contínua
		Área lotes (AreaLote)	Média da área total dos lotes por trecho	m ²	contínua
Espaço privado	Forma construída	Área construída (Aconst)	Média da área total construída dos lotes por trecho	m ²	contínua
		Área construída por uso residencial (ACTR100m)	Somatório da área total construída dos lotes com tipologia de uso residencial em altura (T5) e em baixa altura (T6) por 100m de trecho	m ²	contínua
		Área construída por uso não residencial (ACTNR100m)	Somatório da área total construída dos lotes com tipologia de atividades econômicas em altura (T2), em baixa altura (T3), de uso de caráter infraestrutural (T7) e de uso esportivo e de recreação e lazer referente a praças e parques urbanos (T8) por 100m de trecho	m ²	contínua
		Área construída por uso misto (ACTM100m)	Somatório da área total construída dos lotes com tipologia de uso misto em altura (T1), em baixa altura (T4) e de uso residencial e loja no térreo (até 2 pavimentos) (T45) por 100m de trecho	m ²	contínua
		Tipologia funcional de uso residencial (TR100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso residencial em altura (T5) e em baixa altura (T6) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional de uso não residencial (TNR100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de atividades econômicas em altura (T2), em baixa altura (T3), de uso de caráter infraestrutural (T7) e de uso esportivo e de recreação e lazer referente a praças e parques urbanos (T8) por 100m de trecho	unidade	contínua

Fonte: a autora.

Quadro 8: Método 2 - Modelo de análise da forma urbana e da Vitalidade Urbana nas áreas de estudo.

VARIÁVEIS			DESCRIÇÃO DA MEDIDA	UNIDADE	TIPO VARIÁVEL
(conclusão)					
Preditoras/Explicativas					
Matriz/aspecto geométrico e caracterização elementos morfológicos					
Espaço privado	Forma construída	Tipologia de uso misto (TM100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso misto em altura (T1), em baixa altura (T4) e de uso residencial e loja no térreo (até 2 pavimentos) (T45) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T1 (T1.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso misto em altura (T1) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T4 (T4.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso misto em baixa altura (T4) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T45 (T45.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso residencial e loja no térreo (T45) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T2 (T2.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de atividades econômicas em altura (T2) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T3 (T3.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de atividades econômicas em baixa altura por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T5 (T5.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso residencial em altura (T5) por 100m de trecho	unidade	contínua
		Tipologia funcional T6 (T6.100m)	Somatório das unidades dos lotes com tipologia de uso residencial em baixa altura (T6) por 100m de trecho	unidade	contínua
Resposta/Desfecho					
Componentes da Vitalidade Urbana					
Social	Movimento	Veículos (Veic100m)	Média do somatório de veículos nas faixas de rolamento por 100m de trecho	veículos	contínua
	Presença	Pessoas (Pess100m)	Média do somatório de pessoas nas calçadas por 100m de trecho	pessoas	contínua
Econômica	Atratores urbanos	Usos não residenciais e/ou atividades econômicas (AtivEc100m)	Somatório de atividades no nível da rua por 100m de trecho	atividades	contínua

Fonte: a autora.

estão relacionados entre si. Um coeficiente de correlação igual a 1 descreve uma correlação positiva perfeita, ou seja, ‘qualquer alteração em uma variável está associada com uma alteração equivalente na outra variável no mesmo sentido’. Já um coeficiente de correlação igual a -1 descreve uma correlação negativa perfeita, significando que ‘toda alteração em uma variável está associada a uma alteração equivalente na outra variável em sentido oposto’ (Wheelan, 2016, p. 84). Um coeficiente de correlação igual a ou próximo de zero indica que as variáveis não têm associação entre si. Logo, quanto mais próximo de 1 ou -1 estiver o coeficiente, mais forte será a associação entre as variáveis. Dancey e Reidy (2005) classificam as correlações quanto à sua força em fracas (valores entre 0,1 e 0,3 ou -0,1 e -0,3), moderadas (valores entre 0,4 e 0,6 ou -0,4 e -0,6) e fortes (valores entre 0,7 e 1,0 ou -0,7 ou -1,0).

As análises de regressão linear múltipla dos métodos 1 e 2 (Quadro 7 e Quadro 8), primeiramente envolveu testes do comportamento das variáveis de resposta ou de desfecho a cada variável, ou grupo de variáveis predictoras, integrante(s) do Método 1, isto para prospectar quais destas últimas seriam componentes da análise do Método 2. Tendo em vista a quantidade de variáveis configuracionais produzidas neste trabalho (4 medidas sintáticas axiais, 4 medidas sintáticas angulares e 3 medidas de alcance) e que poderiam vir explicar as variáveis descritivas da Vitalidade Urbana, um modelo de regressão múltipla foi conduzido, o qual composto por grupos de variáveis do Método 1. No Método 2, a partir do grupo de variáveis configuracionais com maior capacidade preditiva, foram adicionadas as variáveis morfológicas aos modelos de análise.

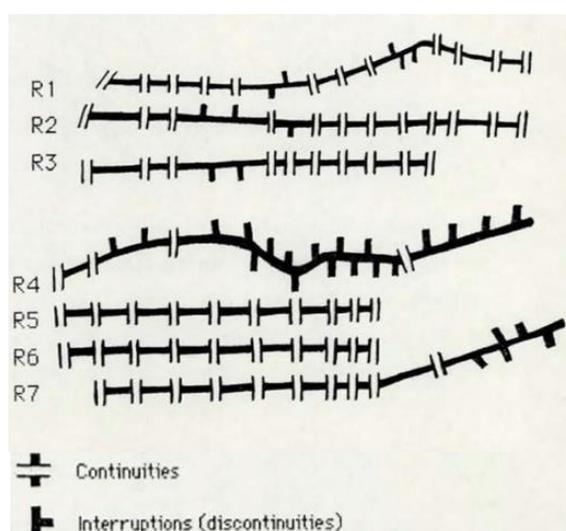
3.3 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Para definir as áreas de estudo, o mapa da descrição da configuração espacial de Santa Maria foi considerado. A análise das medidas de integração axial R3 e segmentada angular R1000m revelou a existência de três núcleos de integração distintos, um a oeste, um central e outro a leste. Para delimitá-las, a malha urbana foi analisada a partir das suas continuidades e descontinuidades, originando os perímetros de demarcação.

O caso de Aguiar (1991), que elaborou diagramas de *traverse permeability* (Figura 7), melhor se aproxima do proposto para a análise de situações de barreira ou interrupção à permeabilidade na malha urbana. Em Porto Alegre, o autor procedeu a observação de rupturas na configuração da rede de ruas em dois setores. As situações de continuidade espacial ora de descontinuidade espacial foram conduzidas pela identificação de barreiras no tecido urbano e de percursos onde a permeabilidade às ruas transversais era limitada. No caso das barreiras,

Aguiar (1991) as denominou de artificiais quando criam fortes discontinuidades às adjacências, substituindo a malha urbana. Seriam, por exemplo, os grandes equipamentos públicos e atuariam como enclaves urbanos. Para as interrupções consideradas naturais, Aguiar (1991) exemplificou em malhas contínuas a partir de rotas em vias que são conectadas às transversais, ou seja, interceptadas, porém não os atravessamentos entre os lados opostos não são contínuos. Para acessar as partes laterais do sistema urbano nestas rotas pouco permeáveis, seriam necessárias mais de duas etapas axiais.

Figura 7: Diagrama de ‘traverse permeability’.



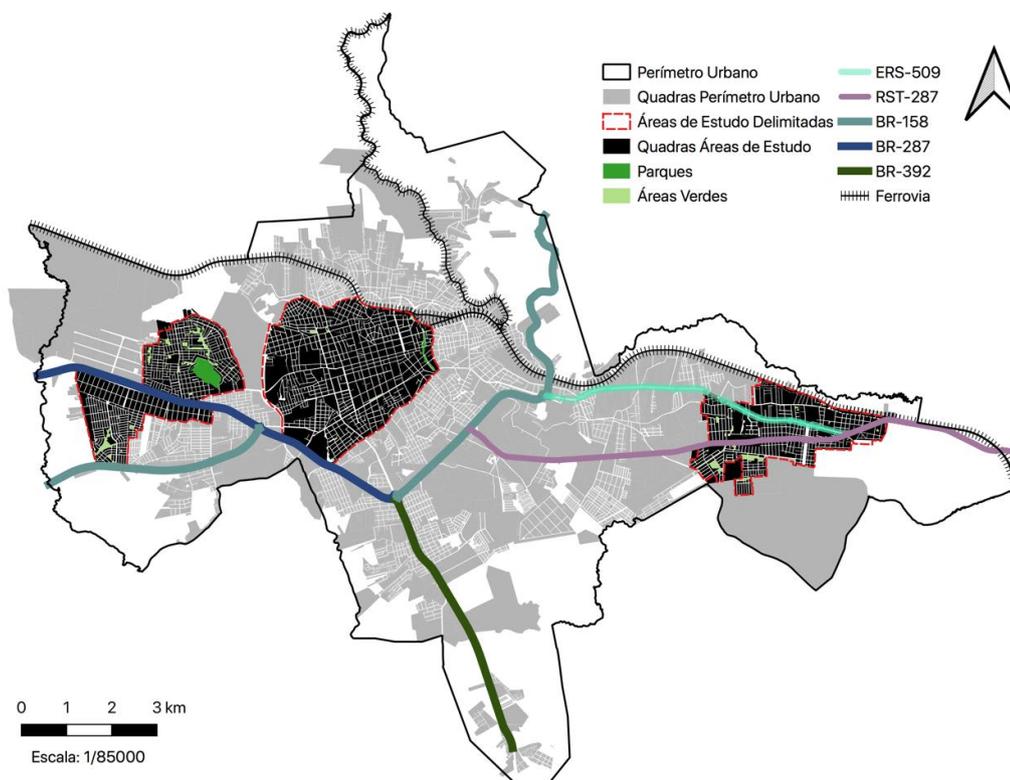
Fonte: Aguiar (1991, p. 123).

Para a delimitação, portanto, tratou-se de reconhecer uma característica da rede que é a alternância de continuidades e discontinuidades. Identificou-se, para o caso de Santa Maria, quais aspectos seriam barreiras ou limites à continuidade do tecido urbano, sendo eles: os condicionantes legais, no caso do perímetro entre áreas urbanas rurais, atentando para as divisas das propriedades e pela exclusão de glebas não parceladas, além da consideração dos limites bairros; os condicionantes naturais, no caso dos cursos d’água e linhas de drenagem, parques e área verdes; e os condicionantes infraestruturais, como a linha férrea e o próprio sistema viário, especialmente para as largas avenidas e estradas vicinais. Para a delimitação das subáreas nas áreas de estudo, foram consideradas a análise das permeabilidades transversais e as informações contidas nos *shapefiles* de áreas irregulares, condomínios fechados e loteamentos. Além disso, levou-se em conta o período de inserção no tecido urbano, categorizando se as áreas derivavam do registro de situações pré-urbanismo (anteriores aos anos 1900) ou pós urbanismo (posteriores ao início do século XX).

3.3.1 Delimitação das áreas de estudo e subáreas

A análise da medida de integração local permitiu a identificação de núcleos estruturadores de partes do sistema urbano. A delimitação foi amparada nas continuidades e discontinuidades, mediante a identificação de barreiras ou interrupções, da malha urbana (Figura 8).

Figura 8: Delimitação das áreas de estudo.



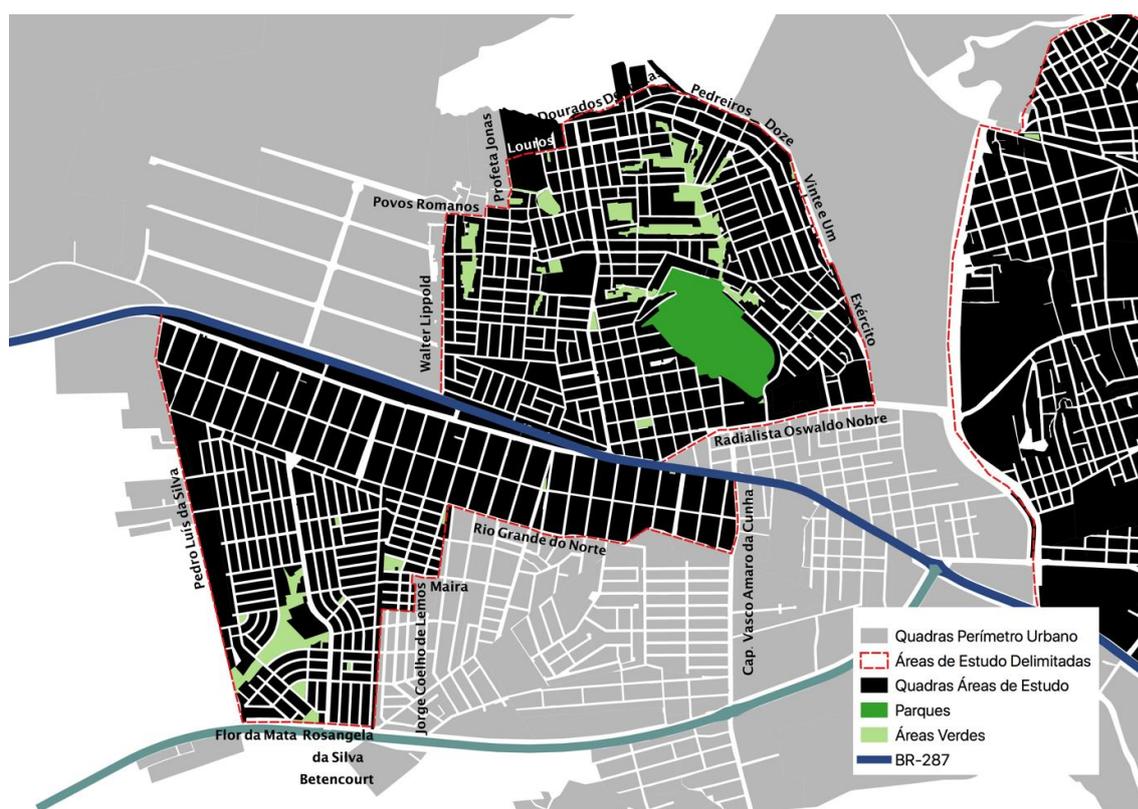
Fonte: a autora.

A área de estudo a Oeste (612,59 ha, 2696 logradouros, 534 quarteirões, 12074 lotes) tem uma parte situada ao sul da rodovia federal RSC287 com os bairros Tancredo Neves e Pinheiro Machado, e outra, ao norte da rodovia, com os bairros Juscelino Kubitschek e Nova Santa Marta. A área possui loteamentos de interesse social, as COHABs Tancredo Neves e Santa Marta, e ocupações espontâneas irregulares ou em fase de regularização. Apresenta um parque público, o Jockey Club (23,94 ha), além de áreas verdes (32,8 ha) gravadas institucionalmente.

Como limites (Figura 9), em direção leste pela rodovia RSC287, segue a norte pela rua Walter Lippold ao fazer divisa com o bairro Agro-industrial, continua a leste pela rua Povos

Romanos, a norte pela rua Apóstolo Matheus, a leste por uma rua sem denominação, a norte pela rua Profeta Jonas, a leste pela rua dos Louros, a norte pela rua dos Salmos, a leste pela rua dos Dourados e por linha de d'água até alcançar a rua dos Dentistas. Deste ponto em diante, segue a sul percorrendo a rua dos Pedreiros, a rua Doze, a rua Vinte e Um e por divisa de gleba militar do exército, continua a oeste pela rua Radialista Oswaldo Nobre, prossegue na direção leste pela rodovia RSC287, a sul pela estrada Cap. Vasco Amaro da Cunha, a oeste pela divisa do loteamento Parque Pinheiro Machado, passa por linha d'água e continua pela rua Rio Grande do Norte, segue a sul pela divisa do loteamento Cipriano II, a oeste pela rua Maíra, a sul pela rua Jorge Coelho de Lemos, a oeste pela divisa do loteamento Cipriano II, a sul pela divisa do loteamento COHAB Tancredo Neves, a oeste pela rua Rosângela da Silva Betencourt e pela rua Flor da Mata, segue a norte pela divisa do loteamento COHAB Tancredo Neves e pela rua Pedro Luís da Silva até encontrar, novamente, a rodovia RSC287.

Figura 9: Limites da área de estudo Oeste.



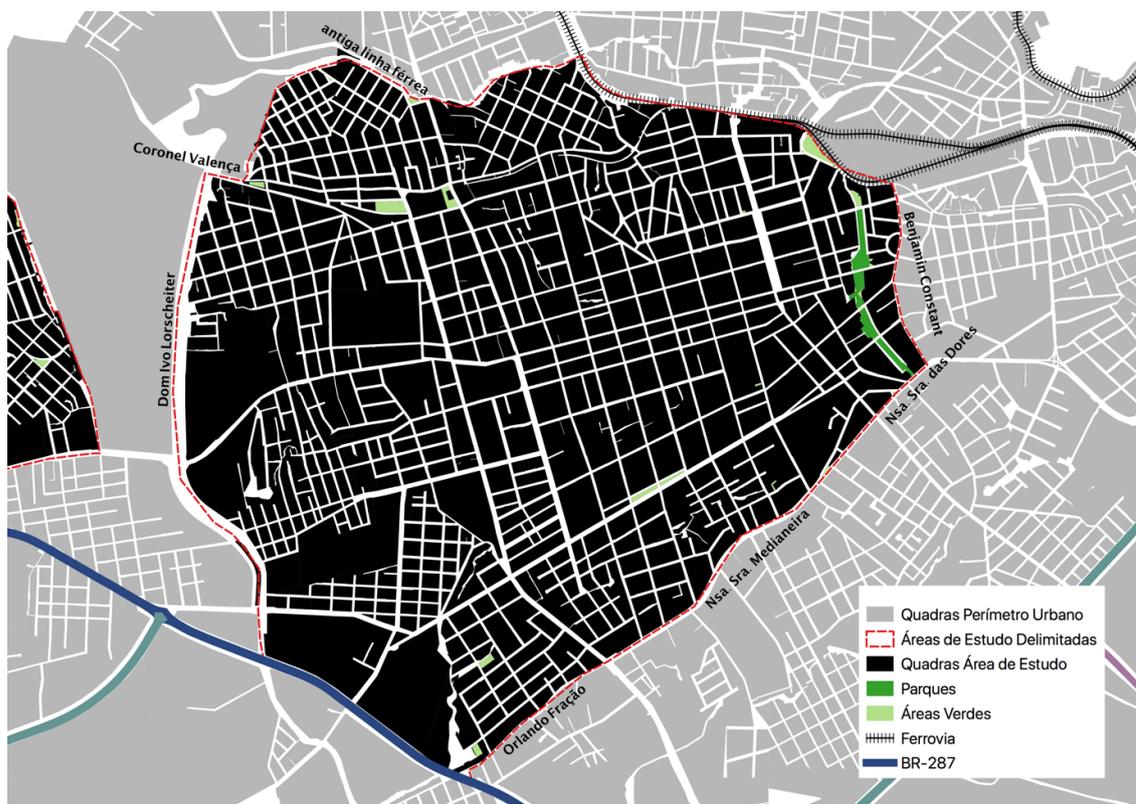
Fonte: a autora.

A área de estudo ao Centro (1006,997 ha, 3800 logradouros, 619 quarteirões, 13967 lotes) é integrada pelos bairros Centro, Carolina, Nossa Senhora do Rosário, Bonfim, Nossa Senhora de Fátima, Nossa Senhora Medianeira, Duque de Caxias, Patronato, Noal, Passo da

Areia e Divina Providência. Nesta delimitação, na porção leste, está inserido o núcleo fundacional da sede do município e dispersos, nas suas porções oeste, norte e sul, loteamentos de interesse social, como Vila Arco-Íris, Vila Noal, Vila Lídia e Vila Brenner, e ocupações espontâneas irregulares ou em fase de regularização, como o Km2, a Vila Natal e a Vila Oliveira. Apresenta um parque público, o Itaimbé (3,6 ha), além de áreas verdes formalizadas institucionalmente (4,35 ha).

Como limites (Figura 10), em direção norte pela avenida Dom Ivo Lorscheiter, a qual margeia o Arroio Cadena, segue a leste pela rua Coronel Valença, segue a norte pela divisa do loteamento Residencial Brenner, segue a leste pela divisa da antiga linha férrea até encontrar o atual traçado da linha férrea. Deste ponto em diante, continua a sul pela rua Benjamin Constant, a oeste pelas avenidas Nsa. Sra. das Dores e Nsa. Sra. Medianeira e pela rua Orlando Fração, a sul pela rua Frederico Ozanan, a oeste pela rodovia RSC287 até encontrar, novamente, a avenida Dom Ivo Lorscheiter.

Figura 10: Limites da área de estudo Centro.

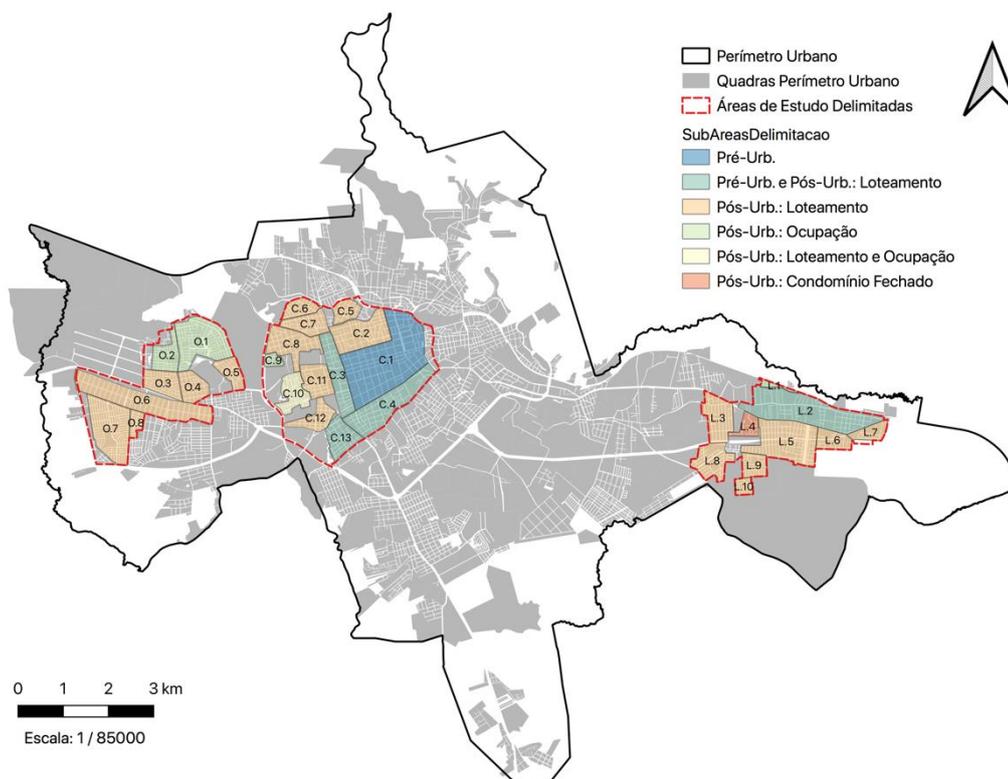


Fonte: a autora.

A área de estudo a Leste (560,219ha, 2523 logradouros, 369 quarteirões, 7571 lotes) é integrada por um único bairro, o Camobi. Nesta delimitação há três seções, evidenciadas pelo

Parque Alto da Colina, a sul pela rua Diomira Baruffi Santa Lúcia, a oeste pela RSC287, a sul e a oeste pela divisa do loteamento do Novo Horizonte, a leste pela rua Silvio Schirmer ou estrada para Arroio do Só, a norte e a leste pela divisa do loteamento do Novo Horizonte, a leste pela divisa do loteamento Vila Júlia e por linha d'água, a sul pela divisa do loteamento COHAB Fernando Ferrari, a oeste a sul pela divisa do loteamento Monte Belo, a leste pelas ruas Luiz de Menezes, Raul Bopp e Cyro Martins, a norte pela divisa do loteamento Monte Belo, a oeste pela rua Érico Veríssimo, a norte pela rua Josué Guimarães, a leste e a norte pela divisa do loteamento COHAB Fernando Ferrari, a leste pela divisa do loteamento Behr e divisa com o campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a norte pela rua Cinco de Março, a leste pela divisa do loteamento Vila Santa Helena, a norte pela rua Congonhas, a leste e norte percorrendo divisa de gleba militar da força aérea, a norte pela divisa do loteamento Vila Toneto, a oeste pela rodovia RSC287, a norte pela rua da Cooperativa até encontrar, novamente, a linha férrea.

Figura 12: Delimitação de subáreas nas áreas de estudo.

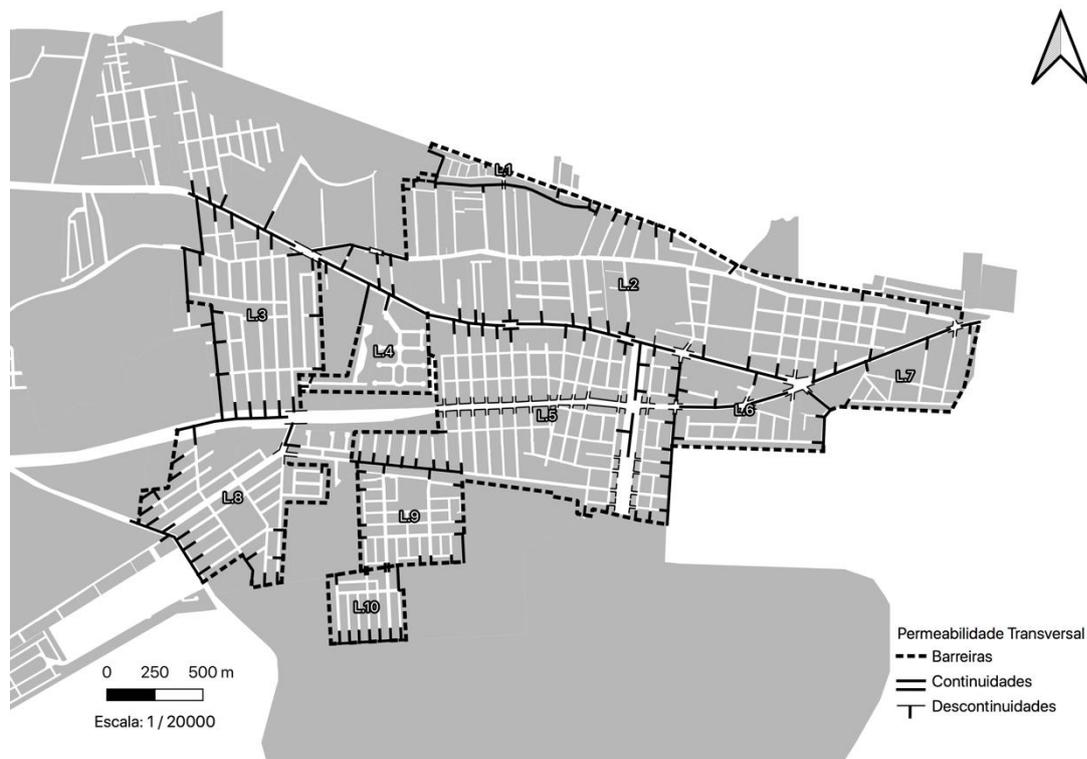


Fonte: a autora.

Na delimitação das subáreas nas áreas de estudo (Figura 12 e Figura 13) foram consideradas as continuidades e descontinuidades da malha urbana, além das características dos

elementos morfológicos fruto de inserções no tecido em distintos períodos.

Figura 13: Exemplo de delimitação de subáreas na área de estudo Leste.



Fonte: a autora.

3.4 UNIDADE DE ANÁLISE

Antes da definição da unidade de análise para a coleta de dados das variáveis descritivas da Vitalidade Urbana, uma comparação foi elaborada para demonstrar como a hierarquia das diferentes cores do output sintático (Figura 14, Figura 23 e Figura 32), estas provenientes da medida de integração angular R1000m, era verificada *in loco* por imagens⁷⁶ captadas via GSV. Por vezes, as cinco classes de cores do *output* mostravam-se coerentes com as imagens que, gradativamente, sinalizam a ocorrência da Vitalidade Urbana. Por outro lado, uma mesma cor, ou classe de valores, a partir das imagens não correspondiam aos níveis de diferenciação na mesma área ou entre áreas. Pela sistematização destas situações de cotejamento entre o ranqueamento das gradações de acessibilidade e das imagens ao nível da rua, foi possível verificar que os elementos da forma urbana, enquanto características de incidência, concentração ou densidade, conferiam acréscimos na Vitalidade Urbana.

⁷⁶ As imagens, apresentadas entre as figuras 15 e 40, possuem suas bordas com cores equivalentes às cores do mapa sintático da medida de integração angular R1000m.

Figura 14: Mapa gradações de acessibilidade e rotulação segmentos para a área Oeste.



Fonte: a autora.

- (i) desde um ponto de vista teórico, observa-se que o conceito de Vitalidade Urbana se aproxima dos conceitos de centralidade, *virtual community* e urbanidade. Ambos os conceitos perpassam pela noção de cidade como fenômeno e como artefato físico. Oportuno é destacar que salvo melhor definição, como meio que o é, a cidade apresenta certa concentração de elementos necessários à realização de incontáveis fins, aqui interessaria a função de aproximar, reunir, aglomerar, por em contato, de modo que uma ampla economia seja posta em curso (a das trocas sociais e dos intercâmbios de bens e serviços). Portanto, em oposição ao rural, que é rarefeito ou demasiadamente esparsos ou longínquo, no urbano há certo grau de concentração de ruas, lotes e edificações e, por conseguinte, de pessoas. Quanto mais densa for a ocupação, mais o meio rural vai gradualmente se aproximando do que denominamos de urbano. Por exemplo, no mapa de gradações de acessibilidade, há linhas que, apesar de comporem o traçado urbano, estariam mais vinculadas ao que se entende por um espaço rural, tratando-se, a bem da verdade, de uma estrada que atravessa em certa medida um campo, aquilo que seria o “fora” (Figura 15). À medida que surgem edificações ao longo dessa mesma estrada, passa a surgir um conjunto de edificações e a estrada torna-se rua (Figura 16 e Figura

17). Ocorre ali um incipiente núcleo urbano, já dotado de algum grau de Vitalidade Urbana, devido à concentração de edificações e, supõe-se, à presença, no mínimo, de pessoas residindo na área. Mas o mapa mostra estas situações urbanas, na região oeste da cidade, sendo a primeira ilustrada num grau intermediário dado pela cor verde, não sendo esta a mais inferior no *ranking* de cores, e a segunda num penúltimo grau de cor dado pela cor azul turquesa. Estes exemplos não condizem com a realidade veiculada em situações onde há linhas em cor azul marinho, ainda mais segregadas, que sim deveriam representar um rural verdadeiramente absoluto;

Figura 15: (2904) Rua Pedro Luís da Silva (Tancredo Neves).



Fonte: GSV (2022).

Figura 16: (91) Rua Fernando de Noronha (Pinheiro Machado).



Fonte: GSV (2022).

Figura 17: (2977) Rua Eng. Adi João Forgiarini (Pinheiro Machado).



Fonte: GSV (2022).

Figura 18: (2828) Rua Darcí Fagundes (Tancredo Neves).



Fonte: GSV (2022).

- (ii) ao contrário, à medida que as gradações de acessibilidade sobem para o penúltimo nível na escala de valores, na cor ocre, a rua se transforma em uma via local pavimentada (Figura 18) ou em uma rodovia asfaltada (Figura 19). Na primeira, há ruas típicas da mesma região oeste da cidade, especificamente do bairro Tancredo Neves. Como a característica urbana “evoluiu” se comparada à densidade de edificações (desde, por

exemplo, uma maior quantidade à maior proximidade entre as unidades residenciais, predomínio de horizontalidade, separação entre o espaço privado dos lotes por meio de recuos, muros e gradis, demarcação de calçada e da faixa de rolamento) bem como de um pequeno, mas verificado, movimento de pedestres e veículos, evidenciando a presença, em algum grau, de Vitalidade Urbana. Já na segunda, há divisões, por meio de obstáculos físicos, em no mínimo seis faixas de rolamento, e as edificações adjacentes parecem ser pavilhões comerciais ou de serviços;

Figura 19: (6549) RSC287 (Pinheiro Machado).



Fonte: GSV (2022).

Figura 20: (2517) Av. Paulo Lauda (Tancredo Neves).



Fonte: GSV (2022).

Figura 21: (6684) Rua das Bergamoteiras (Juscelino Kubitschek).



Fonte: GSV (2022).

Figura 22: (7188) Rua Manoel Mallmann Filho (Nova Santa Marta).

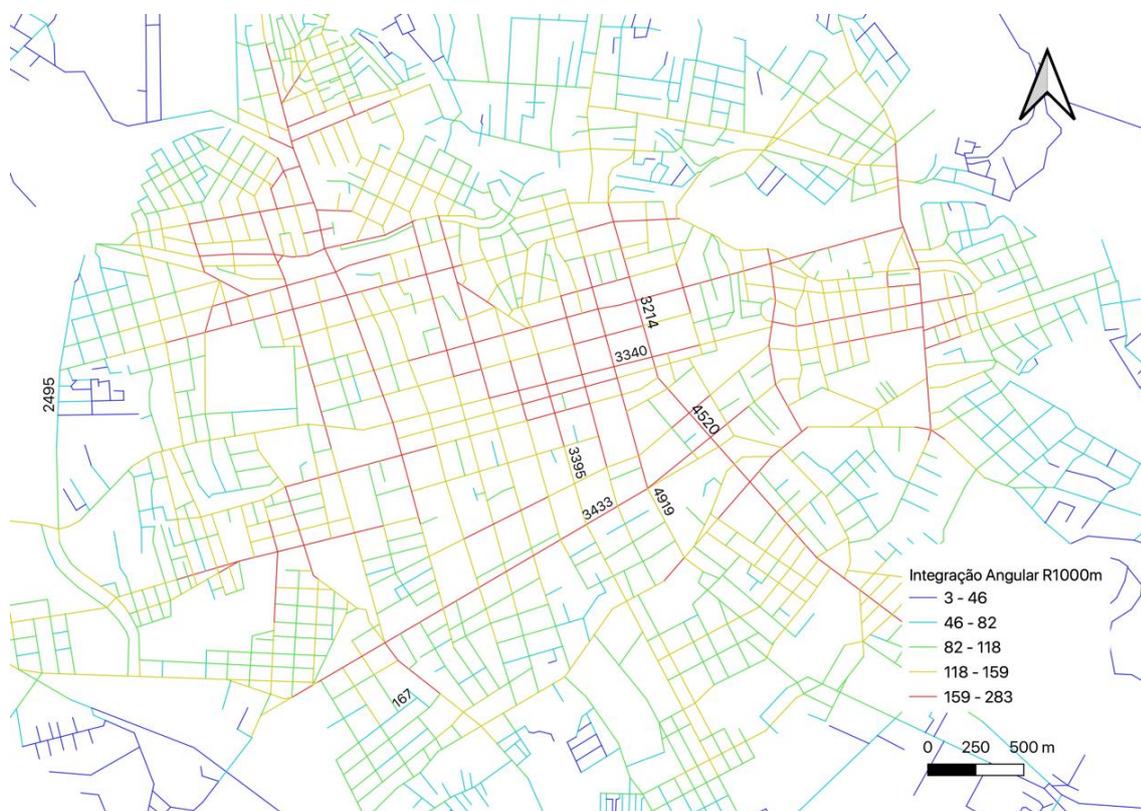


Fonte: GSV (2022).

- (iii) quando o último *ranking* da escala de valores da acessibilidade é atingido, na cor vermelha, pode-se sugerir a ocorrência de outra gradação de Vitalidade Urbana. Percebe-se que a rua local se transforma em avenida com canteiro central (Figura 20 e Figura 22), as edificações estão nos alinhamentos e possuem até dois pavimentos (Figura 21), e há uma distribuição de usos comerciais em meio aos usos residenciais. Percebe-se a presença de pedestres, veículos circulando e estacionados;

- (iv) para a área de estudo central, o segundo *ranking* da escala de valores da acessibilidade, na cor azul turquesa, sugere a ocorrência de uma gradação de Vitalidade Urbana equivalente à cor ocre verificada na área de estudo oeste. Trata-se de uma rua local, provavelmente originada de um parcelamento do solo na forma de loteamento residencial (Figura 24), com a presença de certa densidade de moradores. À medida que a rua se transforma em uma avenida com canteiro central (Figura 25), observa-se que não apresenta concentração mínima de edificações nas suas adjacências coerente com o grau de Vitalidade Urbana sugerida pelo *ranking* de acessibilidade que lhe é inerente;

Figura 23: Mapa gradações de acessibilidade e rotulação segmentos para a área Central.



Fonte: a autora.

- (v) o *ranking* intermediário da escala de valores da acessibilidade, na cor ocre, sugere uma rua (Figura 26) com ocorrência de uma gradação de Vitalidade Urbana pela presença intercalada de edificações de baixa altura e de vários pavimentos, há nos lotes a separação entre o espaço privado por meio de recuos, muros e gradis, e maior adensamento edificado, de moradores e de presença de veículos e de pedestres. O mesmo para outro exemplo de rua (Figura 27), mas com inexistência de recuos frontais e a incidência de térreos destinados a usos não exclusivamente residenciais;

Figura 24: (167) Rua Honório Magno
(Duque de Caxias).



Fonte: GSV (2022).

Figura 25: (2495) Av. Dom Ivo Lorscheiter
(Passo d'Área).



Fonte: GSV (2022).

Figura 26: (3395) Rua Duque de Caxias
(Centro).



Fonte: GSV (2022).

Figura 27: (4919) Rua Floriano Peixoto
(Centro).



Fonte: GSV (2022).

- (vi) para o *ranking* de maior hierarquia na escala de valores da acessibilidade, na cor vermelha, a rua (Figura 28) possui maior concentração e proximidade entre edificações, não há recuos frontais e a verticalização é configurada por edificações de mais de 10 pavimentos. Há a ocorrência de tipologias de uso misto em altura, com o térreo associado a usos comerciais e de serviços, tipologias em altura exclusivamente residenciais bem como exclusivamente de serviços, e uma maior presença de veículos e pedestres no espaço público, assim como de moradores nos espaços privados. Por outro lado, em outro exemplo de rua (Figura 29), transforma-se em uma avenida de seção bastante larga, e a gradação de Vitalidade Urbana está associada à presença de tipologias de usos institucionais e de serviços;

Figura 28: (3433) Av. Presidente Vargas
(Centro).



Fonte: GSV (2022).

Figura 29: (3214) Av. Rio Branco (Centro).



Fonte: GSV (2022).

Figura 30: (4520) Rua do Acampamento
(Centro).



Fonte: GSV (2022).

Figura 31: (3340) Rua Venâncio Aires
(Centro).



Fonte: GSV (2022).

(vii) ainda nesta gradação de maior escala de valores da acessibilidade, a gradação da Vitalidade Urbana aparece vinculada a ruas (Figura 30 e Figura 31) com largura significativamente estreita. O adensamento construtivo é expressivo, o quarteirão é configurado pela sempre contínua disposição de cada unidade edificada, e a dimensão das testadas dos lotes é menor, o que aumenta a quantidade de interfaces privadas ao espaço público. Há uma diversidade de usos, acomodados em tipologias bastante variadas, em térreos majoritariamente ativos pela ocorrência funcional atratora e consequente permeabilidade de acessos. Por fim, a presença de pedestres no espaço público supera a de veículos;

(viii) na área de estudo leste da cidade, no bairro Camobi, as ruas (Figura 33 e Figura 34) estão inseridas no penúltimo *ranking* de menor valor de gradação da acessibilidade, na cor azul turquesa, onde há características urbanas típicas de loteamentos residenciais. No primeiro caso há padronização nas moradias, e em ambos os casos, homogeneidade

de usos. Verifica-se a presença de moradores, ainda que seja baixa a densidade habitacional, evidenciando a ocorrência, em algum grau, de Vitalidade Urbana;

Figura 32: Mapa gradações acessibilidade e rotulação segmentos para a área Leste.



Fonte: a autora.

Figura 33: (1004) Rua Érico Veríssimo
(Camobi).



Fonte: GSV (2022).

Figura 34: (406) Av. Evaldo Behr (Camobi).



Fonte: GSV (2022).

- (ix) na gradação intermediária na escala de valores de acessibilidade, na cor ocre, a rua (Figura 35) mostra uma situação de urbanização básica, assemelhada, senão idêntica, àquela observada pela cor amarelo ocre nas ruas do bairro Tancredo Neves. Já a rua

(Figura 36) apresenta outros elementos na forma construída, além das moradias de baixa altura, edificações em incipiente altura, de até 4 pavimentos, conjugando usos residenciais e serviços no térreo;

Figura 35: (1194) Rua João Goulart
(Camobi).



Fonte: GSV (2022).

Figura 36: (1122) Rua João da Fontoura e
Souza (Camobi).



Fonte: GSV (2022).

- (x) diferentemente e já na gradação de cor vermelha, a última no *ranking* do grau de acessibilidade, há ruas (Figura 37 e Figura 38) com um início de verticalização (desde moradias em 2 pavimentos, no caso dos sobrados, a edifícios em altura que perfazem cerca de 4 a 5 pavimentos tendo alguns, no térreo, usos não residenciais. Esta verticalização incipiente, incluso com tipologias de uso misto, seria um indício de maior adensamento, tanto edilício e quanto humano, evidenciando assim um possível incentivo ao estabelecimento de outro nível de ocorrência da Vitalidade Urbana;

Figura 37: (381) Rua Erly de Almeida Lima
(Camobi).



Fonte: GSV (2022).

Figura 38: (1113) Rua Vicente de Prado
Lima (Camobi).



Fonte: GSV (2022).

- (xi) ainda na mais alta gradação de acessibilidade, há ruas (Figura 39 e Figura 40) que se apresentam como rodovias e, por isso, possuem maior largura. Predominam edifícios

em altura de 4 a até 8 pavimentos tendo, a maioria, no térreo, usos não residenciais. Além das tipologias de uso misto, ocorrem tipologias de baixa altura, do tipo pavilhão inserido em lotes de maiores dimensões, exclusivamente de usos comerciais e de serviços. E há maior presença de pedestres e veículos em relação às ruas inseridas no mesmo nível de ocorrência da Vitalidade Urbana.

Figura 39: (1082) Faixa Nova / RSC287
(Camobi).



Fonte: GSV (2022).

Figura 40: (1140) Faixa Velha / ERS509
(Camobi).



Fonte: GSV (2022).

A definição das unidades de análise para amostragem e coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana foi procedida tendo a premissa que as linhas de diferentes cores, dadas pelo *output* sintático a partir dos algoritmos empregados para o cálculo das distintas propriedades do sistema urbano, parecem ser coerentes no sentido de demonstrar, via mapa pela gradação do espectro de cores, que há a presença de uma série de elementos construídos também evidenciando, naquela rua/área, a ocorrência ou ausência de Vitalidade Urbana.

Um passeio exploratório visual foi realizado pelas ruas/áreas da cidade de Santa Maria (RS), identificando, pelas imagens tomadas via GSV, que as descrições configuracionais nas diferentes partes do sistema urbano são também acompanhadas pela distribuição espacial diferenciada dos diferentes elementos constituintes da forma urbana.

3.4.1 Sobre descrição do sistema de ruas e modelagem sintática

A matriz do espaço público da rua abordada enquanto rede, ou seja, tratada como um componente configuracional do sistema urbano, influencia no tipo de descrição da célula espacial. Há, por exemplo, a individuação da rede de ruas por axialidade e por conectividade. Pela descrição por axialidade, “o sistema de espaços públicos de uma cidade pode ser descrito pela menor quantidade de possível de linhas retas necessárias para percorrer a totalidade de suas

vias públicas” (Krafta, 2014, p. 141). Ainda que seja suscetível a variações devido à escala de observação, permite facilmente identificar a configuração do sistema pelas “unidades espaciais dominantes por extensão e conectividade, bem como eventuais descontinuidades e gargalos” (Krafta, 2014, p. 142).

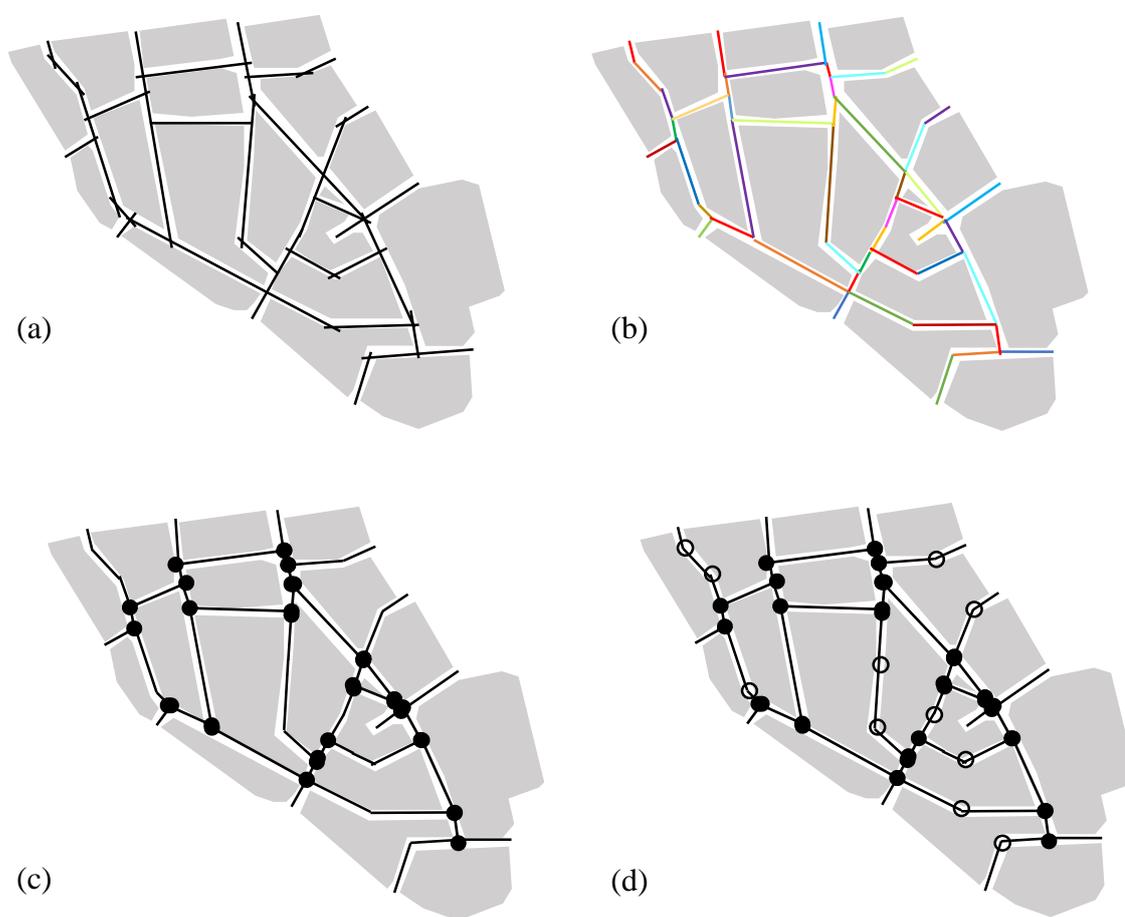
Pela descrição por conectividade, “uma unidade de espaço é uma extensão de via limitada por duas interseções consecutivas, ou uma interseção e uma extremidade”, e as unidades resultantes denominam-se trechos (Krafta, 2014, p. 145). As vantagens recaem no fato de que “as unidades são menores do que linhas ou ruas, minimizando as discrepâncias relativas à extensão das unidades espaciais e consequentes relações entre elas” (Krafta, 2014, p. 146). Além disto, como para cada unidade espacial associam-se o movimento de pessoas e veículos, ou seja, fluxos de entrada e de saída, também minimizariam as distorções das variações ao longo da extensão e dos demais elementos urbanos que lhe são adjacentes.

A proposta do método sintático de análise é descrever e medir quantitativamente a variação contínua na continuidade espacial da malha urbana por meio de um conjunto de elementos não arbitrários. O espaço é considerado nos termos das propriedades abstratas de natureza geográfica e topológica, ainda que os termos geométricos estejam subjacentes, são os padrões locais e relacionais a serem compreendidos sem que o sistema seja visível em sua totalidade. Os espaços abertos são traduzidos através de linhas axiais, sendo constituídos pelo menor número de retas que passam por cada espaço aberto. Cada linha tem duas propriedades, a visibilidade - até onde se pode ver - e a permeabilidade - até onde se pode caminhar. Como consequência, o mapa axial é um registro preciso do menor conjunto de linhas de visão e de acesso mais longas e mais retas que cobrem o sistema público de espaço aberto de uma cidade (Hillier *et al.*, 1983; Hillier e Hanson, 1984).

Para realizar a modelagem axial, a rede de espaços públicos é sintetizada pelas unidades de análise (Figura 41(a)). A partir do mapa de linhas axiais, as propriedades espaciais do sistema são medidas utilizando como referência a distância topológica e a conexão entre as linhas axiais (Hillier e Hanson, 1984). Já na modelagem segmentada (Turner, 2001), as linhas axiais são seccionadas em segmentos (Figura 41(b)), constituindo nova unidade de análise definida como a seção que se encontra entre duas interseções de linhas axiais (Hillier e Iida, 2005). Diferentemente do mapa axial onde todas as mudanças de direção são calculadas com o mesmo peso, independentemente do ângulo formado entre as linhas, o mapa segmentado possibilita a análise angular ponderada das mudanças de direção em função do ângulo em que ocorrem. Se dois segmentos têm um ângulo de 180° entre si, o peso atribuído é zero, se formam um ângulo de 90°, atribui-se peso máximo. No processamento do mapa segmentado, as mudanças de

direção são computadas recompensando a maior sequência de linhas retas entre os segmentos e sobressaem os caminhos com menor desvio angular do sistema. Por considerar a ideia de que o pedestre desloca-se entre dois pontos, escolhendo uma rota com as mínimas mudanças de direção, além da que resulte nos caminhos mais curtos, contínuos e diretos (Hillier e Iida, 2005; Turner, 2001), seriam os com maior potencial de uso (Al-Sayed *et al.*, 2014).

Figura 41: Representação de um sistema urbano, composto por linhas axiais (a), linhas axiais segmentadas (b), trechos ou segmentos de via unidos por nós viários (c) e segmentos de linha unidos por nós de linhas (d).



Fonte: adaptação de Peponis *et al.* (2008).

Estes modos de descrever os artefatos urbanos e arquitetônicos buscam aproximar-se de como os indivíduos apreendem e entendem cognitivamente os espaços, suas relações com o todo e como por eles navegam. Mas a linha axial, justo como unidade de análise, tem suscitado críticas. O mapa de linhas axiais é utilizado para o cálculo da distância direcional entre diferentes localizações no sistema urbano. Associado à técnica, há uma definição genérica de todas as localizações potenciais no sistema urbano. Ou seja, na distância direcional qualquer

localização em uma linha, ou qualquer localização em uma rua representada por uma linha, é reduzida à distância direcional entre as linhas a ela associadas e medida em unidades de linhas percorridas no caminho de uma para outra. “As linhas são, portanto, unidades de análise e unidades de processamento da análise”⁷⁷ (Peponis *et al.*, 2008, p. 890, tradução nossa). No caso de linhas muito longas, estas não necessariamente correspondem a unidades de espaço perceptivamente disponíveis, sobretudo quando atravessam a malha urbana apesar das significativas mudanças morfológicas (Steadman, 2004). A linha axial também “não permite interpretar as diferenças que surgem ao longo do seu comprimento, (...) um problema não enfrentado pelas representações de nó e *link* típicas em SIG”⁷⁸ (Peponis *et al.*, 2008, p. 890, tradução nossa).

Neste ínterim, há, ainda, a partir da descrição por conectividade do sistema de urbano, como medir o potencial de alcance das ruas (Peponis *et al.*, 2007, Peponis *et al.*, 2008 e Ozbil *et al.*, 2011). Esta propriedade é capaz de captar as distinções tipológicas da forma urbana, especialmente na matriz referente ao espaço público, a fim de possibilitar a identificação dos diferentes *layouts* da rede de ruas, ora de discriminar, individualmente, cada segmento de rua. O total de comprimento de rua que pode ser alcançado a partir de uma determinada origem dentro de um limite especificado, é captado pelas três medidas de alcance, métrica, direcional e combinada métrica-direcional, propostas por Peponis *et al.* (2008). Trata-se do “potencial urbano” associado a um determinado local. Como mover-se pela cidade exige esforço cognitivo, a quantidade total e a distância média até os destinos potenciais ao nosso alcance sustentam a nossa experiência urbana (Feng e Zhang, 2019). As medidas de alcance medem, portanto, a conectividade viária ou densidade de ruas e variam por segmento viário e, assim, sendo capazes de distinguir as condições locais.

A unidade de análise é decorrente de um mapa de trechos composto, portanto, por segmentos de via (Figura 41(c) e Figura 41(d)). Parte-se das representações gráficas em SIG das redes de rua, no caso dos mapas de logradouros, porém, para a posterior análise, as múltiplas linhas que compõem cada segmento de via são divididas nas suas junções, ou seja, quebradas nos vértices, originando diferentes nós, distinguidos entre nós viários, representativos dos cruzamentos entre vias, e nós de linhas, representativos do ponto em comum no qual duas linhas consecutivas encontram-se. Isto significa que um segmento de via consiste em um ou mais segmentos de linha reta (Peponis *et al.*, 2008). Não se trata do mapa axial segmentado, pois a

⁷⁷ *The lines, therefore, are both units of analysis and units of computation.* (Peponis *et al.*, 2008, p. 890)

⁷⁸ (...) *we cannot interpret differences which arise along its length, (...) a problem which would not arise with the node-link representations which are typical in GIS.* (Peponis *et al.*, 2008, p. 890)

unidade de análise é o segmento de linha associado ao seu ponto médio, no caso, o seu centro ou o *centerline*. Peponis *et al.* (2008) argumentou sobre a unidade de análise apropriada ser o segmento de via, ou trecho, uma vez que são nas interseções das vias onde escolhemos distintos caminhos ou trajetos, além de possibilitar definir a face de um quarteirão, em um ou ambos os lados do segmento de via. Diferentemente de Feng e Zhang (2019), ao introduzir a diferença na representação gráfica, baseada no segmento de linha, e apresentar os algoritmos desenvolvidos para as análises das medidas de alcance.

No modelo axial, efetivamente desenhado de forma mais simplificada, importa para a análise que cada linha represente um passo topológico independentemente do desvio angular. Como a interpretação de permeabilidades pode variar, os resultados das medidas axiais e angulares são afetados. Mas é necessário pontuar que o processo de desenho manual de linhas axiais difere da obtenção automatizada de *road centre lines* (RCL) via, por exemplo, *Open Street Maps* (OSM). Por outro lado, Turner (2007) destacou a eficácia de desenvolver análise angular de segmentos com RCL, apesar da maior quantidade e da menor dimensão das entidades espaciais impactarem os valores das medidas.

Considerando o modo de representação do sistema urbano, via mapa axial e o deste decorrente, mapa segmentado, além do mapa de trechos, disponibilizado via *shapefile* de logradouros, esta tese empregou ambas para a obtenção das variáveis sintáticas. E as variáveis sintáticas foram tabuladas de acordo com a unidade de análise a que fazem referência. A partir das linhas axiais de Maciel (2018), houve atualização a partir de imagem de satélite de 2021 do *Bing Maps*. Quando o modelo axial foi transformado no de segmentos, optou-se pela remoção das sobreposições nos cruzamentos de até 40% do comprimento total da linha. A partir do mapa de trechos disponibilizado pelo IPLAN/SM, sem proceder a qualquer simplificação das polilinhas, mantiveram-se as informações dos logradouros utilizados para os vínculos de dados do cadastro imobiliário. Portanto, na representação estão basicamente fidedignos a geometria do eixo da faixa de rolamento e inclusos os traçados de rotatórias e as divisões de vias paralelas separadas por barreiras físicas, como canteiros.

3.4.2 Unidade de análise para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana

Tendo em vista as ponderações sobre a descrição do sistema urbano para as análises sintáticas e as hipóteses de pesquisa pelos elementos a afetar a Vitalidade Urbana, foram considerados os vínculos espaciais da rua com os lotes e a forma construída para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana. Entendeu-se que a unidade de análise, o trecho,

mostrava-se mais adequada tanto para a coleta de dados de componentes morfológicos quanto por possibilitar aferir a Vitalidade Urbana, precisamente vinculada ao grão do quarteirão, evitando interpretações ou distorções das mudanças ao longo de linhas axiais ou linhas segmentadas.

A unidade de análise, dada pelo trecho, está contemplada pelas unidades de análise das modelagens sintáticas axiais, angulares e de alcance. Trata-se de unidades integralmente inseridas no intervalo entre o cruzamento de vias ou entre um cruzamento e a extremidade de uma rua sem saída. Ou seja, correspondendo assim à delimitação de uma face ou ambas faces de quarteirões lindeiros ao trecho. Portanto, inflexões de rua, situadas em um quarteirão, pertencem a um mesmo trecho, e, no caso de lotes situados em esquinas, consideraram-se, como vínculo, ambos os trechos de adjacência. Isso garantiu que a atribuição dos lotes vinculados à unidade não dependesse de uma interpretação subjetiva, mas sim fosse precisa e pormenorizada pela relação inequívoca entre os elementos urbanos associados por adjacência.

Já para a seleção das unidades de amostragem, procedeu-se à estratificação em 10 classes de acessibilidade, dada pela medida de integração angular local de raio métrico 1000m, observando-se a distribuição proporcional ao total de segmentos, por faixa, em cada área de estudo. No sistema urbano de Santa Maria, foram computadas 4.147 linhas no mapa axial, 8.906 linhas no mapa segmentado e 10.123 linhas integrantes do mapa de trechos. No entanto, para a definição da amostra não foi adotado o mapa de trechos visto o nível de informações representar todas as linhas possíveis ao movimento desenvolvido nas faixas de rolamento, e não a simplificação unitária da matriz do espaço público da rua entre quarteirões.

Tomando a delimitação das áreas oeste, central e leste, foram computadas 3.249 linhas segmentadas pertencentes às gradações de acessibilidade entre as faixas 10 e 4, excluindo-se as faixas 3, 2 e 1, pois não há segmentos dessa gradação nas áreas de estudo. Considerando 10% como parâmetro de amostragem, resultaram 325 trechos, com um mínimo de 47 para cada uma das 7 faixas de acessibilidade (Tabela 1).

Para determinar a quantidade mínima de unidades de amostragem, tomou-se o total de segmentos e calculou-se a distribuição em cada área de estudo. Por exemplo, na faixa 10, há 112 segmentos, dos quais 63 estão inseridos na área Oeste, representando 56,25%, 43 na área Central, representando 38,39% e 6 na área Leste, representando 5,35%. Assim, dos 47 trechos mínimos, 27 correspondem à área Oeste, 18 à área Central, e 3 à área Leste, perfazendo um total de 54 trechos selecionados para a coleta de dados na faixa 10.

Tabela 1: Distribuição da amostragem por faixa de acessibilidade para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana.

Faixa de Acessibilidade	Áreas de estudo									Total segmentos	Total trechos selecionados
	OESTE			CENTRAL			LESTE				
	Total	Mín.	Selecionado	Total	Mín.	Selecionado	Total	Mín.	Selecionado		
10 (202-283)	63	27	29	43	18	21	6	3	4	112	54
9 (167-202)	216	26	33	146	18	25	27	4	5	389	63
8 (142-167)	280	21	25	283	22	27	66	5	7	629	59
7 (120-142)	237	17	17	317	23	30	102	8	8	656	55
6 (101-120)	216	16	17	304	23	26	118	9	10	638	53
5 (82-101)	156	16	18	215	22	22	97	10	12	468	52
4 (63-82)	79	11	11	120	16	16	158	21	26	357	53

Fonte: a autora.

Como critério para a seleção dos trechos como segmentos equivalentes à unidade espacial representando a rua, foram observadas:

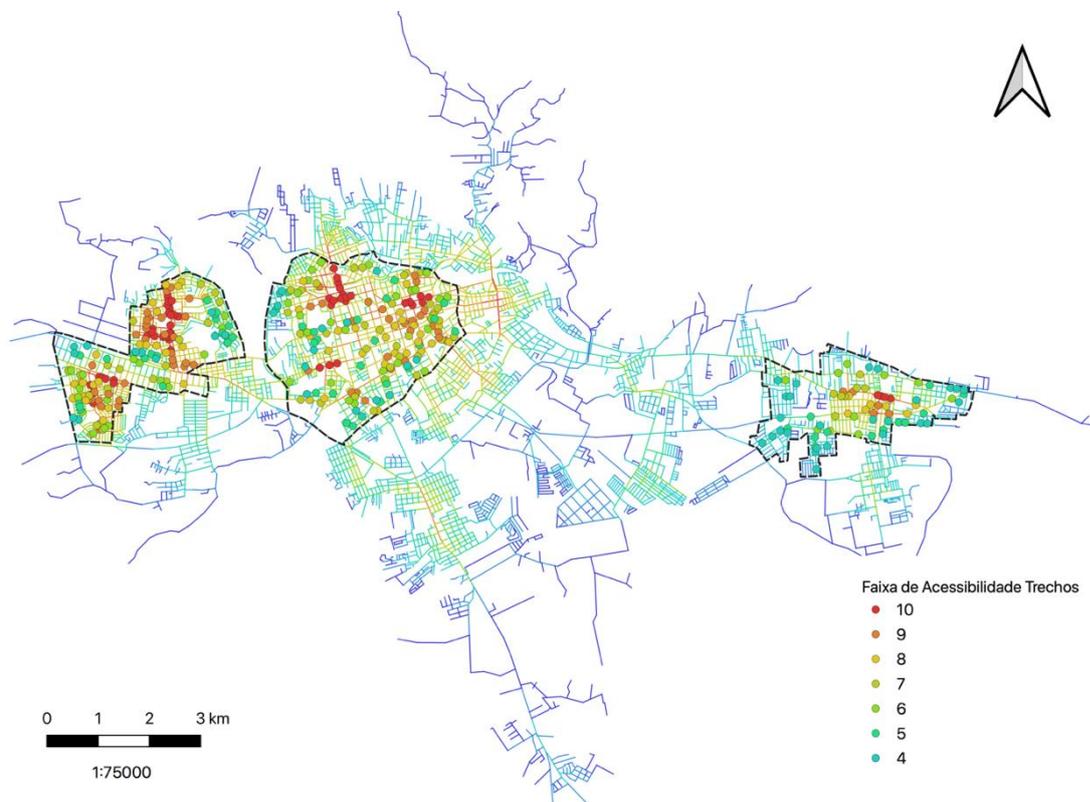
- (i) a configuração espacial das áreas de estudo, permitindo, pela análise da medida de integração local, a identificação das linhas axiais sintaticamente estruturadoras das partes do sistema - as *core lines* e *live centre lines* das áreas de estudos - e nas quais, potencialmente, se desenvolveriam os processos de centralidade e, conseqüentemente, a Vitalidade Urbana;
- (ii) a inserção das unidades em diferentes faixas de densidade populacional. Para tanto, segundo informações demográficas (Ibge, 2010), os dados de moradores em domicílios particulares permanentes ou da população residente em domicílios particulares permanentes foram utilizadas como base de cálculo para a densidade demográfica do setor censitário. Após, atribuiu-se a densidade de habitantes por quarteirão, considerando a inserção deste(s) no(s) setor(es) censitário(s), classificando-a em três classes, a saber: baixa, de 1 a 46 hab/ha, média, de 46 a 96 hab/ha e alta, de 96 a 233 hab/ha. Como os setores censitários têm delimitação que considera a rua, por vezes cada trecho apresentou interface com quadras inseridas em diferentes faixas de densidade habitacional. Sendo assim, foi estabelecida assinalar a relação do trecho com a densidade habitacional em alta-alta, alta-média, alta-baixa, média-média, média-baixa e baixa-baixa;
- (iii) a disponibilização, nas unidades de análise, de imagens captadas via GSV, de pelo

menos 3 anos diferentes, no intervalo entre 2022 a 2011;

- (iv) quando da incidência, sobre um mesmo trecho, de mais de uma unidade de análise referente a cada uma das modelagens sintáticas, adotou-se o valor médio das medidas axiais, angulares e de alcance.

Por fim, a distribuição espacial dos trechos selecionados para a coleta de dados nas áreas oeste, central e leste está ilustrada na Figura 42.

Figura 42: Seleção das unidades de análise de acordo com a faixa de acessibilidade para a coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana e da forma urbana.



Fonte: a autora.

3.5 COLETA DE DADOS DESCRITIVOS DA VITALIDADE URBANA

3.5.1 Variável padrão de movimento de veículos e de presença de pessoas

As técnicas desenvolvidas para observação e contagem dependem do propósito da coleta. O método do portal (*gate count*) é adequado para registrar observações de pessoas ou veículos em movimento, mas não para pessoas ou veículos parados. Para a coleta, deve-se

escolher uma variedade de espaços, desde bem usados, moderadamente usados a pouco usados, dentro e ao redor da área de estudo. E, no mínimo, tem de haver 25 posições de portais de contagem nas quais várias rodadas de observação devem ser realizadas em diferentes momentos do dia. Nos pontos de observação adotados, o pesquisador mantém-se parado e traça uma linha imaginária perpendicular à rua. É importante frisar que as pessoas ou veículos que estão no espaço da rua, mas ainda não cruzaram a linha, não sejam contabilizados. Assim, somente os pedestres e os veículos a perpassar por esta linha imaginária é que são contados durante um intervalo de tempo de, geralmente, 2,5 minutos para áreas com altas taxas de movimento (áreas centrais) ou 5 minutos para áreas com baixas taxas de movimento (áreas periféricas) (Vaughan e Grajewski, 2001).

O método dos instantâneos estáticos (*static snapshots*) pode ser utilizado para o registro do padrão de atividades estacionárias ou de movimento de pedestres em espaços livres. O método pode ser usado para registrar atividades estacionárias e em movimento, mas não é adequado para observar veículos em movimento, embora possa ser usado para registrar veículos estacionados. O procedimento depende da elaboração de um percurso que abarque todos os espaços a serem observados, por isso, em grandes áreas ou com impedimentos visuais, subdivisões devem ser realizadas. Assim, o observador caminha de espaço em espaço e tira um instantâneo ou fotografia mental precisamente no momento em que o espaço foi observado. Esse instantâneo passa a ser registrado, com a codificação gráfica conforme as categorias de atividades, podendo ser em pé, sentado, andando, ou até mesmo grupos de pessoas conversando e direções de movimento. Quanto à precisão do método, em áreas de grande movimento, a precisão estimada é de cerca de 75%, enquanto em áreas de baixo movimento pode chegar a 100% (Vaughan e Grajewski, 2001).

O método difundido pela sintaxe espacial é a contagem em movimento proposta por Hillier *et al.* (1993, p. 42, tradução livre). Trata-se de uma técnica de observação na qual o observador caminha a cerca de 5,5 km/h ao longo de rotas selecionadas, contando os pedestres que passam por ele em sentido contrário ou que estão parados. Estas rotas são observadas entre vinte e trinta vezes, procurando cobrir todos os horários do dia, reunindo números aproximadamente iguais de observações em cada um dos cinco períodos de tempo padrão: 8h às 10h, 10h às 12h, 12h às 14h, 14h às 16h e 16h às 18h.

Hillier *et al.* (1993), todavia, recomendam que as observações sejam conduzidas sob as mesmas condições climáticas, pois as atividades estacionárias podem ser afetadas consideravelmente por fatores como temperatura, vento e nebulosidade. A taxa de movimento de pedestres para cada linha, ou seja, o número médio de adultos que passaram para todos os

períodos de observação, pode ser padronizada pelo comprimento da linha observada, considerando o número de pessoas por cem metros percorridos, o que se aproxima da taxa por minuto de caminhada (genericamente, para ruas residenciais, cerca de 2,7 pessoas por cem metros por minuto (phm/min)).

Metha (2013), a partir da técnica de caminhadas e observações diretas cronometradas, previamente empregou estudos pilotos para posteriormente definir o protocolo de pesquisa adequado. As observações fruto das caminhadas de passagem foram usadas para elaborar mapeamento comportamental fruto do registro da localização, do número de pessoas e da identificação das atividades que realizavam. Já as observações diretas foram empregadas para registrar o tempo de permanência das pessoas nos vários segmentos de quarteirão. Cada unidade de análise, no caso do segmento de rua junto a um dos lados do quarteirão, foi inicialmente dividida em segmentos de 30 metros de comprimento, e cada observação durou 30 minutos. Ao longo da extensão do segmento de análise, o autor percebeu que o pesquisador podia registrar observações dentro de um alcance de até 45 metros. No entanto, para diferentes quarteirões havia uma variação significativa entre as características e os níveis de atividade dentro de um mesmo segmento de extensão. Ou seja, as partes mais ativas do quarteirão ajudaram a determinar o tamanho ideal para o segmento do quarteirão como sendo de 15 a 18 metros o ideal para observação. E a tarefa de registrar todas as informações durante trinta minutos causava cansaço ao observador, o que comprometeria a qualidade dos dados coletados. Assim, o tempo de observação foi reduzido para quinze minutos.

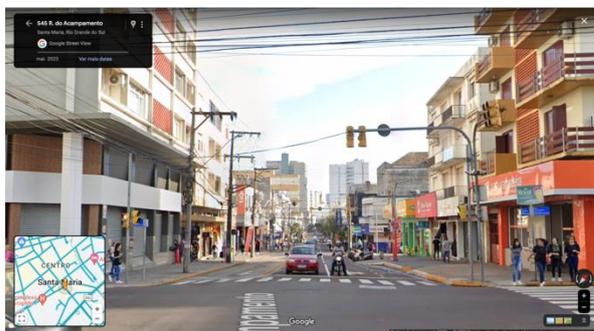
Para a coleta desta pesquisa, utilizou-se o entendimento dos métodos acima descritos, isto a fim de adaptar um procedimento, a partir da fonte dos dados, para a contagem do movimento de veículos nas faixas de rolamento e da presença de pessoas nas calçadas, com base em imagens recolhidas via *Google Street View* (GSV). Também foram avaliados os encaminhamentos adotados nos estudos de caso. Em vista do reconhecimento das diferenças entre as áreas sob análise, Ozbil *et al.* (2011) empregaram, concomitantemente, as técnicas do portal de contagem e do observador em movimento. Isto porque as áreas residenciais dispersas exigiriam ou demandariam aos pesquisadores longas caminhadas entre os pontos de coleta enquanto áreas centrais ou centralidades de bairros seriam mais facilmente “alcançáveis” em termos de distâncias percorráveis a pé. E Maas (1984) e Sulis *et al.* (2018) que incluíram uma abordagem de continuidade temporal para calcular a Vitalidade Urbana. Esta relação dos dados considerados numa escala de variação temporal fica evidente quando as técnicas acima indicam realizar os levantamentos numa série de intervalos horários, cobrindo amplamente a ocorrência de fluxos nas durações dos diferentes períodos do dia. Assim, abrange-se tanto a intensidade

dos fluxos quanto a variabilidade, considerando a suscetibilidade a situações de pico.

No entanto, nos dados coletados via GSV não é possível estabelecer um protocolo que considere os períodos diários, já que a informação de captura disponibiliza apenas o mês. Por outro lado, houve sim como alargar a escala temporal para uma variação anual. Ao garantir o horizonte da ocorrência da descrição da Vitalidade Urbana a partir do movimento de veículos e presença de pessoas, as variações de continuidade foram contempladas pelo somatório da contagem em relação ao número de imagens, nos diferentes anos, observadas.

Para a coleta de dados, adotou-se estabelecer pontos de observação para a contagem próximos aos cruzamentos e no meio do quarteirão, sempre que sua extensão não viabilizasse o enquadramento total do trecho a partir dos cruzamentos, bem como a devida quantificação das informações de pessoas e veículos. Nos cruzamentos, os enquadramentos das imagens foram feitos no sentido da extensão do trecho (Figura 43 e Figura 44), garantindo que ambas as imagens fossem captadas no mesmo mês e ano. Quando no meio do quarteirão, os enquadramentos das imagens foram direcionados para os lados opostos do trecho, isto é, em direção aos cruzamentos. Como as imagens disponibilizadas no GSV são resultantes de uma visualização em 360°, e as inúmeras fotos coletadas são combinadas panoramicamente, aproveitou-se desse *tour virtual* para efetuar aproximações (*zoom in*) e afastamentos (*zoom out*), bem como movimentar-se ao longo do percurso. No entanto, também foi preciso certificar-se de não duplicar as informações contidas ao longo de um percurso.

Figura 43: Trecho Rua do Acampamento - ponto de coleta no cruzamento junto à Rua José Bonifácio.



Fonte: GSV (2022).

Figura 44: Trecho Rua do Acampamento - ponto de coleta no cruzamento junto à Rua Pinheiro Machado.



Fonte: GSV (2022).

Este procedimento visou alcançar e observar a extensão total de cada trecho, realizando a contagem do padrão de movimento e presença. Com relação às pessoas, foram considerados os ciclistas e os pedestres, inclusive crianças, excluindo apenas as de colo, em ambas as

calçadas, independentemente do sentido do deslocamento e da atividade realizada. Não foram excluídas as pessoas paradas em pontos de ônibus, pelo contrário, também computou-se a presença de pessoas junto a mobiliários, como bancos. Com relação aos veículos, foram considerados apenas aqueles posicionados nas faixas de rolamento, excluindo-se os parados nas vagas de estacionamento.

Em cada trecho, para o padrão de movimento de veículos e presença de pessoas, efetuou-se o somatório dos dados nos pontos de coleta para cada ano de captação da imagem, e, posteriormente, calculou-se a média, dividindo o somatório total pelo número de imagens ou anos de observação. Por fim, os dados foram padronizados separadamente, para pessoas e veículos, pela média por cada 100m do comprimento do trecho.

3.5.2 Variável atratores urbanos: atividades econômicas em geral ou usos não residenciais

A listagem das atividades econômicas do município de Santa Maria, fornecida pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo (SMDET) em 2022, continha a categorização conforme o tipo, se indústria, comércio, prestação de serviço e profissionais autônomos, e apresentava informações referentes ao número de cadastro, razão social e nome fantasia, CPF/CNPJ, e o endereço (rua, número, complemento e bairro). A partir do complemento MMQGIS (*plugin Geocode CSV with Google/OpenStreetMap*), a geocodificação foi a ferramenta responsável pela conversão da tabela de dados em coordenadas de pontos. Assim, identificou-se espacialmente cada atividade econômica pela localização cadastrada no órgão público. Empregando o *plugin NNJoin*, houve um procedimento de união dos vetores de geometria de pontos com os vetores de linhas mais próximas representativas da rede de ruas, então indicando sobre quais as referências do sistema espacial as atividades econômicas estariam vinculadas.

A título de conferência, com a ferramenta de distância para o ponto central mais próximo, *hubs* foram gerados tendo como origem os pontos das atividades econômicas e como destino, considerando a menor distância, o centro dos vetores de linhas do mapa segmentado (neste caso, foi utilizado a conversão no *Depthmap*, a partir do mapa axial). No entanto, procedeu-se à conferência do processo de automatização via geocodificação e notou-se restrições, uma vez que a precisão dos resultados foi afetada tanto pela qualidade da base de dados quanto pelos métodos de interpolação utilizados pela ferramenta. Para exemplificação, do total de 3.183 atividades comerciais cadastradas, 2.540 foram geocodificadas (79,79%), e

do total de 8.197 atividades de prestação de serviços cadastradas, 6.394 foram geocodificadas (78%). Além disso, a localização dos pontos não necessariamente equivalia ao exato trecho de rua informado na coluna do endereço de contribuintes. Esses erros, devido à imprecisão, afetariam o cômputo de quais atratores efetivamente estariam vinculados a cada unidade de análise, o que levou à desconsideração desse modo de coleta de dados.

Então, os atratores urbanos foram levantados via GSV, considerando apenas imagens captadas em 2022, e contabilizados em unidades. Como os dados do *shapefile* de edificações cedidos pelo Instituto de planejamento de Santa Maria (IPLAN/SM) não discriminarem a área por economia ou por pavimento, apenas a área total construída e o total de unidades, optou-se por computar a incidência de atratores ao nível da rua. Primeiramente, entende-se por nível da rua os usos e, por conseguinte, as unidades das edificações que se conectam diretamente ao espaço público, desconsiderando, portanto, as unidades localizadas nos subsolos ou nos pavimentos acima do pavimento térreo. Cabe frisar que, a considerar o nível da rua, não se levou em conta a existência de escadas ou rampas de acesso ao lote ou às unidades. Trata-se de convenção por maior proximidade à rua ou como extensão à rua, quantificando-se os usos não residenciais ou as atividades econômicas.

A fim de reconhecer os usos não residenciais nos lotes, recorreu-se à Classificação Nacional de Atividades Econômicas⁷⁹ (CNAE), pois a definição das unidades de atratores urbanos aqui empregada acompanha a classificação conforme a produção, mas independe do tipo de propriedade, da natureza jurídica, do tamanho do negócio e modo de operação. E inclusive também não distingue entre atividade formal e informal ou entre produção legal e ilegal. Mesmo que importe para a classificação da atividade desenvolvida, a categorização quanto à similaridade de funções produtivas (insumos, tecnologia, processos) e, em alguns casos, quanto às características dos bens e serviços ou, ainda, à finalidade de uso dos bens e serviços, a CNAE serve a todos os tipos de unidades engajadas na produção de bens e serviços, independentemente de estruturas legais, institucionais ou organizacionais.

A partir da identificação dos usos não residenciais junto ao lotes vinculados às unidades de análise do trecho de rua, foram computados, como unidades:

- (i) os lotes destinados às atividades econômicas em geral, tais como comércio (varejista e por atacado, incluso reparação de veículos automotores e motocicletas), serviços (alojamento e alimentação, finanças e seguros, atividades imobiliárias, profissionais

⁷⁹ Versão 2.0. Disponível em:

<https://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&chave=&tipo=cnae&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0>. Acesso em: 3 jul. 2023.

exercendo atividades jurídicas, de contabilidade, arquitetura e engenharia, publicidade, serviço veterinário, entre outros, atividades administrativas, de educação, de saúde e assistência social e atividades artísticas e culturais) e indústrias;

- (ii) os lotes destinados às atividades esportivas, recreação e lazer, no caso das praças e parques;
- (iii) os lotes destinados às atividades com caráter de infraestrutura, como as estações de captação, tratamento e distribuição de água e de esgoto (ETAs e ETEs), as estações de coleta, tratamento e disposição de resíduos, às atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, de transmissão, emissão ou recepção referente às telecomunicações, transportes em geral, cemitérios, etc.

Lotes ocupados por edifícios de múltiplos andares, o total de unidades corresponde ao total de unidades ocupadas por atividades econômicas no térreo da edificação. Após a tabulação, os dados foram agregados no total de unidades de atratores para cada trecho, e divididos considerando a padronização a cada 100 m do comprimento do trecho.

3.6 COLETA DE DADOS DESCRITIVOS DA FORMA URBANA

3.6.1 Variáveis das propriedades configuracionais

Foi utilizado o *software DepthmapX* 0.8.0, a partir das linhas axiais elaboradas por Maciel (2018) e atualizadas pela autora, para o processamento dos mapas axial e segmentado, e deles foram obtidas tanto as variáveis sintáticas axiais como as angulares. No *software* NRA, a partir do *shapefile* de logradouros, as variáveis sintáticas de alcance.

Para agrupar em uma mesma base espacial os valores das medidas sintáticas axiais e angulares à unidade de análise dada pelo trecho de rua, procedeu-se à união de atributos. Os valores das medidas sintáticas consideraram o vínculo de sobreposição entre as unidades espaciais. Se o trecho selecionado correspondia exatamente à uma linha axial ou à uma linha segmentada, o valor era o equivalente, ou seja, transporte. Se o trecho selecionado correspondia à mais de uma linha axial ou à mais de uma linha segmentada, o valor era fruto da média dos valores axiais ou angulares tomados para cada segmento sobreposto ao trecho. No caso das medidas de alcance, obtidas a partir do mapa de logradouros, visto as unidades de análise serem segmentos de linha, ou seja, menores que o trecho de rua, o valor atribuído obedecia a média dos valores de alcance de cada segmento justaposto ao trecho em questão.

3.6.2 Variáveis de caracterização dos elementos morfológicos

Para discriminar, em termos geométricos, os elementos morfológicos integrantes do espaço privado, no caso do lote e da forma construída, antes foi necessário atribuir uma classificação junto aos lotes informando o uso. No caso de lotes não edificadas, como os vazios ou os destinados a praças e parques, sinalizou-se essa condição. E para os lotes edificadas, foi analisada a tipologia nele inserida. A escolha por este procedimento considerou, no *shapefile* de lotes, a informação dos dados na tabela de atributos sobre o tipo de uso ser, independente da quantidade de economias integrantes da edificação ou de unidades edificadas no mesmo lote, restrita ao uso considerado como o principal ou o predominante, sendo os seguintes: se comercial, residencial, industrial, serviços, esporte/lazer, educação/cultura, religioso, saúde, estacionamento, sem uso ou não atribuído.

Adotou-se, para fins de análise, a noção de tipologia como um procedimento classificatório relativamente simples, porém simplificador. A partir de um amplo conjunto de objetos díspares, reduz-se esse grande número de objetos, tendo em vista atributos comuns. Ou seja, adota-se um número reduzido de classes ou categorias ao considerar um mesmo grupo de características compartilhadas pelos objetos. Assim, a classificação tipológica dá origem aos tipos, entendidos como “uma entidade virtual que representa um grupo de entidades concretas, as quais, apesar de outros muitos atributos, desconsiderados, que os diferenciam, possuem um mesmo grupo de atributos, considerados para a classificação, que os igualam” (Krafta, 2014, p. 40).

Valendo-se de uma classificação tipológica para o uso do solo, Aguiar (1991) empregou o conceito de espaço adaptado, que “permite a atribuição de uma dimensão física a cada categoria de uso do solo que, de outra forma, seria reduzida a conceitos estritos de 'atividade'. Não vem a ser o 'tipo de edifício', mas sim um entendimento mais flexível, porque permite que um conjunto de atividades seja considerado 'relacionado' a um determinado tipo de 'espaço adaptado', mas sem reduzir este caráter físico a uma tipologia de construção específica” (Aguiar, 1991, p. 100, tradução livre). Assim, foi proposta uma desagregação em dois diferentes grupos principais de atividades, produtivas e residenciais. As atividades produtivas contemplam as indústrias, as lojas em geral e, por fim, os escritórios. As atividades residenciais, as casas que comportam uma baixa densidade populacional, em oposição, os edifícios de apartamentos (as habitações coletivas), os edifícios de uso misto (habitações coletivas apresentando atividades produtivas no térreo) e as habitações subsidiadas ou financiadas pelo estado (edifícios em larga escala ou como unidades independentes).

Também Inda (2003), para averiguar como os dispositivos de controle para o parcelamento do solo e para as edificações prescritos nos planos diretores de Porto Alegre condicionaram as tipologias arquitetônicas no bairro Cidade Baixa, adotou os seguintes critérios para classificação: uso (residencial ou misto), número de economias (unifamiliar ou coletiva), altura (distância vertical entre o acesso e o piso do último pavimento), acesso (relação com o passeio público), circulação vertical (interna, escada comum, escada e elevador enclausurados e escada e elevador a prova de fumaça) e configuração no lote (alinhamento, recuos e afastamento). Assim as tipologias foram classificadas em quatro grupos básicos, os quais possibilitaram a constituição de um inventário tipo-morfológico.

No grupo 1, ficaram inseridas as tipologias prioritariamente residenciais até 3 pavimentos, com 1 ou 2 economias, acesso independente e circulação vertical interna. Os tipos inclusos foram o tipo A (casa térrea, porta e janela e com porão alto), o tipo B (sobrado em fita e sobrados com porão alto), o tipo C (sobrado geminado), o tipo D (casa térrea comercial) e o tipo E (sobrado comercial). No grupo 2, as tipologias prioritariamente residenciais de 3 até 5 pavimentos, edifício de apartamentos, acesso condominial e circulação vertical com escada comum. Os tipos inclusos foram o tipo F (edifício residencial baixo alinhado), o tipo G (edifício misto baixo alinhado), o tipo H (edifício residencial médio alinhado), o tipo I (edifício misto médio alinhado), o tipo J (edifício misto alto alinhado), o tipo K (edifício residencial baixo em pilotis) e o tipo I (torre residencial baixa em pilotis). No grupo 3, as tipologias prioritariamente residenciais de 6 até 11 pavimentos, edifício de apartamentos, acesso condominial, circulação vertical com escada enclausurada. Os tipos inclusos foram o tipo M (torre residencial média em pilotis), o tipo N (edifício residencial base + torre médio alinhado em pilotis), o tipo O (edifício misto base + torre médio alinhado em pilotis) e o tipo Q (edifício residencial base + torre médio afastado de uma divisa em pilotis). No grupo 4, tipologias prioritariamente residenciais acima de 12 pavimentos, edifício de apartamentos, acesso condominial, circulação vertical com escada à prova de fumaça. O tipo incluso foi o tipo P (edifício misto base + torre alto).

Nesta tese, por sua vez, pela observação de critérios arquitetônicos, como a volumetria dos edifícios e, em função da capacidade de comportar maiores ou menores densidades habitacionais e/ou abrigar uma ou mais atividades econômicas, os tipos clássicos pavilhão, barra e torre foram associados ao propósito funcional dos edifícios e lotes, resultando na seguinte proposta de tipologias funcionais:

- (i) se de uso misto: edifício misto em altura (com loja(s) no térreo e a partir de 5 pavimentos), edifício misto em baixa altura (com loja(s) no térreo e até 4 pavimentos) e

edifício de uso residencial e comércio e/ou prestação de serviços no térreo (até 2 de pavimentos);

- (ii) se de uso exclusivamente residencial: edifício residencial em altura (a partir de 3 pavimentos) e edifício residencial em baixa altura (até 2 pavimentos);
- (iii) se de uso não residencial: salas comerciais e/ou prestação de serviços em altura (a partir de 3 pavimentos), institucional (atividades de interesse coletivo, como escolas e creches, hospitais, igrejas/templos, centros comunitários entre outros), comercial e/ou prestação de serviços em baixa altura (até 2 pavimentos), industrial, militar e/ou infraestrutural e equipamentos como praças e parques urbanos.

Adotando como base o *shapefile* de lotes cedidos pelo IPLAN/SM em 2021 e a conferência via GSV, apenas em imagens captadas em 2022, os dados de classificação referentes à tipologia funcional foram atribuídos a cada lote. Para tanto, o seguinte procedimento foi adotado: a partir do tipo de uso informado na tabela de atributos, a função *replace* o copiou para uma nova coluna denominada como tipologia funcional. Então, para cada trecho das áreas delimitadas, houve a atribuição da classificação então adotada.

Para facilitar a posterior interpretação visual dos dados, lotes sem uso, ou seja, lotes vazios não edificadas, receberam o código 0 e a cor cinza-escuro; lote com tipologia de uso misto em altura (a partir de 5 pavimentos), cujo térreo apresenta loja no térreo ou sobreloja e moradias nos demais pavimentos, receberam o código T1 e a cor marrom-escuro; lote com tipologia de uso misto em baixa altura (até 4 pavimentos), cujo térreo apresenta loja no térreo ou sobreloja e moradias nos demais pavimentos, receberam o código T2 e a cor magenta; lote com tipologia de salas comerciais/de serviços em altura (a partir de 3 pavimentos), também com loja no térreo ou sobreloja, receberam o código T3 e a cor vermelha; lote com tipologia de uso institucional vinculada a equipamentos de cultura, saúde, educação, lazer/esportivos, religiosos, entre outros, ou, ainda, lote com tipologia inteiramente destinada ao uso comercial, prestação de serviços ou industrial, receberam o código T4 e a cor laranja; lote com tipologia de uso residencial e loja no térreo (até 2 pavimentos), receberam o código T45 e a cor rosa-claro; o lote com tipologia de uso residencial em altura (a partir de 3 pavimentos), receberam o código T5 e a cor amarelo-queimado; o lote com tipologia de uso residencial de baixa altura (até 2 pavimentos), receberam o código T6 e a cor amarelo-claro; lote com uso de caráter infraestrutural, receberam o código 7 e a cor azul; o lote destinado ao uso esportivo e de recreação e lazer a praças e parques urbanos, receberam o código 8 e a cor verde-claro.

Posteriormente, para computar as informações morfológicas dos lotes e das formas construídas, tomou-se o mapeamento de tipologias funcionais como base. Em seguida, para

cada unidade de análise, foram considerados os lotes vinculados em ambos os lados de cada trecho selecionado na amostragem, aferindo-se as características, em termos quantitativos, dos elementos da forma urbana.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Este capítulo apresenta as análises das áreas de estudos. A partir da realização dos procedimentos metodológicos, os resultados são apresentados. Para tanto, enquanto apoio, há figuras, via mapas e imagens, além de tabelas, no sentido oferecer o acompanhamento espacial, vinculando o nível da rua às propriedades da estrutura urbana, além de sumarizar alguns dados quantitativos relativos a elementos da forma urbana.

Primeiramente, desenvolveu-se a descrição das variáveis consideradas explicativas da Vitalidade Urbana. Dessa forma, os componentes e atributos configuracionais da forma urbana foram delineados a partir de análises sintáticas no *Depthmap* e no *Network Reach Analysis* (NRA). Já os componentes morfológicos da forma urbana, na figura do lote e da forma construída, foram associados à uma classificação tipológica vinculada à composição do uso do solo e, posteriormente, averiguada sobre a diversidade e a concentração destes elementos urbanos. Com relação aos componentes da Vitalidade Urbana, descritos por meio do padrão de movimento de veículos, de presença de pessoas e de ocorrência de atratores urbanos, estes foram abordados enquanto níveis de expressão, buscando uma relação com os demais componentes de análise.

As análises de regressão linear múltipla dos métodos 1 e 2, primeiramente envolveu testes do comportamento das variáveis de resposta ou de desfecho a cada variável, ou grupo de variáveis predictoras, integrante(s) do Método 1, isto para prospectar quais destas últimas seriam componentes da análise do Método 2. No Método 2, a partir do grupo de variáveis configuracionais com maior capacidade preditiva, foram adicionadas as variáveis morfológicas aos modelos de análise.

4.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA E DAS PROPRIEDADES ESPACIAIS DA FORMA URBANA

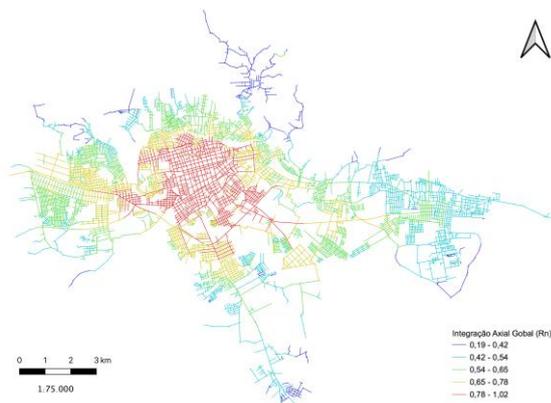
4.1.1 Análises sintáticas no *Depthmap* e no *Network Reach Analysis* (NRA)

Desde o ponto de vista das *características espaciais*, o foco deste item incide, em um primeiro momento, sobre a condição sistêmica dos espaços, ou seja, sua *configuração global* e, em um segundo momento, sobre a *configuração local* dos espaços constituintes. Realizou-se a análise sintática axial e segmentada a partir de modelagem axial e a análise sintática de alcance

métrico, direcional e métrico e direcional a partir de modelagem de trechos. Em todos os casos, os valores obtidos foram classificados em cinco classes pelo método *Jenks Natural Breaks*.

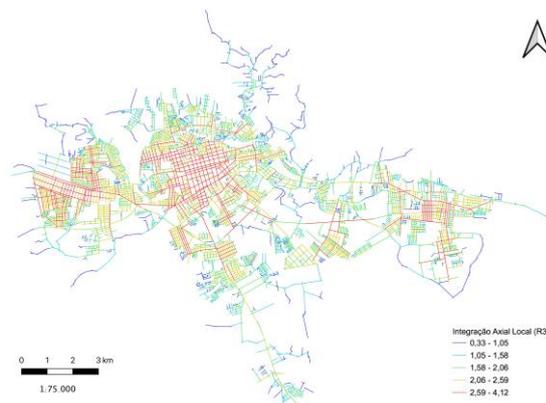
A partir da análise axial (Figura 45 e Figura 46), a gradação do ranqueamento de cores da medida de integração global revelou o núcleo sintático estruturador do sistema espacial. A abrangência dessa área central mostrou-se, especialmente a sul, coincidente com linhas axiais que, sequencialmente, “desenham” uma delimitação quase radial. Quando a restrição de distância foi aplicada, três núcleos estruturadores locais se distinguiram, um central, um ao oeste e outro ao leste.

Figura 45: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Integração global (R_n) a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.



Fonte: a autora.

Figura 46: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Integração local (R_3) a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.

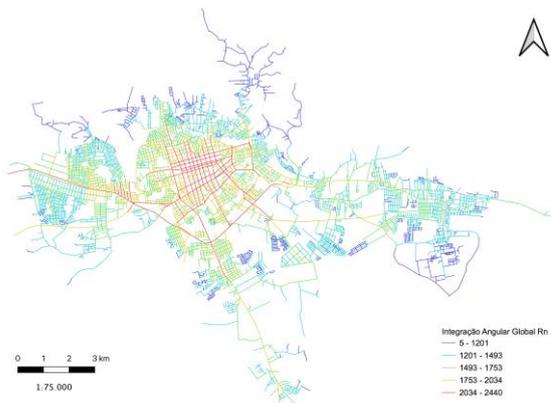


Fonte: a autora.

Para a análise segmentada (Figura 47 e Figura 48), verificou-se uma diferença nos núcleos estruturadores do sistema e de suas partes, evidenciada pela diminuição do número de linhas axiais graduadas com maiores valores de integração global e local. Além disso, o núcleo sintático global mostrou-se internamente permeado por gradações de linhas com valores intermediários de integração, enquanto os núcleos sintáticos locais apresentaram menor extensão ou continuidade das linhas de axiais de maior valor de integração, provavelmente devido à maior sensibilidade angular em função da segmentação do mapa axial.

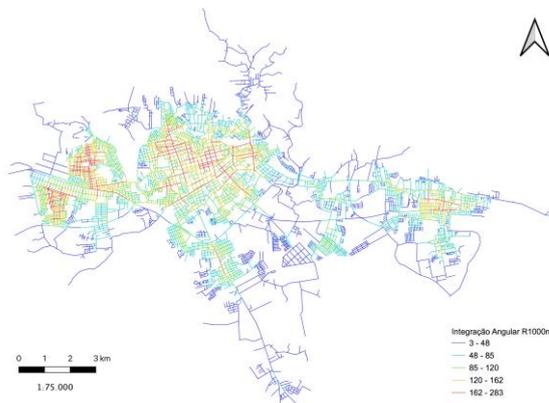
A partir da análise axial e segmentada, a medida de escolha (Figura 49 e Figura 50) revelou semelhanças para as linhas axiais com a maior gradação de valores. Verificou-se qual o sequenciamento de linhas com maior potencial de utilização para os deslocamentos de passagem e que promoveriam acessibilidade aos núcleos sintáticos locais.

Figura 47: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Integração angular global (R_n) a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.



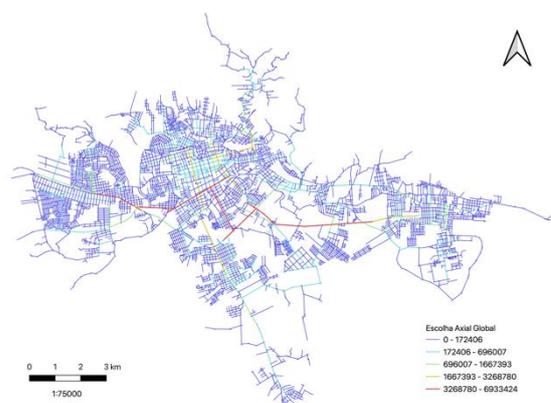
Fonte: a autora.

Figura 48: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Integração angular local (R_{1000m}) a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.



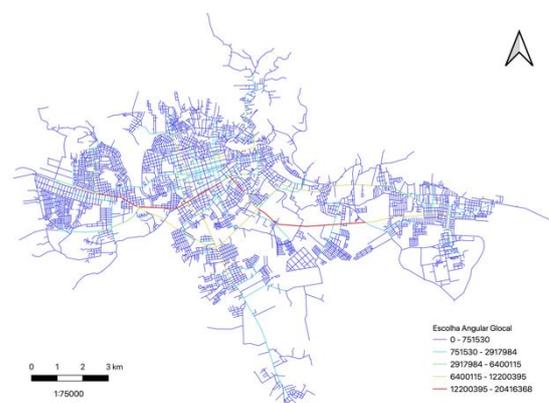
Fonte: a autora.

Figura 49: Mapa axial de Santa Maria com a medida de Escolha global a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.



Fonte: a autora.

Figura 50: Mapa segmentado de Santa Maria com a medida de Escolha angular global a partir de dados construídos sobre *Bing Maps* de 2021.



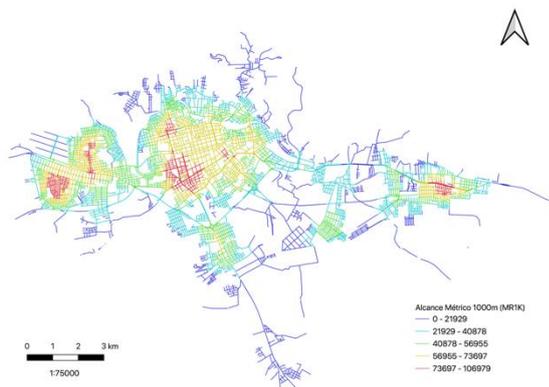
Fonte: a autora.

A partir da análise das propriedades de alcance do sistema urbano, a gradação dos dois intervalos com os valores mais altos da medida de alcance métrico com 1000m de limite de raio (Figura 51) evidenciou os três núcleos sintáticos demonstrados pelas análises axial e segmentada. Aí ficam os locais com a maior potencialidade de destinos. Porém, os segmentos de rua com os maiores valores potenciais de ruas alcançáveis dentro do raio estabelecido aparecem destacados internamente aos núcleos estruturadores. As distinções ficaram ressaltadas, principalmente, pelo menor grão dos quarteirões, pela tipologia de arranjo das ruas

distribuídas em grelha ou ao longo de eixos lineares quando se trata de avenidas e rodovias de maior largura subdividida em mais de uma faixa de rolamento.

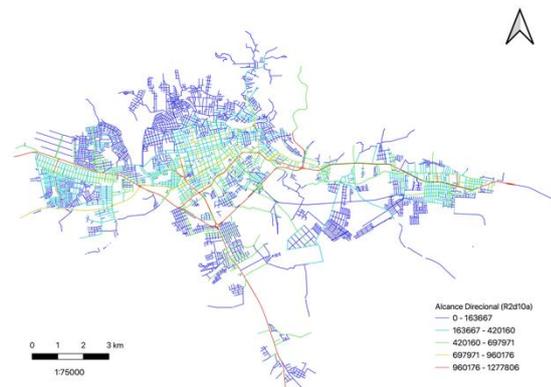
A medida de alcance direcional com restrição de distância de até 2 mudanças de direção e ângulo limite de 10° entre segmentos de linha (Figura 52) revelou os segmentos de rua que estruturam o sistema urbano. As vias mais acessíveis a partir de todas as origens da malha urbana desenvolvem-se de leste a oeste, o que já havia sido evidenciado nas análises axial e segmentada. Além disso, as vias a sul apresentaram uma gradação de hierarquia de alcance até então não demonstrada. Uma linearidade pode ser percebida a partir do sequenciamento de vias constituídas com os maiores valores de distância direcional, possibilitando a potencial distribuição dos deslocamentos entre os núcleos sintáticos.

Figura 51: Mapa Medida de Alcance Métrico com limite de raio de 1000m (MR1000m).



Fonte: a autora.

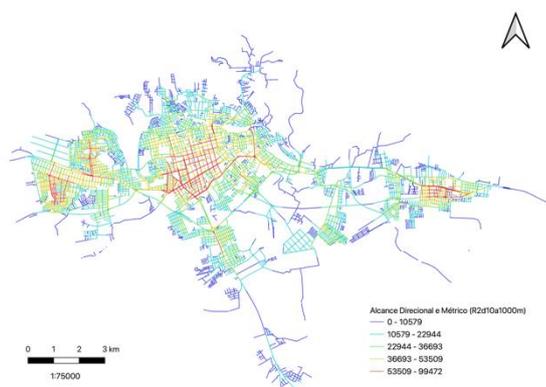
Figura 52: Mapa Medida de Alcance Direcional com limite de 2 passos topológicos de mudança de direção e ângulo limite de 10° (DR2d10a).



Fonte: a autora.

A medida de alcance métrico e direcional com restrição de distância de até 2 mudanças de direção, ângulo limite de 10° entre segmentos de linha e raio de 1000m (Figura 53) quantificou quais os segmentos de via do sistema urbano possuem os maiores valores de comprimento total das ruas alcançáveis considerando todas as origens do sistema urbano. O alcance métrico e direcional expôs os três núcleos sintáticos a leste, centro e oeste de maneira mais evidente, alinhando-se aos resultados obtidos pelas medidas de integração local das análises sintáticas axial e segmentada. Essa medida de alcance combinado, ao considerar tanto a densidade quanto o alinhamento entre as ruas, mostrou a distribuição de vias que estruturam as acessibilidades locais ou das partes do sistema urbano.

Figura 53: Mapa Medida de Alcance Métrico e Direcional com limite de 2 passos topológicos de mudança de direção, ângulo limite de 10° e limite de raio de 1000m (R2d10a1000).



Fonte: a autora.

4.1.2 Descrição da configuração espacial das áreas de estudo

Na Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4 são apresentados os valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas, isto a título de comparação entre os valores apresentados para o sistema urbano com um todo e para cada uma das áreas delimitadas.

Sobre as variáveis sintáticas axiais, os valores médios das medidas de integração global refletiram a diferença de hierarquia de centralidade na escala da cidade e permitiram a identificação do núcleo integrador. O valor médio da medida de integração local, que reflete a acessibilidade das partes do sistema urbano com até 3 passos topológicos de mudança de direção, foi comparativamente mais alto para a área Oeste (2,08) do que para a área Leste (1,85). A medida de escolha local seguiu o mesmo comportamento de diferença entre a área Oeste (97,34) e a área Leste (66,70). Por outro lado, para a área Leste (71826,10) foi maior o valor médio da medida de escolha global em relação à área Oeste (46162,90).

Tabela 2: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas axiais.

(continua)

		SANTA MARIA	ÁREA OESTE	ÁREA CENTRAL	ÁREA LESTE
Integração Rn	(Ax) Mín.	0,18	0,47	0,56	0,41
	Média	0,60	0,61	0,80	0,53
	Máx.	1,02	0,81	1,02	0,73
Integração R3	(Ax) Mín.	0,33	0,33	0,33	0,33
	Média	1,68	2,08	2,11	1,85
	Máx.	4,11	3,65	4,11	3,41
Escolha Rn	(Ax) Mín.	0	0	0	0
	Média	68975,10	46162,90	97136,40	71826,10
	Máx.	6933420	3615210	6933420	2867050

Fonte: a autora.

Tabela 2: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas axiais.

		(conclusão)			
		SANTA MARIA	ÁREA OESTE	ÁREA CENTRAL	ÁREA LESTE
(Ax) Escolha R3	Mín.	0	0	0	0
	Média	60,08	97,34	142,52	66,70
	Máx.	7106	2511	7106	1919

Fonte: a autora.

Em relação às variáveis sintáticas angulares, o valor médio da medida de integração angular local, que reflete a acessibilidade das partes do sistema urbano com limite de raio métrico de 1000m, revelou-se mais alto para a área Oeste (136,42) do que para as áreas Central (127,74) e Leste (88,88). E a medida de escolha local também refletiu a diferença na estrutura espacial de que, diferentemente das áreas Central (1809,62) e Leste (1174,98), na área Oeste (2387,07) os espaços são mais acessíveis para a realização das rotas consideradas mais diretas, rápidas e curtas entre os deslocamentos possíveis e restritos àquele nível local.

Tabela 3: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas angulares.

		SANTA MARIA	ÁREA OESTE	ÁREA CENTRAL	ÁREA LESTE
(Ang) Integração	Mín.	540,67	1005,45	1202,44	972,84
	Média	1588,64	1567,30	1928,61	1516,07
	Máx.	2517,54	2371,89	2517,54	2047,98
(Ang) Integração 1000m	Mín.	2,88	13,52	14,43	9,53
	Média	90,66	136,42	127,74	88,88
	Máx.	283,47	258,09	283,47	212,36
(Ang) Escolha	Mín.	0	0	0	0
	Média	584570,00	446008	888044	510261
	Máx.	20416400	18080200	18021500	11088000
(Ang) Escolha 1000m	Mín.	0	0	0	0
	Média	1377,76	2387,07	1809,62	1174,98
	Máx.	16921	12987	15925	7988

Fonte: a autora.

Sobre as variáveis sintáticas de alcance, o valor médio da medida de alcance métrico com limite de raio de 1000m, para a área Oeste foi de 26882,4, para a área Central, de 25848,3 e para a área Leste, de 18566,2, captando as possíveis diferenças no grão do *layout*, ou seja, de intensificação da malha urbana, entre as áreas delimitadas. Na área Leste, observa-se uma menor densidade de ruas e de interseções potencialmente alcançáveis conforme o parâmetro dado de distância caminhável ao pedestre, que especialmente envolve os deslocamentos de pessoas residentes ou moradores das imediações. O valor médio da medida de alcance direcional mostrou-se maior para a área Central (34096), seguida da área Leste (19269) e foi

menor para a área Oeste (16464,3). Nesse caso, os espaços alcançáveis no limite de até 2 mudanças de direção tendem a corresponder a ruas de maior continuidade e extensão. Quanto ao valor médio da medida combinada de alcance métrico e direcional, que se mostrou maior para a área Central (11829,3) seguida da área Oeste (10939,4) e da área Leste (9615,53), atrela os limites métrico e topológico informando tanto a densidade quanto o maior comprimento e alinhamento das ruas das partes do sistema urbano.

Tabela 4: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis sintáticas de alcance.

		SANTA MARIA	ÁREA OESTE	ÁREA CENTRAL	ÁREA LESTE
Métrico (MR1000)	Mín.	1025,52	9702,42	5037,99	2682,82
	Média	18527	26882,4	25848,3	18566,2
	Máx.	35508,7	35989	37508,7	30370,3
Direcional (DR2d10a)	Mín.	68,478	416,407	168,28	282,85
	Média	15632	16464,3	34096	19269
	Máx.	105124	45900,8	105124	60786,2
Métrico e Direcional (R2d10a1000)	Mín.	68,478	416,407	168,28	282,85
	Média	7726,68	10939,4	11829,3	9615,53
	Máx.	27013,8	26860,6	27013,8	24864,8

Fonte: a autora.

Tabela 5: Análise de correlação de *Pearson* das variáveis explicativas axiais.

	SANTA MARIA (N=4147)	OESTE (N=477)	CENTRAL (N=572)	LESTE (N=362)
Integração HH_Rn : HH_R3 (Sinergia)	0,589	0,520	0,781	0,518
Integração HH_Rn : Escolha_Rn	0,153	0,360	0,396	0,344
Integração HH_R3 : Escolha_R3	0,737	0,715	0,763	0,754
Integração HH_Rn : Conectividade (Inteligibilidade Global)	0,348	0,369	0,482	0,277
Integração HH_R3 : Conectividade (Inteligibilidade Local)	0,757	0,778	0,742	0,717

Todas as correlações são significativas no nível 0,01 (2 extremidades)

Fonte: a autora.

Optou-se proceder a correlação entre as medidas sintáticas axiais a fim de descrever algumas das propriedades do sistema espacial de Santa Maria bem como das áreas de estudo delimitadas (Tabela 5). Esse procedimento está relacionado à Vitalidade Urbana, pois permite dimensionar o nível de sobreposição entre as unidades espaciais e identificação de quais são as linhas axiais que potencialmente acumulariam os diferentes tipos de movimento. Para a análise descritiva das variáveis explicativas axiais, efetuou-se, no *software* SPSS, o teste de normalidade e, conforme o valor de significância menor que 0,05, constatou-se que os dados não seguem uma distribuição normal. Nesse caso, devido ao tamanho considerável da amostra, também foi verificada, via histograma, a distribuição de frequência, que revelou assimetria.

Procedeu-se à transformação logarítmica dos dados a fim de reduzir o impacto desses valores e executou-se a análise de correlação bivariada paramétrica. As correlações foram classificadas de acordo com sua força em fracas (valores entre 0,1 e 0,3), moderadas (valores entre 0,4 e 0,6) e fortes (valores entre 0,7 e 1,0).

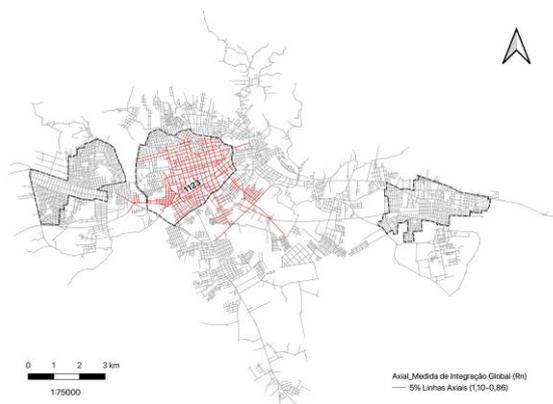
Para a propriedade de Sinergia, verificaram-se correlações de força forte para a área Central e de força moderada para o sistema urbano e para as áreas Leste e Oeste. Para a propriedade cujas variáveis de integração global e de escolha são observadas em função da sobreposição dos movimentos de origem-destino a longas distâncias, bem como aos deslocamentos de atravessamento ou passagem nessa escala do sistema como um todo, a correlação foi de força fraca tanto para o sistema urbano quanto para as três áreas delimitadas. Já para a propriedade cujas variáveis de integração local e de escolha local são observadas em função da sobreposição dos movimentos de origem-destino a curtas distâncias e de por onde se passa nessa escala restrita de distância topológica, a correlação foi de força forte tanto para o sistema urbano quanto para as três áreas delimitadas.

Para a propriedade de Inteligibilidade Global, cujas variáveis de integração global e de conectividade são observadas em função da sobreposição dos movimentos de origem-destino a longas distâncias e do papel desempenhado por uma linha axial dentro do sistema, uma vez que promovem acesso a um restrito ou grande número de outras linhas axiais, as correlações mostraram força fraca para o sistema urbano e para as áreas Oeste e Leste, e força moderada para a área Central. Para a propriedade de Inteligibilidade Local, cujas variáveis de integração local e de conectividade foram observadas, as correlações indicaram força forte para o sistema urbano e para as três áreas delimitadas.

A título de ilustrar espacialmente essas correlações, no QGIS tomou-se 5% das linhas axiais (cerca de 208 unidades) com os maiores valores de integração global (Figura 54), de integração local (Figura 55), escolha global (Figura 56) e de conectividade (Figura 57). Verificou-se que a linha axial de ID 1123 (1,02), localizada ao sul da área Central, apresentou o maior valor para a medida de integração global, assim como as linhas axiais de ID 857 (3,65), 1123 (4,12) e 331 (3,41), localizadas, respectivamente, nas áreas Oeste, Central e Leste, apresentaram os maiores valores para a medida de integração local.

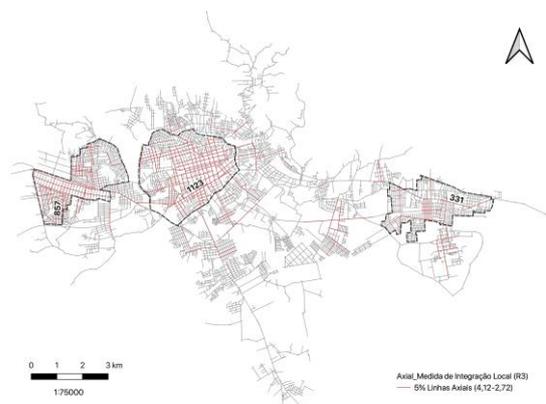
Novamente a linha axial de ID 1123 (6933424) apresentou o maior valor para a medida de escolha global, assim como as linhas axiais de ID 2008 (3615209) e ID 115 (2780430), localizadas, respectivamente, nas áreas Oeste e Leste. Já as linhas axiais que apresentaram o maior valor para a medida de conectividade são as de ID 857 (21), para a área Oeste, ID 1 (31), para a área Central, e ID 85 (22), para a área Leste.

Figura 54: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Global (Rn).



Fonte: a autora.

Figura 55: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3).



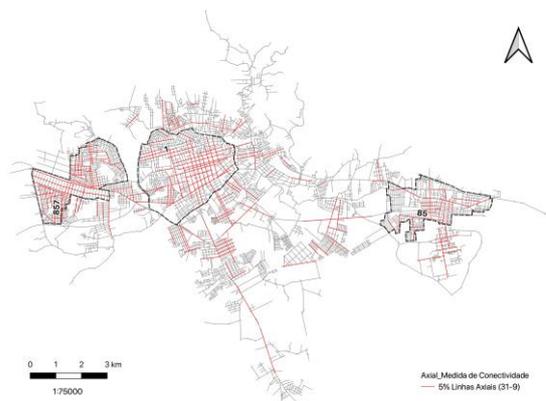
Fonte: a autora.

Figura 56: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Escolha Global (Rn).



Fonte: a autora.

Figura 57: Mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Conectividade.



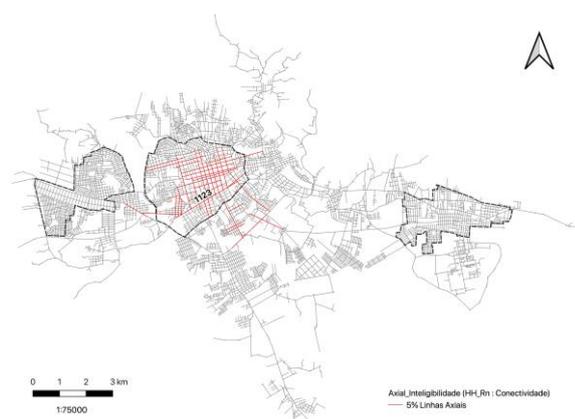
Fonte: a autora.

A ferramenta de interseção, no QGIS, operou a busca pelas geometrias em comum entre duas camadas de dados a partir da seleção das linhas axiais de maior valor das medidas sintáticas de interesse. Em outras palavras, o *output* foi um *layer* que exhibe apenas as geometrias que se sobrepuseram em ambos os *layers* de entrada. Assim, pela sobreposição de 5% das linhas de axiais de maior valor para as medidas de integração global e de conectividade, obteve-se o mapa de Inteligibilidade Global (Figura 58). Verificou-se que a linha axial de ID 1123, localizada na área Central, apresentou o valor máximo de 2799,22m de comprimento da linha axial, bem como para esse núcleo integrador mostrou-se alto o valor da média do comprimento da linha axial, atingindo 1367,88m, enquanto a média para todo o sistema foi de 254,03m. O

mesmo aconteceu com o valor da profundidade média, que para o ID 1123 foi de 10,2m, sendo, portanto, a linha axial mais rasa do sistema, enquanto que o valor da profundidade média para esse núcleo integrador foi de 11,08m, e para o todo o sistema, de 17,63m.

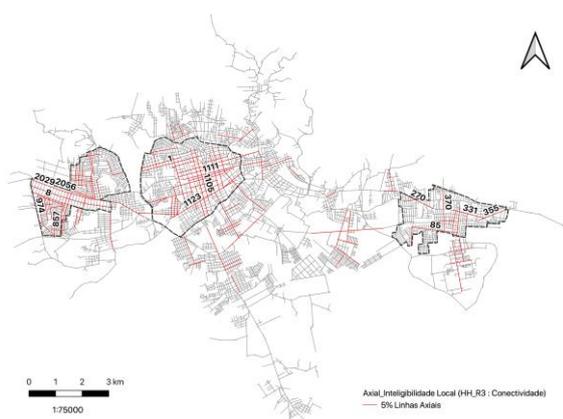
No mapa de Inteligibilidade Local (Figura 59), pela sobreposição de 5% das linhas de maior valor para as medidas de integração local e de conectividade, as IDs 2056, 974, 857, 2029 e 8, na área Oeste, apresentaram, respectivamente, os maiores valores de comprimento da linha axial, bem como para o resultado da sobreposição das linhas axiais inseridas na delimitação dessa área o valor da média do comprimento da linha axial atingiu 853,02m, e o valor médio da profundidade média, 15,38m. No resultado da sobreposição das linhas axiais inseridas na delimitação da área Central, as IDs 1123, 1109, 1, 1111 e 1105 apresentaram, respectivamente, os maiores valores de comprimento da linha axial, bem como o valor da média do comprimento da linha axial atingiu 1349,75m, e o valor médio da profundidade média, 11,24m. E no resultado da sobreposição das linhas axiais inseridas na delimitação da área Leste, as IDs 85, 370, 270, 331 e 355 apresentaram, respectivamente, os maiores valores de comprimento da linha axial, bem como para essa área o valor da média do comprimento da linha axial atingiu 1060,75m, e o valor médio da profundidade média, 17,17m.

Figura 58: Mapa de Inteligibilidade Global de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Global (Rn) e de Conectividade.



Fonte: a autora.

Figura 59: Mapa de Inteligibilidade Local de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3) e de Conectividade.



Fonte: a autora.

Comparativamente ao que consta na Tabela 6, fruto das análises sintáticas ora do sistema como um todo ora da sobreposição espacial dos 5% das linhas axiais com os maiores valores das medidas de integração global e local, escolha global e de conectividade, a média do

comprimento da linha axial releva sobre estas serem mais longas ou mais curtas. Ou seja, linhas axiais mais longas minimizam as distâncias, especialmente se a distância considerada for a universal, onde todas as origens e destinos são relacionadas. Seriam eixos lineares, dentro e no perímetro, a definir onde está o *core* do sistema, e a partir dos quais criam-se as pontas ou ramos a facilitar o desenvolvimento de uma forma bidimensional, em que as linhas mais curtas favorecem os deslocamentos dentro de uma área determinada. Dessa forma, a distância métrica, que relaciona o alcance possível a essas origens e destinos específicos, é reduzida, aumentando o alcance das jornadas realizadas.

Na área Central o comprimento médio das linhas axiais foi de 308,78m quando consideradas todas as linhas axiais do sistema urbano, e de 1353,57m quando apenas as linhas axiais presentes no mapa de Inteligibilidade Local. Nas áreas Oeste e Leste, o valor do comprimento médio da linha axial foi, respectivamente, de 853,02m e de 1060,75m, informando a diminuição da extensão das linhas axiais, isto porque se tratam de partes, ou subcentralidades, e não o dito centro ou *core* do sistema.

Tabela 6: Valores do comprimento e da profundidade média da linha axial.

		SANTA MARIA	ÁREA OESTE	ÁREA CENTRAL	ÁREA LESTE
MAPA ANÁLISE SINTÁTICA AXIAL					
Comprimento	Mín.	14,25	30,40	30,95	28,05
	Média	254,03	285,63	308,78	287,29
	Máx.	2799,22	2369,62	2799,22	1761,63
Profundidade média	Mín.	10,20	12,51	10,20	14,50
	Média	17,63	16,66	12,85	18,88
	Máx.	51,38	20,91	17,64	23,54
MAPA INTELIGIBILIDADE GLOBAL					
Comprimento	Média	1367,88	-	-	-
Profundidade média	Média	11,08	-	-	-
MAPA INTELIGIBILIDADE LOCAL					
Comprimento	Média	1045,59	853,02	1353,57	1060,75
Profundidade média	Média	14,10	15,38	11,19	17,17

Fonte: a autora.

A respeito da profundidade média das linhas axiais, sendo a distância que um espaço se encontra em relação aos demais espaços do sistema, trata da noção do quão raso pode ser um espaço se mais facilmente for acessado ou profundo se mais indiretamente é a viabilidade de ser alcançado. Quando consideradas todas as linhas axiais do sistema urbano, a profundidade média das linhas axiais foi de 12,85m na área Central, de 16,66m na área Oeste, e de 18,88m na área Leste. Ou seja, as linhas axiais da área Central tendem a desempenhar papel de maior integração enquanto que, respectivamente, nas áreas Oeste e Leste, o aumento do valor sugere

a gradativa diferença de hierarquia e a capacidade de gerar bem como comportar padrões de movimento também distintos.

O conceito da propriedade sintática de inteligibilidade descreve como os padrões de integração são associados à conectividade. Sua medida é dada pela extensão em que os valores de integração estão associados ao número de interseções observadas para cada linha axial. Expressa, portanto, uma correlação entre propriedades globais e locais que permitem a compreensão do sistema como um todo a partir das suas partes. Assim, uma forte correlação, ou alta inteligibilidade, implica que o todo pode ser lido das partes (Hillier *et al.*, 1987).

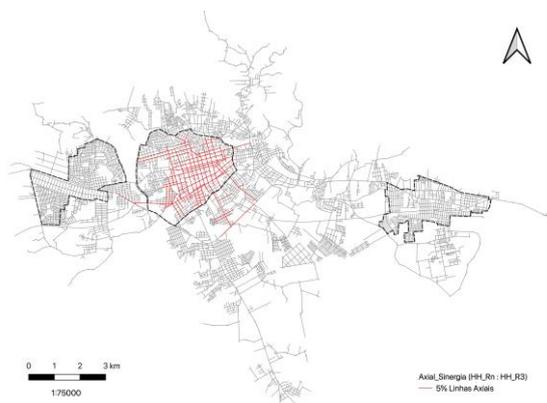
As variações na profundidade média de cada linha axial permitem que um mesmo sistema urbano, desde partes específicas, possa ser diferentemente inteligível, a depender do sistema de referência segundo o qual se observa ou se mede. Assim, as diferentes partes de uma cidade serão inteligíveis de diferentes maneiras para observadores localizados em diferentes pontos. Trata-se, portanto, de uma inter-relação entre as escala local e global, onde alguns eixos, a depender da sua extensão, localização e diferenciação das relações espaciais que estabelecem, impactam o desempenho perceptual do todo, já que para a navegação humana, importa a distância visível a partir de um ponto e, à medida que o movimento se instaura, há a visualização de outros eixos, que, localmente, se conectam a ou se estruturam junto desses. Assim, uma sobreposição gradativa de escalas entra em ação.

Por fim, a partir da sobreposição de 5% das linhas axiais de maior valor para as medidas de integração global e de integração local, gerou-se o mapa de Sinergia (Figura 60), no qual as linhas axiais representativas do *core* do sistema urbano estão localizadas na área Central. Essa propriedade informa o grau em que a estrutura interna de uma parte da malha urbana se relaciona com o sistema no qual está incorporada, estando ligada à cognição espacial do indivíduo e permitindo a este escolher, simultaneamente, as melhores rotas nos âmbitos local e global (Hillier, 2007). Dada a tendência de que a medida de integração global seja preditiva das viagens a longa distância assim como a medida de integração local, das viagens a curta distância, há nessas linhas mais integradas a possibilidade de que se desloquem, respectivamente, estranhos e moradores. Assim, valores altos de sinergia sugerem uma maior interface entre os habitantes (Hillier, 2007), o que, em uma comunidade virtual, pode potencialmente colocar os diferentes atores sociais em situações de contato.

Para a área Oeste (Figura 61, Figura 62 e Figura 63), as linhas axiais de IDs 2056 (HH_R3 de 3,06) e 2008 (HH_R3 de 3,37) sobrepõem-se à RSC287, uma via que comporta fluxos interurbanos e intraurbanos. Esta rodovia, que aparece no mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Escolha Global (Rn), funciona como um eixo estruturador leste-oeste

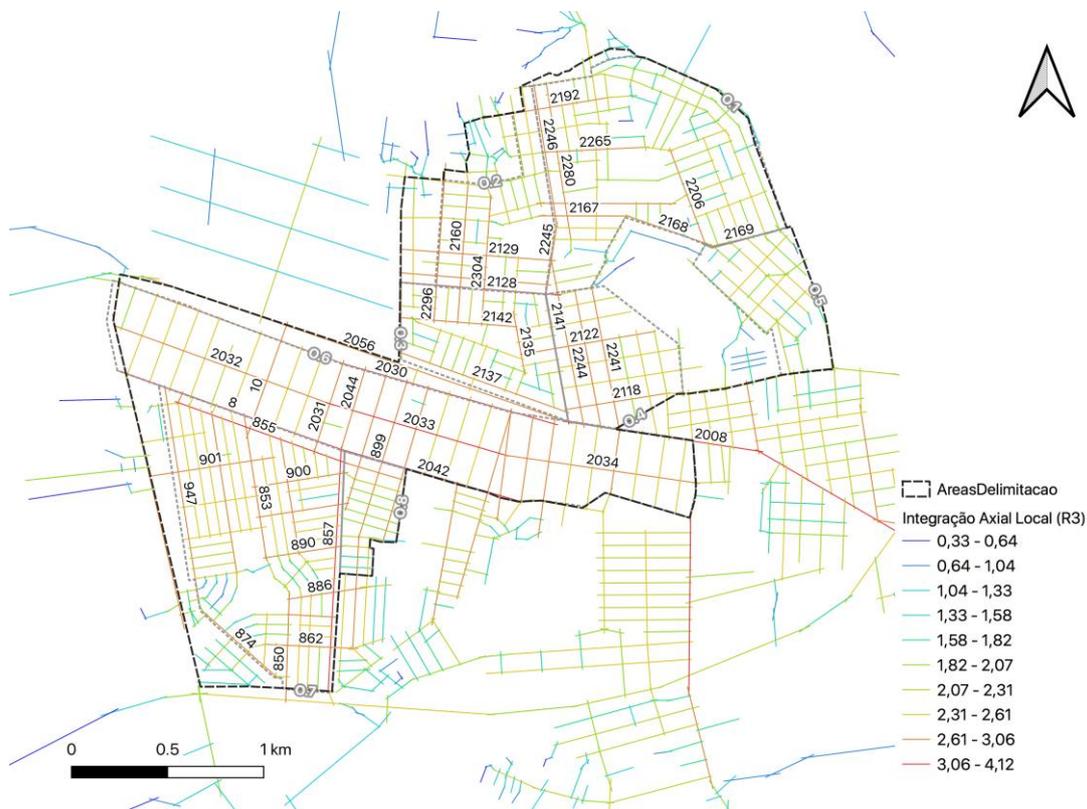
do sistema urbano, possibilitando o acesso aos núcleos sintáticos ao sul (bairros Tancredo Neves e Pinheiro Machado) e ao norte (bairros Juscelino Kubitschek e Nova Santa Marta).

Figura 60: Mapa de Sinergia de Santa Maria com a sobreposição de 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração global (R_n) e de Integração local (R_3).



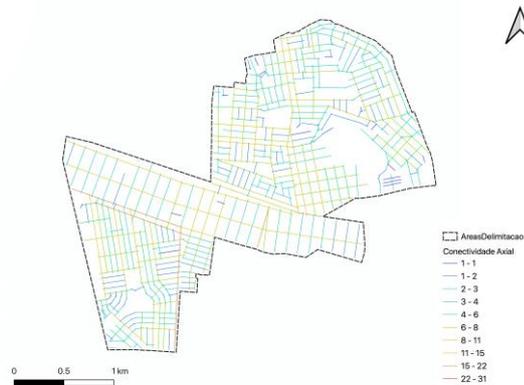
Fonte: a autora.

Figura 61: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Integração local (R_3).



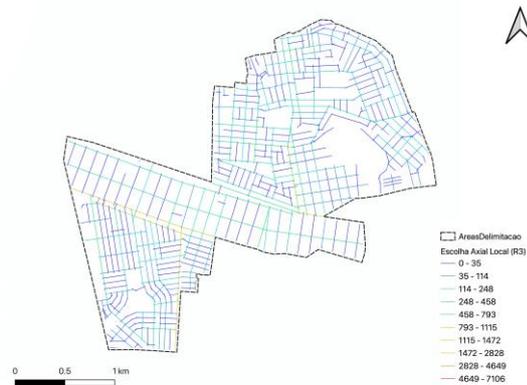
Fonte: a autora.

Figura 62: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Conectividade.



Fonte: a autora.

Figura 63: Mapa axial da área delimitada Oeste com a medida de Escolha local (R3).



Fonte: a autora.

As linhas axiais de IDs 10, 853 (Figura 64) e 850 (HH_R3 de 2,98, 2,98 e 2,77, respectivamente) são as *live centre lines*, ou a coluna dorsal que atravessa, de norte a sul, parte do loteamento COHAB Tancredo Neves, integrando-o, a partir de até 2-passos topológicos, ao sistema como um todo. Nessa subárea O.7, as linhas axiais de IDs 853 e 850 constituem os 5% de sobreposição mostrados no mapa de Inteligibilidade Local. Também é o caso das linhas axiais de IDs 857 (Figura 65) (HH_R3 de 3,65), 8 (HH_R3 de 3,41), 947 (HH_R3 de 3,03) e 874 (HH_R3 de 2,79), que se comportam como fronteira, considerando as permeabilidades transversais, junto às partes adjacentes do sistema urbano. E, de oeste a leste, a partir de 3-passos das linhas estruturadoras de IDs 2056 e 2008, há uma intensificação da malha, com a ramificação das linhas axiais de IDs 855 (HH_R3 de 3,35), 901 (HH_R3 de 2,91), 900 e 890 (HH_R3 de 2,80), 886 (HH_R3 de 3,00) e 862 (HH_R3 de 3,04).

Figura 64: Linha axial ID 853.



Fonte: GSV (2022).

Figura 65: Linha axial ID 857.



Fonte: GSV (2022).

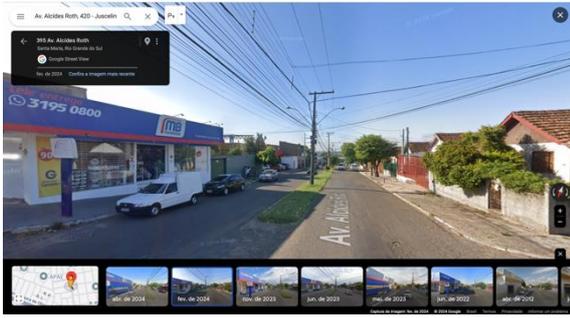
A subárea O.7, referente ao loteamento Cipriano II, numa gradação de 3-passos de distância, tem como *local core line* a linha axial de ID 899 (HH_R3 de 2,84). Já a subárea O.6, referente ao loteamento Parque Pinheiro Machado, apresenta uma sequência, quase linear, das *local core lines* de IDs 2032 (HH_R3 de 2,84), 2033 (HH_R3 de 3,20) e 2034 (HH_R3 de 2,90), que se desenvolvem a 2-passos das linhas axiais de IDs 2056 e 2008.

Nessas subáreas, a configuração é ortogonal e composta por grelhas regulares, que variam em tamanho e forma (embora, predominantemente, sejam retangulares), e essa continuidade confere maior integração às linhas axiais. Quando ocorre algum grau de deformação, no caso condicionado por atributos naturais, como linhas d'água, e por fatores legais, como as áreas de preservação permanente, as linhas axiais tornam-se gradativamente menos integradas, ainda que mantenham a articulação em malha.

As linhas axiais de IDs 2141 (Figura 66), 2245 e 2246 (Figura 67) (HH_R3 de 3,29, 2,92 e 2,98, respectivamente) são as *live centre lines*, situadas a até 3-passos de profundidade das de IDs 2056 e 2008, que atravessam os loteamentos COHAB Santa Marta (subárea O.3), Vila Prado (subárea O.4), Santa Marta (subárea O.2), Alto da Boa Vista (subárea O.1) e Vila Jockey Club (subárea O.5), integrando essas partes ao sistema como um todo. Trata-se de um conjunto de linhas-limite a “costurar” a estrutura espacial dessa centralidade entre bairros e entre distintos loteamentos. Assim, a 2-passos de profundidade desse eixo linear de sul a norte, adentrando as malhas dessas partes, há outras gradações de integração a leste e a oeste. Na subárea O.3, as linhas axiais de IDs 2137 (HH_R3 de 2,75) e 2142 (HH_R3 de 2,82) se destacam. Na subárea O.2, há as de IDs 2128 (HH_R3 de 3,16) e 2129 (HH_R3 de 2,94). Na subárea O.4, há as de IDs 2118 (HH_R3 de 2,65) e 2122 (HH_R3 de 2,67). E, finalmente, nas subáreas O.1 e O.5, há as de IDs 2167 (HH_R3 de 2,62), 2168 (HH_R3 de 2,67), 2169 (HH_R3 de 2,85), 2265 (HH_R3 de 2,72) e 2192 (HH_R3 de 2,95).

A configuração da malha é ortogonal, mas as grelhas apresentam maior regularidade, ainda que com variações nas subáreas O.2, O.3 e O.4. As linhas axiais segregadas, nessas subáreas, decorrem de diferenciações de escala na estrutura sintática e de partições nos quarteirões pela inserção localizada de linhas axiais de menor comprimento. Já nas subáreas O.1 e O.5, a grelha também é bastante variada devido ao caráter de ocupação espontânea e/ou ajuste às condições acidentadas do relevo, de modo que aparecem algumas inserções de baixa permeabilidade pela configuração com poucas interseções como em labirinto (com ruas de penetração ou com interseções em “L”) e em “espinha de peixe”, o que torna essas partes, gradativamente, pouca atravessadas e constituídas por linhas axiais mais segregadas com maior número de etapas axiais necessárias a fim de entrar no sistema adjacente.

Figura 66: Linha axial ID 2141.



Fonte: GSV (2022).

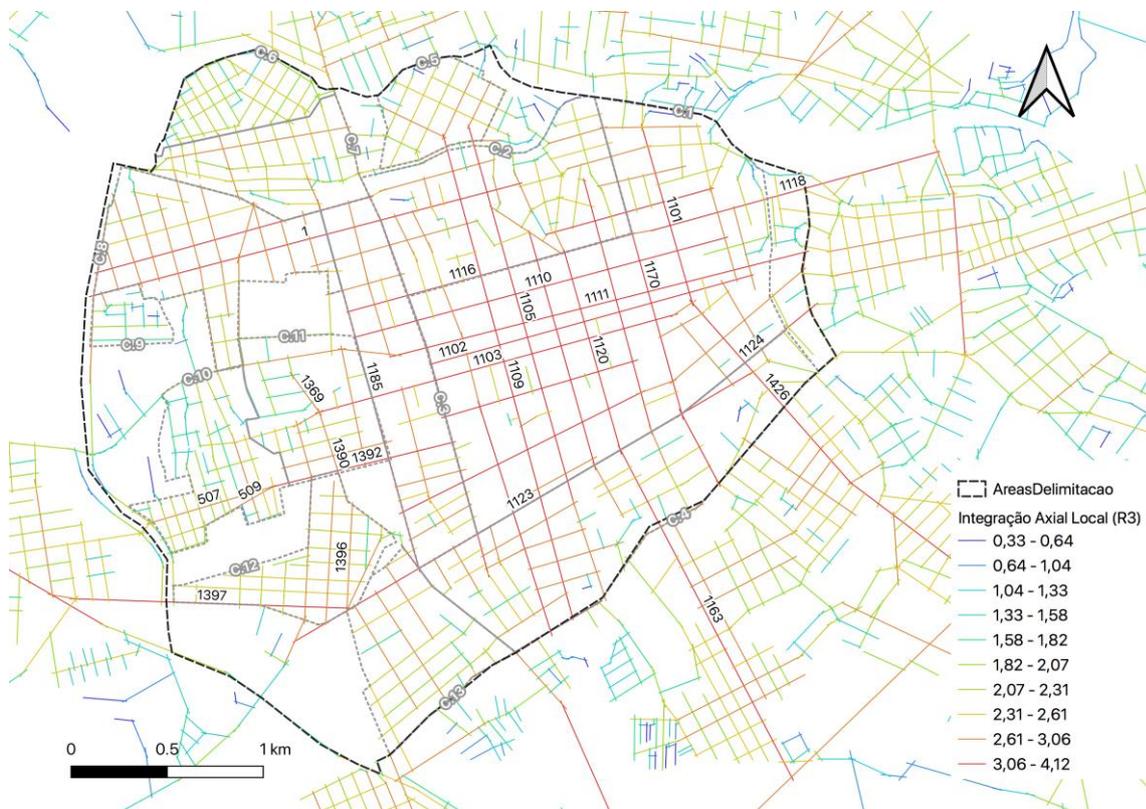
Figura 67: Linha axial ID 2246.



Fonte: GSV (2022).

Para a área Central (Figura 68, Figura 69 e Figura 70), a linha axial de ID 1123 (Figura 71 e Figura 72) (HH_R3 de 4,11 e profundidade média de 10,2) é a *core line* mais integrada global e localmente, e aparece nos 5% de sobreposição das linhas axiais com os maiores valores mostrados tanto no mapa de Inteligibilidade Global quanto no mapa de Escolha Global (Rn), comportando-se como um eixo sintático estruturador leste-oeste para as centralidades global e local.

Figura 68: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Integração local (R3).



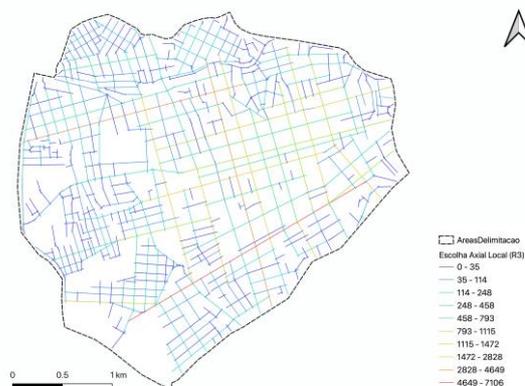
Fonte: a autora.

Figura 69: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Conectividade.



Fonte: a autora.

Figura 70: Mapa axial da área delimitada Central com a medida de Escolha local (R3).



Fonte: a autora.

Figura 71: Linha axial ID 1123.



Fonte: GSV (2022).

Figura 72: Linha axial ID 1123.



Fonte: GSV (2022).

Ao longo do comprimento da linha axial de ID 1123, uma *live centre line*, observa-se o desempenho de um princípio integrador do sistema e das partes dadas pelas subáreas C.1, C.3, C.4, C.12 e C.13. Além disso, a sua pouca profundidade exerce influência sobre o movimento, pois “quanto menor a profundidade de todas as outras linhas, maior será o movimento; e quanto maior a profundidade, menor movimento”⁸⁰ (Hillier, 1996, p. 47, tradução nossa). A partir dessa linha estruturadora, a 1-passo topológico, estão localizadas as *core lines* de IDs 1109 (HH_R3 de 3,94 e profundidade média de 10,60), 1105 (HH_R3 de 3,73 e profundidade média de 10,84), 1185 (HH_R3 de 3,72 e profundidade média de 10,75), 1170 (HH_R3 de 3,61 e profundidade média de 10,77), 1426 (HH_R3 de 3,55 e profundidade média de 10,54) e 1101 (HH_R3 de 3,41 e profundidade média de 10,90), e a 2-passos, atravessando-as de leste a oeste, estão as linhas axiais de IDs 1103 (HH_R3 de 3,63 e profundidade média de 10,98), 1111 (HH_R3 de

⁸⁰ (...) *the less depth to all other lines, the more movement; and the more depth the less movement.* (Hillier, 1996, p. 47)

3,54 e profundidade média de 10,82), 1110 (HH_R3 de 3,47 e profundidade média de 10,84) e 1102 (HH_R3 de 3,46 e profundidade média de 10,9). Essas são as *live centre lines* da subárea C.1, parte do sistema no qual está inserido o núcleo fundacional.

Considerando a subárea C.1 como o núcleo integrador do sistema urbano, observa-se, pela pouca profundidade, a sua simetria bem como que, apesar da centralidade ser um processo em que as condições de atração decorrem de variações e diferenciações sintáticas na escala local (Hillier, 1999a), nessa parte do sistema, ainda que haja certa ortogonalidade e convexialidade, não há maior compacidade na malha urbana. Por outro lado, não ocorrendo a intensificação das condições métricas, nem inserções de outras configurações que diversifiquem, ou “aprofundem”, localmente a estrutura sintática, as linhas curtas praticamente inexistem, mas as rasas predominam. Como concluíram Peponis *et al.* (2015, p. 127, tradução nossa) sobre redes de ruas regulares, “o número de condições sintáticas é muito menor que o número de elementos”⁸¹ e também como observou Aguiar (1991, p. 130, tradução nossa) “quanto à sobreposição entre os núcleos sintáticos local e global de todo o sistema, ou seja, as linhas do núcleo local podem ser consideradas mais como uma parte desse todo do que como um sistema sintaticamente independente”⁸².

As linhas axiais de IDs 1109 (Figura 73) e 1105 são as *local core* que sintaticamente estruturam a subárea C.2 (Nsa. Sra. do Rosário), as quais estão a 1-passo de profundidade em relação à *live centre line* de ID 1123 e às demais linhas axiais de maior valor de integração local da subárea C.1. A próxima linha axial na hierarquia de proximidade, a 2-passos de profundidade, é a de ID 1 (HH_R3 de 3,81), a qual perpassa pelas subáreas C.2, C.8 (loteamento José Paim) e C.9 (ocupação Vila Oliveira), conectando-as. As malhas urbanas das subáreas C.5 (loteamento Carolina), C.6 (loteamento Brenner) e C.7 (loteamento São João Batista) são limítrofes aos traçados das linhas férreas, uma mais ao sul, já desativada, e a outra ativa ao norte da delimitação da área Central. Da mesma forma, na subárea C.9, cuja malha urbana decorre de um processo espontâneo de assentamento em área propícia a alagamentos, as linhas axiais que sintaticamente estruturam essas subáreas estão de 3 a até 7-passos topológicos de distância da *live centre line* de ID 1123. Seus traçados ordenam-se a partir tanto de grelhas regulares e irregulares quanto em labirintos (com ruas de penetração ou com interseções em “L” e “T”), porém a continuidade da estrutura espacial é interrompida pelos condicionantes infraestrutural

⁸¹ (...) *the number of syntactic conditions is much smaller than the number of elements.* (Peponis *et al.*, 2015, p. 127)

⁸² (...) *when the overlap between local and global cores is significant the system might be regarded more as 'a part of the whole' than a syntactically autonomous system in itself.* (Aguiar, 1991, p. 130)

e natural, e a linhas axiais, cujos valores médios de comprimento e de integração local (248,22m e 1,98, respectivamente, para a subárea C.6 e 261,51m e 1,75, para a subárea C.9) são baixos quando comparados aos valores médios da subárea C.1 (529,61m e 2,55).

Figura 73: Linha axial ID 1109.



Fonte: GSV (2022).

Figura 74: Linha axial ID 1103.



Fonte: GSV (2022).

Na subárea C.4, parte adjacente a sul ao sistema da subárea C.1, o núcleo integrador, são várias as linhas axiais a 1-passo de profundidade da de ID 1123 a permitir a continuidade da malha urbana. Destacam-se, em especial, as linhas axiais de ID 1163 (HH_R3 de 3,50) e 1426 (HH_R3 de 3,55), que constituem os 5% de sobreposição mostrados tanto no mapa de Inteligibilidade Global quanto no de Sinergia, e que funcionam como *live centre line*, cujas condições locais sintáticas se diferenciam pela ramificação, ao longo do seu comprimento, de linhas axiais a 2 e 3-passos de profundidade. O mesmo processo acontece na subárea C.12 (loteamentos Padre Caetano e Vila Guarani) a partir da linha axial de ID 1397 (HH_R3 de 3,26). Esse fenômeno refere-se à propriedade que Hillier *et al.* (1993) chamaram *line-integration*, ou seja, um processo linear e esparsa de distribuição da integração, com “um pequeno número de ruas linearmente conectadas e ramificadas formando rotas principais, mas sem desenvolvimento lateral ligando essas rotas em subáreas bem estruturadas”⁸³ (Hillier *et al.*, 1993, p. 40, tradução nossa). Essas *live centre lines* “reúnem redes locais que, de outra forma, são relativamente distintas”⁸⁴ (Hillier, 1999a, p. 06.8, tradução nossa).

A linha axial de ID 1103 (Figura 74) (HH_R3 de 3,63) é a *local core* que sintaticamente estrutura a subárea C.11 (loteamento Vila Noal), estando a 2-passos de profundidade em relação à *live centre line* de ID 1123. As linhas axiais de ID 1390 (HH_R3 de 2,88) e 1369 (HH_R3 de 2,71), situadas a 3-passos dessa linha estruturadora, funcionam como ramificações internas a

⁸³ (...) a small number of linearly connected and branching street sections forming major routes, but without lateral development linking these routes into well-structured subareas. (Hillier *et al.*, 1993, p. 40)

⁸⁴ (...) joins together local grids which are otherwise relatively distinct. (Hillier, 1999a, p. 06.8)

costurar outras gradações de integração local. A linha axial de ID 1392 (HH_R3 de 3,31), que também atravessa as subáreas C.11 e C.10 (ao sul, a configuração é ortogonal e composta por grelhas regulares originária do loteamento Vila Arco-íris, mas ao norte, a malha urbana sofre deformações devido à ocupação Vila Natal), é a *local core* a integrar essas partes ao sistema como um todo. A partir de 3-passos de distância, são as linhas axiais de IDs 507 (HH_R3 de 2,91) e 509 (HH_R3 2,75) a conferir diferenciação de escala na estrutura sintática dessa subárea. As linhas axiais segregadas, nessa subárea, decorrem de inserções de baixa permeabilidade, caracterizadas por configurações com poucas interseções, como em labirintos, o que demanda um maior número de etapas axiais a fim de entrar no sistema adjacente.

Para a área Leste (Figura 75, Figura 76 e Figura 77), a linha axial de ID 317 (Figura 78) (HH_R3 de 2,76) sobrepõe-se à RSC287 (Faixa Nova de Camobi), eixo estruturador já mencionado, mas as linhas axiais de IDs 331 (Figura 79) (HH_R3 de 3,41) e 270 (HH_R3 de 3,25) apresentam os maiores valores da medida de integração axial local e sobrepõem-se à avenida Evandro Behr (Faixa Velha/ERS509). Junto das linhas axiais de IDs 355 (HH_R3 de 3,01), 370 (HH_R3 de 3,08), 85 (HH_R3 de 3,32) e 87 (HH_R3 de 3,24), constam no mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de Escolha Global (R_n) e de Inteligibilidade Local, possibilitando uma “costura” entre os diversos núcleos urbanos do bairro Camobi.

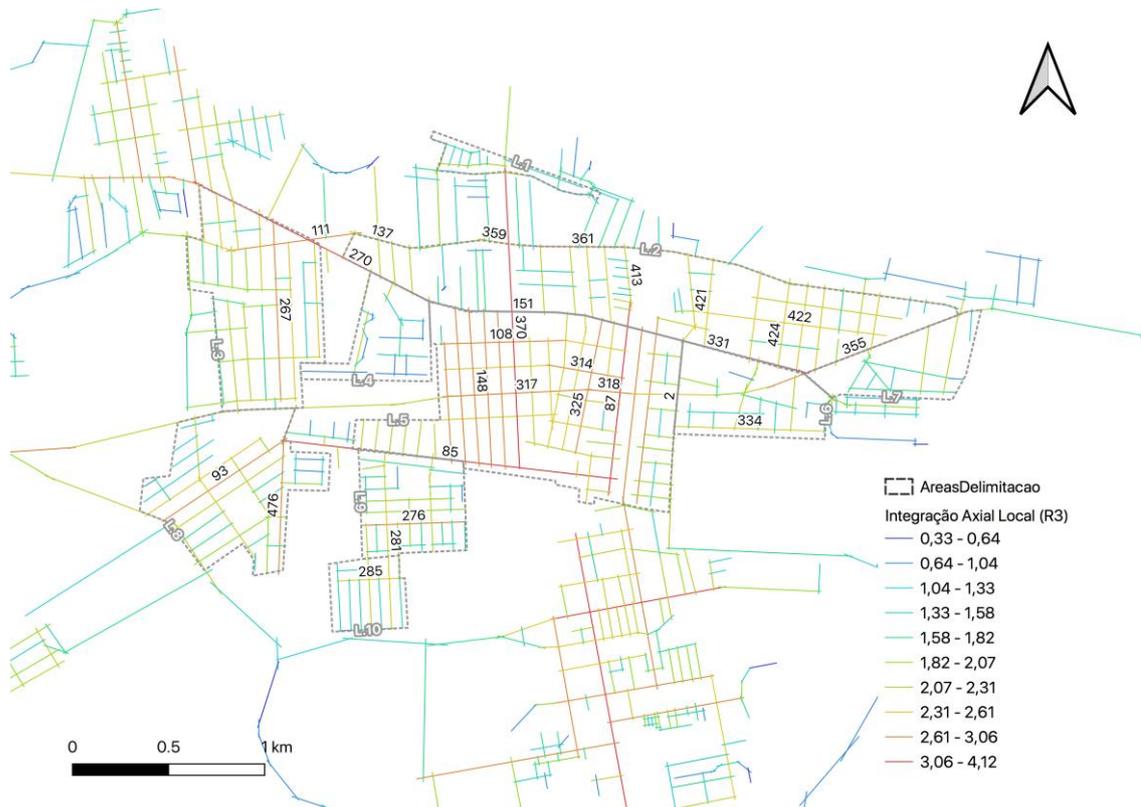
Assim, a 2-passos topológicos a partir dessas *live centre lines*, as linhas axiais são as *local core lines* das seguintes subáreas: L.3 (loteamentos Alto da Colina e Santa Lúcia), IDs 111 (HH_R3 de 2,88) e 267 (HH_R3 de 2,76), L.8 (loteamento Novo Horizonte), IDs 93 (HH_R3 de 2,81) e 476 (HH_R3 de 2,73), L.9 (loteamento COHAB Fernando Ferrari), IDs 276 (HH_R3 de 2,69) e 281 (HH_R3 de 2,58), L.10 (loteamento Monte Belo), ID 285 (HH_R3 de 2,40), e L.6 (loteamentos Santa Helena e Colônia), ID 2 (HH_R3 de 2,89).

A subárea L.1 (ocupação Vila Aparício de Moraes), condicionada pelo traçado da linha férrea ao norte da delimitação da área Leste, e a subárea L.2, fruto de sucessivos loteamentos que acarretaram inserções na malha urbana de baixa permeabilidade, apresentam continuidade espacial pouco desenvolvida. As linhas axiais dessas subáreas possuem valores médios da medida de integração local (1,71), do comprimento (226,6m) e da profundidade média (19,69) baixos, se comparados aos valores médios da subárea L.5 (2,31, 429,78m e 17,96, respectivamente).

A subárea L.5 (loteamentos Behr, Vilas Assunção, Dumont e Thereza) pode ser considerada como o núcleo integrador local da área Leste, sendo conformada por uma grelha regular ortogonal, apesar das variações nos padrões de forma e tamanho. A até 3-passos topológicos das *live centre lines* de IDs 317, 331, 270, 370, 85 e 87, há *local core lines* com

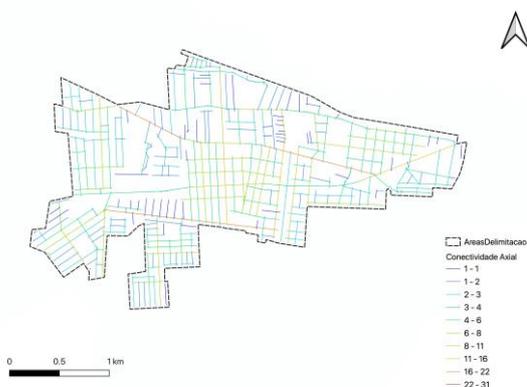
valores acima do valor médio da medida de integração local, como as linhas axiais de IDs 148 (HH_R3 de 2,83), 325 (HH_R3 de 2,82), 151 (HH_R3 de 2,64), 108 (HH_R3 de 2,63) e 314 (HH_R3 de 2,61).

Figura 75: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Integração local (R3).



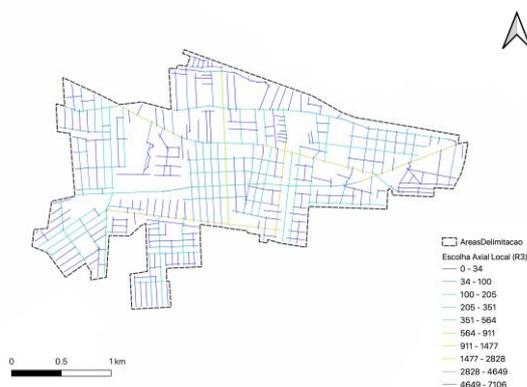
Fonte: a autora.

Figura 76: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Escolha local (R3).



Fonte: a autora.

Figura 77: Mapa axial da área delimitada Leste com a medida de Conectividade.



Fonte: a autora.

Figura 78: Linha axial ID 317.



Fonte: GSV (2022).

Figura 79: Linha axial ID 331.



Fonte: GSV (2022).

4.1.3 Correlações entre as diferentes medidas sintáticas: regularidades e diferenças

As correlações entre as diferentes medidas sintáticas demonstradas na Tabela 7 visaram verificar se alguma regularidade ou diferença emergiria a partir do desempenho dos coeficientes obtidos. Tendo em conta que os parâmetros sintáticos foram calculados com base em unidades de análise distintas (linha axial, linha axial segmentada e segmento de linha), e ainda que informem propriedades similares, os resultados podem ser convergentes ou contrastantes quando também analisada a sobreposição espacial dessas medidas relacionadas ao sistema urbano em questão. Embora o caso do estudo abrangido por esta investigação não seja suficiente para produzir evidências conclusivas sobre desempenhos recorrentes entre medidas, a avaliação comparativa das correlações fornece indicações sobre até que ponto as propriedades sintáticas vinculam-se entre si.

Tabela 7: Análise de correlação de *Spearman* das variáveis explicativas sintáticas para o sistema urbano.

	(Ax) Int. Rn	(Ax) Int. R3	(Ax) Esc. Rn	(Ax) Esc. R3	(Ang) Int. Rn	(Ang) Int. R1000m	(Ang) Esc. Rn	(Ang) Esc. R1000m
(continua)								
SANTA MARIA (N=10441)								
MR1000	0,602	0,620	0,157	0,462	0,491	0,739	0,210	0,485
DR2d10a	0,595	0,872	0,495	0,723	0,554	0,541	0,355	0,390
R2d10a1000	0,578	0,905	0,456	0,743	0,516	0,613	0,339	0,434
OESTE (N=1349)								
MR1000	0,392	0,330	0,122	0,222	0,151	0,379	0,060	0,171
DR2d10a	0,773	0,836	0,533	0,631	0,380	0,304	0,237	0,170
R2d10a1000	0,753	0,847	0,520	0,654	0,365	0,395	0,215	0,213
CENTRAL (N=1718)								
MR1000	0,385	0,376	0,321	0,339	0,288	0,499	0,233	0,274
DR2d10a	0,864	0,925	0,705	0,807	0,670	0,490	0,541	0,252
R2d10a1000	0,803	0,903	0,655	0,793	0,654	0,553	0,529	0,251

Fonte: a autora.

Tabela 7: Análise de correlação de *Spearman* das variáveis explicativas sintáticas para o sistema urbano.

	(Ax) Int. Rn	(Ax) Int. R3	(Ax) Esc. Rn	(Ax) Esc. R3	(Ang) Int. Rn	(Ang) Int. R1000m	(Ang) Esc. Rn	(conclusão) (Ang) Esc. R1000m
LESTE (N=949)								
MR1000	0,403	0,586	0,258	0,410	0,572	0,793	0,297	0,445
DR2d10a	0,572	0,825	0,621	0,705	0,754	0,740	0,517	0,553
R2d10a1000	0,580	0,848	0,532	0,701	0,689	0,817	0,475	0,572

Todas as correlações são significativas no nível 0,01 (2 extremidades).

Fonte: a autora.

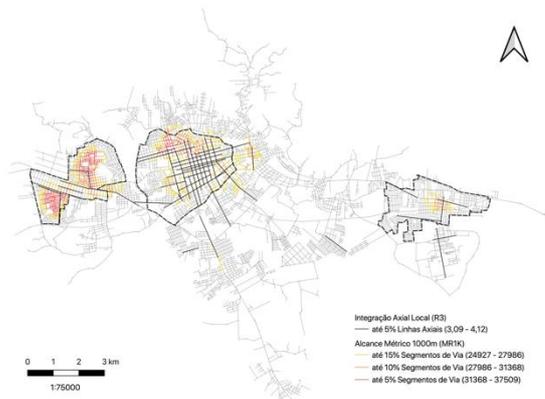
A comparação dos coeficientes observados para as correlações entre as medidas sintáticas axiais, angulares e de alcance indicaram desempenhos distintos. Entre todas as medidas axiais e a medida de alcance métrico as forças de correlação foram, para a área Oeste e Central, fracas, e para a área Leste, variaram entre fraca e moderadas. Isso sugere que o desempenho das propriedades veiculadas pelas unidades espaciais, em cada caso, mostrou-se relativamente independente. As linhas axiais mais acessíveis ao movimento, tanto para todas as origens e destinos quanto para o movimento de passagem, nas diferentes escalas, não são coincidentes com os maiores alcances dos segmentos de linha que compõem os trechos de rua. Esse padrão indica certa dissociação entre a gradação dos caminhos elegidos para os deslocamentos a nível global e local e a gradação do potencial de destinos ou densidade atingível de ruas informada pelos segmentos das vias.

Por outro lado, devido ao fato de as linhas geometricamente mais curtas, ou seja, os segmentos de linha que integram o sistema de ruas, serem a base lida no processamento da análise das medidas de alcance, observa-se que, no caso do alcance métrico com limite de raio de 1000m, quando relacionado à integração axial local com raio topológico de até 3 mudanças de direção, há indícios sobre o processo de intensificação local da malha urbana (Hillier, 1999a). A fim de tirar partido das linhas axiais mais bem integradas – as *live centre lines* – selecionam-se partes do sistema para o possível desencadeamento de centros e subcentros e, portanto, da atuação da dimensão configuracional para a ocorrência, em diferentes graus e/ou intensidades, de elementos urbanos e da própria da Vitalidade Urbana. Justamente nesses locais, para a realização das jornadas de curta distância, as linhas de menor comprimento teriam maior vantagem, pois são mais eficazes em conectar todas as origens e destinos específicos em uma dada área.

Conforme a Figura 80, através da espacialização de até 5% das linhas axiais com maior valor da medida de integração axial local R3, computou-se a média do comprimento dessas

linhas, sendo de 1351,53m. Já a espacialização de até 30% dos segmentos de rua com maior valor da medida de alcance métrico MR1000m, a média do comprimento foi de 77,94m. Ou seja, a baixa correlação pode ser explicada pelas diferenças legadas pela unidade espacial adotada nas análises. No entanto, a aproximação locacional e relacional entre os resultados espaciais produzidos por estas medidas sugere uma possível complementariedade de leitura, de modo que os segmentos de via de maior alcance estão localizados nas adjacências das linhas ativas que estruturam a hierarquia de acessibilidade local.

Figura 80: Mapa de espacialização de até 5% das linhas axiais com maiores valores de Integração Local (R3) e de até 30% dos segmentos de via com maiores valores de Alcance Métrico (MR1000).



Fonte: a autora.

Assim, o fator espacial, ao atuar na formação e sustentação das centralidades urbanas, trata de um processo de economia de movimento a influenciar os padrões urbanos atraídos pelas vantagens locacionais que a configuração espacial originalmente desencadeia. Essas desigualdades de atração, manifestadas nas *live centralities*, têm na distribuição diferenciada dos fluxos de movimento a gradativa multiplicação dos efeitos configuracionais representados pela alocação dos atratores urbanos ou do uso do solo, pelo desenvolvimento das densidades construtivas e populacionais e, ainda, na própria ordem da geometria e da integração métrica local, que, sistematicamente, também se intensificaria à medida que se adapta ao desenvolvimento convergente desses padrões urbanos. Ou seja, trata-se de algo a ser averiguado na relação com a distribuição do comportamento dos dados descritivos da Vitalidade Urbana junto a essas linhas ativas de até 3 passos de profundidade em relação aos espaços que compõem o sistema urbano.

Já os maiores valores de correlação foram de força moderada e forte para a área Oeste, e de força forte para as áreas Central e Leste, entre as medidas de alcance direcional e de alcance métrico e direcional e as medidas axiais de integração local e escolha local. Este padrão de concordância indicaria uma sobreposição espacial e maior associação entre a gradação da acessibilidade local, tanto nas origens e destinos possíveis quanto das rotas possíveis das partes do sistema, veiculada pelos segmentos de linhas axiais, e a gradação de alcance com limite de até 2 mudanças de direção e de alcance combinado entre limite métrico de 1000m e até 2 mudanças de direção, informada pelos segmentos de vias.

4.2 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES MORFOLÓGICOS DA FORMA URBANA

4.2.1 Caracterização geral dos elementos morfológicos das áreas de estudo delimitadas

Conforme Peponis *et al.* (2007), a caracterização das diferenças de densidade e os valores médios de elementos morfológicos de áreas urbanas podem ser refletidas pelas medidas de conectividade ou de alcance. Para ilustrar, comparativamente, como os elementos morfológicos das áreas de estudo estão distribuídos e caracterizados, a Tabela 8 demonstra a quantificação de unidades, bem como os valores totais e médios, de comprimento e de área, para ruas, quadras, lotes e edificações.

Tabela 8: Densidades e valores médios de elementos morfológicos nas áreas delimitadas.

	ÁREA OESTE		ÁREA CENTRAL		ÁREA LESTE	
Média Densidade Populacional (hab./ha)	66,88		77,03		34,39	
Total Quadras (unid. e unid./ha)	523	1,15	613	0,79	368	0,48
Total Lotes (unid. e unid./ha)	12007	26,41	14016	18,01	7583	17,47
Média Lotes/Quadra	22,95		22,86		20,60	
Média Testada (m)	10,76		12,16		13,37	
Média Área Quadra (m²)	8631,36		12649,40		28774,30	
Média Área Lote (m²)	378,64		555,15		572,41	
Média Área Construída (m²)	128,84		453,22		205,11	
Total Comprimento de Ruas (m e m/ha)	124967,50	203,99	186286,50	184,99	116993,50	208,83
Média Comprimento de Ruas (m)	261,98		325,67		323,18	
Total Interseções (unid. e unid./ha)	1928	3,14	2330	2,31	1278	2,28
Média Distância entre Interseções (m e m/ha)	80,48		84,54		91,56	

Fonte: a autora.

No caso da área Oeste, foi maior o valor médio da medida de alcance métrico com limite de raio de 1000m, o que apontaria para uma maior densidade de ruas e de interseções. Com relação ao total do comprimento de ruas, o maior registro coube à área Leste, provavelmente refletindo o maior número de faixas de rolamento da avenida Evandro Behr (Faixa Velha/ERS509), sobreposta às linhas axiais de IDs 270 e 331, as quais apresentaram os maiores valores da medida de integração axial local e constaram tanto no mapa de 5% das linhas axiais com maiores valores de escolha axial global quanto de Inteligibilidade Local. Apesar do valor total do comprimento de ruas na área Leste não ter sido distante do valor total do comprimento de ruas obtido na área Oeste, a diferença talvez recaiu sobre a RSC287, sobreposta às linhas axiais de IDs 2056 e 2008, as quais apresentaram os maiores valores da medida de escolha axial global. Esta rodovia, por funcionar como um eixo estruturador do sistema urbano, estava em obras ao longo do desenvolvimento desta tese, o que fez com que, no mapa de trechos utilizado para a obtenção das medidas sintáticas de alcance, fosse representada com um número menor de faixas de rolamento.

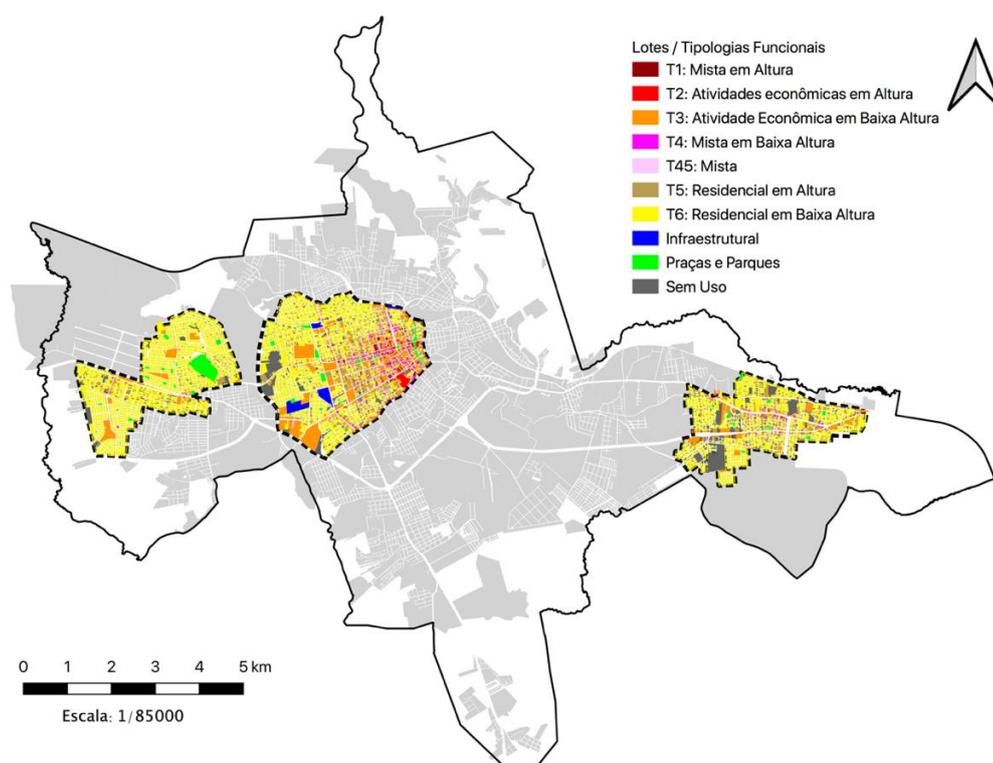
Assinalando e corroborando o indicativo de intensificação da malha urbana fornecido pela medida de alcance métrico, a maior quantidade de interseções (3,14 unid./ha) e a menor média na distância entre interseções (80,48m) foram verificadas na área Oeste. Ao que foi seguido da maior incidência de quadras (1,15 unid./ha) e de lotes (26,41 unid./ha), maior média de lotes/quadra (22,95), menor média da medida da testada dos lotes (10,76m), menor média da área de quadras (8631,36m²) e de lotes (378,64m²). Dissonante, no entanto, foi a média da área construída (128,84m²), sendo a menor dentre as demais áreas de estudo. Ou seja, na área Oeste a densidade do padrão da forma construída não configurou um adensamento edificado, ainda que a média da densidade populacional tenha atingido, tanto na área Central quanto na Oeste, valores próximos.

Também na área Oeste foi menor o valor médio da medida de alcance direcional, o que pode ser validado pela menor média do comprimento de ruas (261,98m). Neste caso, comparativamente à área Central, onde o valor médio da medida de alcance direcional mostrou-se o maior, os espaços alcançáveis no limite de até 2 mudanças de direção refletiram ruas menos contínuas e de menor extensão, além do tecido urbano se apresentar como possivelmente mais fragmentado ou sinuoso. Já o maior valor médio da medida combinada de alcance métrico e direcional coube à área Central, que ao vincular os limites métrico e topológico, buscou demonstrar as diferenças na dependência entre a densidade e a extensão das ruas nas partes do sistema urbano.

4.2.2 Tipologias funcionais nas áreas de estudo delimitadas

Foram levantadas 33.607 feições de lotes, 7.583 na área Leste, 14.017 na área Central e 12.007 na área Oeste (Figura 81). Para cada feição, com base na classificação funcional e no vínculo de adjacência do lote estabelecido, via *hubs*, com a referência ora das linhas do mapa axial ora com as linhas do mapa axial segmentado, pode-se quantificar a incidência de cada uma das tipologias funcionais ou do uso do lote.

Figura 81: Levantamento dos Lotes / Tipologias Funcionais nas áreas delimitadas.



Fonte: a autora.

De acordo com a Tabela 9, excluídos os lotes destinados a usos de caráter infraestrutural, de recreação/lazer no caso de praças e parques e lotes vazios, observou-se que mais de 70% das tipologias funcionais foram as residenciais em baixa altura (T6), perfazendo o total de 5.775 na área Leste (87,27%), 9.879 na área Central (74,31%) e 11.103 na área Oeste (95,84%). Subtraídas as tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura, o somatório da distribuição entre as demais tipologias funcionais mostrou-se de 842 na área Leste, de 3.416 na área Central, e de 482 na área Oeste. Na área Oeste, as tipologias funcionais mista em altura (T1) e de atividades econômicas em altura (T2) não incidiram, enquanto que na área Leste houve a ocorrência de apenas 5 unidades em cada uma dessas tipologias funcionais.

Tabela 9: Cômputo das tipologias funcionais nas áreas delimitadas.

Área	Total de Lotes	Total de Tipologias Funcionais	Misto em Altura (a partir de 5 pvtos): código T1	Comércio, Serviço em Altura (a partir de 3 pvtos): código T2	Comércio, Serviço, Institucional, Indústria: código T3	Misto em Baixa Altura (até 4 pvtos): código T4	Misto com residência e comércio/serviço no terreno (até 2 pavimentos): código T45	Residencial em Altura (a partir de 3 pvtos): código T5	Residencial em Baixa Altura (até 3 pvtos): código T6	Lote Infraestrutural: código 7	Lote Praça / Parque: código 8	Lote Vazio/Sem Uso: código 0
Leste	7583	6620	5 %	5 0,08	375 5,66	86 1,30	81 1,22	290 4,38	5775 87,24	3	12	951
Central	14017	13295	122 %	60 0,45	1286 9,67	634 4,77	402 3,02	912 6,86	9879 74,31	7	34	681
Oeste	12007	11585	0 %	0 0,00	338 2,92	7 0,06	130 1,12	7 0,06	11103 95,84	2	18	402

Fonte: a autora.

Para ilustrar a relação entre a maior incidência de cada uma das tipologias funcionais e as medidas sintáticas obtidas por meio da análise axial das áreas de estudo, efetuou-se a contagem total a partir do vínculo das tipologias funcionais com as linhas axiais (Tabela 10).

Tabela 10: Vínculos Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

Área	Total de Axiais	Valor médio Medidas Axiais Sintáticas dos 5 maiores cômputos de tipologias funcionais por linha axial	Misto em Altura (a partir de 5 pvtos): código T1	Comércio, Serviço em Altura (a partir de 3 pvtos): código T2	Comércio, Serviço, Institucional, Indústria: código T3	Misto em Baixa Altura (até 4 pvtos): código T4	Misto com residência e comércio/serviço no terreno (até 2 pavimentos): código T45	Residencial em Altura (a partir de 3 pvtos): código T5	Residencial em Baixa Altura (até 3 pvtos): código T6	Tipologia Funcional Misto T1+T4+T45	Tipologia Funcional Não Residencial T2+T3	Tipologia Funcional Residencial T5-T6	T1 a T6
Leste	326		87, 115, 145, 331 e 370	151, 318, 331, 347 e 370	331, 151, 270, 355, 85 e 149	331, 151, 317, 149 e 329	85, 151, 331, 281, 277 e 352	85, 148, 87, 149 e 347	85, 281, 370, 334 e 287	331, 151, 317, 352, 85, 149 e 325	331, 151, 270, 355, 85 e 149	85, 370, 281, 146 e 334	85, 370, 281, 146 e 148
			Integração Global 0,609004	0,571875	0,577885	0,58617	0,573338	0,59082	0,557115	0,592262	0,577885	0,576255	0,59431
			Integração R3 2,85228	2,89412	3,06703	2,85205	2,7701	2,97545	2,59423	2,88058	3,06703	2,83477	2,91885
			Escolha Global 972322	482235	609562	546704	482795	469983	395833	618357	609562	398863	402167
			Escolha R3 771,2	686,4	1087,2	584,2	779,2	706,6	626,6	686,4	1087,2	631,4	597,8
Central	543		1111, 1102, 1123, 1103 e 1170	1122, 1102, 1111, 1103, 1110, 1124, 1170 e 1426	1102, 1111, 1110, 1123 e 1109	1111, 1102, 1170, 1109 e 1103	1111, 1170, 1248, 1150 e 1102	1109, 1110, 1125, 1105 e 1126	1, 1105, 1153, 1109 e 1110	1111, 1102, 1110, 1109, 1110, 1123 e 1123	1102, 1111, 1110, 1123 e 1122	1, 1105, 1109, 1110 e 1153	1, 1105, 1109, 1, 1105, 1109, 1110, 1111 e 1105
			Integração Global 0,969872	0,958748	0,975847	0,961292	0,906221	0,947055	0,940356	0,977234	0,968444	0,940356	0,953993
			Integração R3 3,67482	3,50312	3,70808	3,63949	3,33160	3,48311	3,61881	3,73682	3,60113	3,61881	3,70076
			Escolha Global 1867500	660089	2034150	886322	729759	604944	787923	2223420	1643810	787923	885745
			Escolha R3 2579,4	1332,75	2730,4	2013,8	910,8	1519,6	2456,4	3047,4	2047,4	2456,4	2533,6
Oeste	438		-	-	10, 853, 2118, 2244 e 2008	10, 886, 904, 945, 2030 e 2244	853, 2246, 2245, 2118, 10, 901 e 926	2230, 857, 901, 984, 2032 e 2126	947, 2137, 857, 929 e 2128	853, 2246, 10, 2245 e 2118	10, 853, 2118, 2244 e 2008	947, 2137, 857, 929 e 2128	947, 2137, 857, 929 e 2128
			Integração Global -	-	0,735916	0,65536	0,676632	0,661924	0,663016	0,676434	0,74161632	0,662728	0,663016
			Integração R3 -	-	3,00934	2,73324	2,85966	2,72978	3,02301	2,89255	2,88814	2,92164	3,02301
			Escolha Global -	-	1121850	337828	486595	86537	152430	357743	677472	96310	152430
			Escolha R3 -	-	595,4	365,5	262,143	633	864,6	298,286	518,857	738,2	864,6

Fonte: a autora.

Para cada uma das áreas, identificou-se as linhas axiais com os cinco maiores valores do somatório de contagem das tipologias funcionais e quais foram os valores médios correspondentes das medidas de integração e escolha. Optou-se por, além da identificação da classificação das tipologias funcionais, somar o total de tipologias ou tipologias específicas, e

assim performar os seguintes grupos: tipologias funcionais de uso misto, tipologias funcionais de uso não residencial e tipologias funcionais de uso exclusivamente residencial.

Na área Leste (Figura 82), o maior valor médio (0,609004) da medida de integração global (sendo 0,73 o valor máximo, 0,53 a média e 0,41 o valor mínimo para a área) coube às linhas axiais com maior incidência da tipologia mista em altura (T1). Em contrapartida, o menor valor médio (0,557115) foi observado nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso residencial em baixa altura (T6). O maior valor médio (3,06703) da medida de integração local (sendo 3,41 o valor máximo, 1,85 a média e 0,33 o valor mínimo para a área) coincidiu com as linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor médio (2,59423) se associou às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso residencial em baixa altura (T6). O maior valor médio (972322) da medida de escolha global (sendo 2867050 o valor máximo, 71826,10 a média e 0 o valor mínimo para a área) correspondeu às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em altura (T1), assim como o menor valor (395833), às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso residencial em baixa altura (T6). O maior valor médio (1087,2) da medida de escolha local (sendo 1919 o valor máximo, 66,70 a média e 0 o valor mínimo para a área) foi registrado nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (584,2), nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto em baixa altura (T4).

Na área Central (Figura 83), o maior valor médio (0,975847) da medida de integração global (sendo 1,02 o valor máximo, 0,80 a média e 0,56 o valor mínimo para a área) coube às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (0,906221), às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto até 2 pavimentos (T45). O maior valor médio (3,70808) da medida de integração local (sendo 4,11 o valor máximo, 2,11 a média e 0,33 o valor mínimo para a área) também coincidiu com as linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (3,33160) foi observado nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto até 2 pavimentos (T45). O maior valor médio (2034150) da medida de escolha global (sendo 6933420 o valor máximo, 97136,40 a média e 0 o valor mínimo para a área) correspondeu às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (604944), às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso residencial em altura (T5). O maior valor médio (2730,4) da medida de escolha local (sendo 7106 o valor máximo, 142,52 a média e 0 o valor mínimo para a área) coube às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades

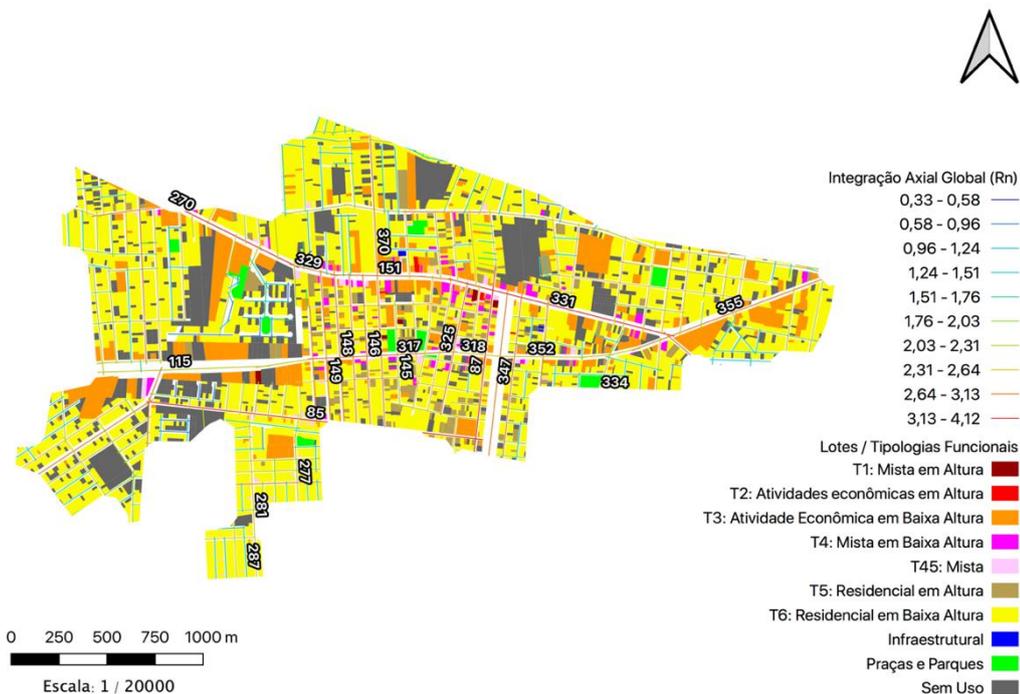
econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (910,8) ocorreu nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto até 2 pavimentos (T45). A respeito da soma do total de tipologias e de grupos organizados em tipologias funcionais de uso misto, de uso não residencial e de uso exclusivamente residencial, a área Central foi a única a concentrar todos os maiores valores médios das medidas nas linhas axiais com maior incidência do somatório das tipologias de uso misto (em altura (T1), em baixa altura (T4) e até 2 pavimentos (T45)).

Na área Oeste (Figura 84), o maior valor médio (0,735916) da medida de integração global (sendo 0,81 o valor máximo, 0,61 a média e 0,47 o valor mínimo para a área) coube às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (0,65536) foi registrado nas linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto em baixa altura (T4). O maior valor médio (3,02301) da medida de integração local (sendo 3,65 o valor máximo, 2,08 a média e 0,33 o valor mínimo para a área) coincidiu com as linhas axiais com maior incidência da tipologia residencial em baixa altura (T6), assim como o menor valor (2,72978) foi observado nas linhas axiais com maior incidência da tipologia residencial em altura (T5). O maior valor médio (1121850) da medida de escolha global (sendo 3615210 o valor máximo, 46162,90 a média e 0 o valor mínimo para a área) correspondeu às linhas axiais com maior incidência da tipologia de atividades econômicas em baixa altura (T3), assim como o menor valor (86537), às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso residencial em altura (T5). O maior valor médio (864,6) da medida de escolha local (sendo 2511 o valor máximo, 97,34 a média e 0 o valor mínimo para a área) coube às linhas axiais com maior incidência da tipologia residencial em baixa altura (T6), assim como o menor valor (262,143), às linhas axiais com maior incidência da tipologia de uso misto até 2 pavimentos (T45).

A partir das correlações de *Spearman* entre as medidas sintáticas obtidas via análise axial e todas as tipologias funcionais inseridas nas áreas de estudo delimitadas (Tabela 11), foi possível demonstrar as relações de força e assim averiguar o padrão espacial de distribuição bem como a tendência de aumento ou de diminuição de cada uma, ou grupos, das tipologias funcionais. Os vínculos das tipologias foram estabelecidos, na área Leste, com 326 linhas axiais, na área Central, com 543 linhas axiais, e na área Oeste, 438 linhas axiais, perfazendo um total de 1307.

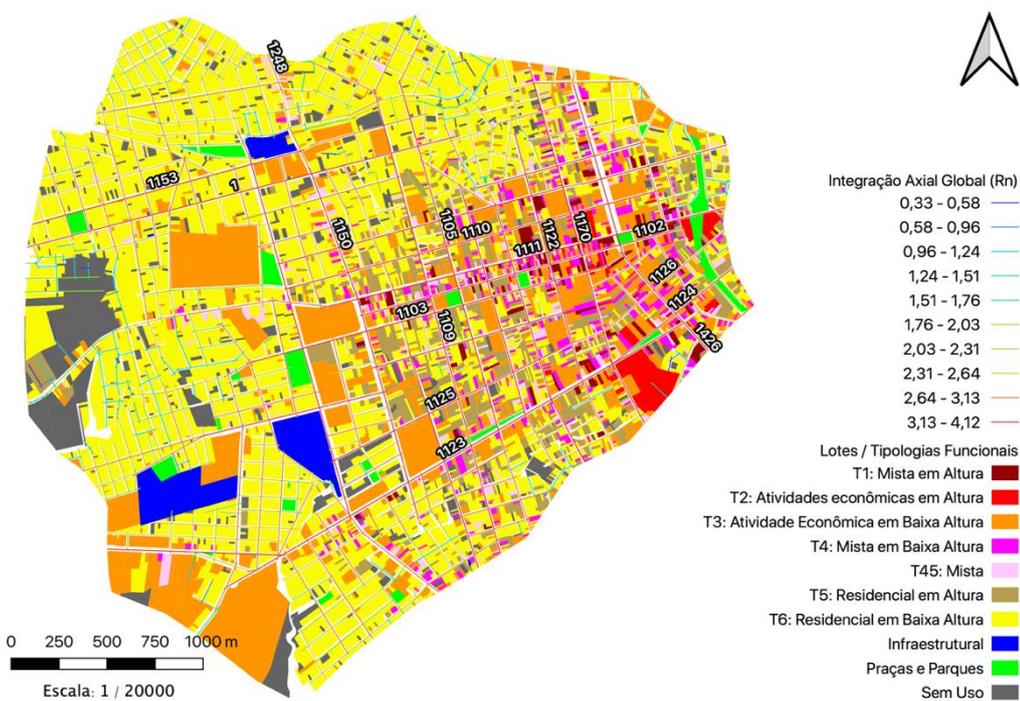
Para todas as áreas analisadas em conjunto, verificou-se a tendência das tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (T6), bem como o agrupamento de tipologias de uso exclusivamente residencial, aumentarem o valor de correlação, passando de fraca a moderada, quando observada a medida de integração global em relação à medida de integração

Figura 82: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Leste.



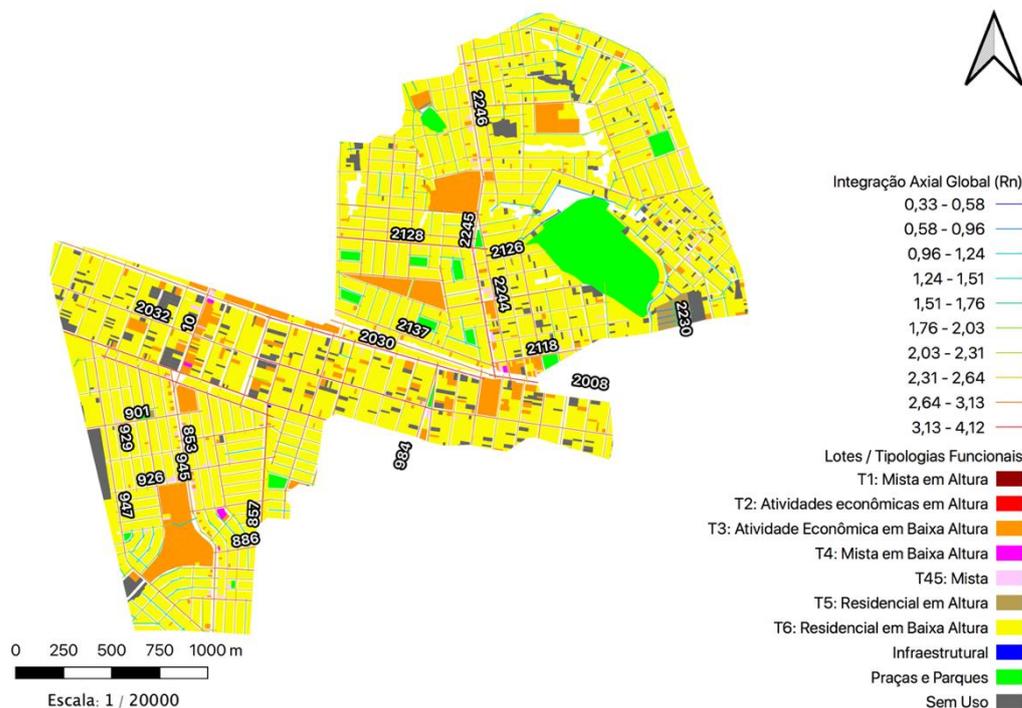
Fonte: a autora.

Figura 83: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Central.



Fonte: a autora.

Figura 84: Espacialização das Linhas Axiais com maior incidência de contagem de Tipologias Funcionais na Área de Estudo Oeste.



Fonte: a autora.

Tabela 11: Correlações de Spearman entre Medidas Sintáticas obtidas via análise axial e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

(continua)

Correlações TODAS ÁREAS											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial	T1 a T6
rô de Spearman AS_Axial_Integração_Rn	,235**	,322**	,281**	,177**	,325**	,284**	,062	,337**	,328**	,094**	,162**
AS_Axial_Integração_R3	,234**	,379**	,420**	,207**	,486**	,330**	,422**	,467**	,489**	,454**	,529**
AS_Axial_Escolha_Rn	,193**	,240**	,311**	,169**	,383**	,151**	,216**	,311**	,385**	,226**	,288**
AS_Axial_Escolha_R3	,203**	,298**	,382**	,176**	,428**	,227**	,336**	,393**	,430**	,353**	,417**

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Correlações ÁREA LESTE											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial	T1 a T6
rô de Spearman AS_Axial_Integração_Rn	,160	,244	,163**	,120	,294	,205	0,099	,228	,294	,124	,186
AS_Axial_Integração_R3	,176	,424**	,356**	,197**	,435**	,443**	,279**	,452**	,436**	,317**	,395**
AS_Axial_Escolha_Rn	,160	,286	,318**	,196**	,384**	,241**	,193**	,358**	,384**	,204**	,282**
AS_Axial_Escolha_R3	,169	,377**	,364**	,199**	,430**	,345**	,269**	,445**	,431**	,295**	,373**

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Correlações ÁREA CENTRAL											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial	T1 a T6
rô de Spearman AS_Axial_Integração_Rn	,358**	,554**	,446**	,298**	,562**	,539**	,201	,554**	,568**	,267**	,394**
AS_Axial_Integração_R3	,331**	,485**	,455**	,271**	,539**	,430**	,421**	,521**	,545**	,467**	,571**
AS_Axial_Escolha_Rn	,270**	,299**	,341**	,213**	,383**	,164**	,258**	,326**	,388**	,271**	,347**
AS_Axial_Escolha_R3	,286**	,375**	,423**	,223**	,465**	,274**	,425**	,418**	,469**	,447**	,529**

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: a autora.

Tabela 11: Correlações de *Spearman* entre Medidas Sintáticas obtidas via análise axial e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

(conclusão)

Correlações ÁREA OESTE											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial	T1 a T6
Coeficiente de Spearman AS_Axial_Integração_Rn		0,083	,284		,348	,126	,325	,274	,348	,326	,350
AS_Axial_Integração_R3		,122	,388		,457**	,113	,543**	,387	,457**	,543**	,570**
AS_Axial_Escolha_Rn		,096	,263		,371	0,088	,175	,267	,371	,174	,202
AS_Axial_Escolha_R3		0,093	,325		,374	,119	,277	,329	,374	,276	,301

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: a autora.

local. No entanto, o valor da correlação entre as tipologias de uso exclusivamente residencial e a medida de integração R3 (0,454, $\rho=0,01$) mostrou-se maior se comparado à correlação com a medida de escolha R3 (0,353, $\rho=0,01$), sugerindo uma preferência na localização das moradias por locais que sejam mais acessíveis, em vez de áreas elegidas principalmente para os fluxos de passagem.

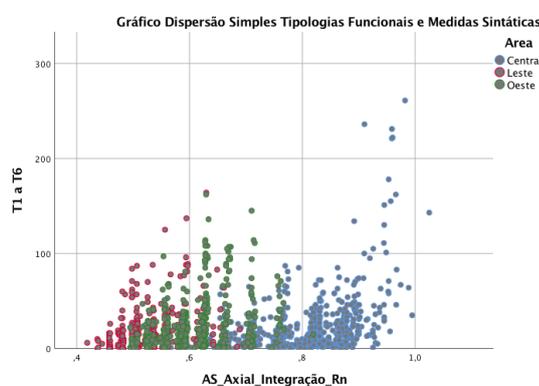
O mesmo padrão, de aumento do valor de correlação da medida de integração local em relação à medida de integração global, foi observado para todas as tipologias funcionais. No entanto, para a tipologia funcional de uso misto em altura (T1) e para a tipologia de atividades econômicas em altura (T2), não houve um aumento considerável ao comparar ora a escala global ora a restrição local, tanto para a medida de integração quanto para a de escolha. O que pode aí estar evidenciado seria, para ambas as tipologias em altura, mista e de atividades econômicas, a preferência por linhas axiais que possuam, nas escalas global e local, valores semelhantes ou próximos para as medidas de integração e de escolha.

Ao analisar as áreas separadamente, é possível identificar a manifestação das diferenças entre as centralidades, refletidas na distribuição das tipologias funcionais. No caso da área Central, os valores das correlações para a medida de integração global mostraram-se maiores ou equivalentes aos valores das medidas de integração local, sugerindo uma sobreposição entre a centralidade do sistema urbano e a centralidade dessa parte da cidade.

Nos gráficos de dispersão simples (Figura 85 e Figura 86), também ficou indicado sobre a ocorrência, considerando todo o sistema urbano, de tipologias funcionais (T1 a T6) em relação à medida de integração axial global não apresentar um padrão de distribuição ascendente. Ou seja, o aumento do valor da medida não correspondeu a um aumento gradativo na incidência quantitativa das tipologias funcionais, justo o indicado pela força da correlação fraca (0,162, $\rho=0,01$). Ao contrário, para cada parte do sistema, ou centralidades, observou-se um acúmulo de diferentes graduações quantitativas de tipologias funcionais dentro de um mesmo valor da

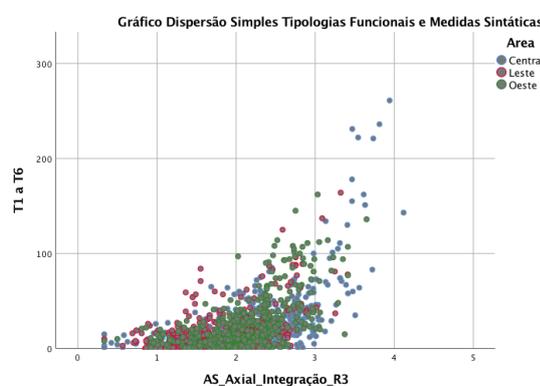
medida sintática de integração global, ainda que, para cada área de análise, tenha ocorrido um aumento das tipologias até atingir um certo limiar no valor da acessibilidade. Já no caso das tipologias funcionais (T1 a T6) em relação à medida de integração axial local para o sistema urbano, a força da correlação tornou-se moderada ($0,529, \rho=0,01$). Conforme ilustrou o gráfico de dispersão, houve uma relação de ascendência no aumento das tipologias funcionais, tanto para o sistema urbano como um todo quanto para suas partes.

Figura 85: Gráfico de dispersão simples entre Integração Axial Global e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.



Fonte: a autora.

Figura 86: Gráfico de dispersão simples entre Integração Axial Local e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.



Fonte: a autora.

Por fim, ao verificar a maior incidência de tipologias funcionais vinculadas às linhas axiais, representada pela variável de quantificação do total pelo predomínio de uma ou pela diversidade a partir da composição entre todas as tipologias funcionais (T1 a T6), para as áreas analisadas conjunta ou separadamente, observou-se que os maiores valores de correlação couberam à escala local. Ou seja, talvez seja possível considerar o papel das centralidades locais em concentrar, em até 3 passos topológicos de distância, a maior quantidade e/ou diversidade de tipologias funcionais em relação às partes menos acessíveis ou mais profundas do sistema.

4.2.3 Tipologias funcionais nas unidades de análise de coleta de dados

De acordo com os resultados da Tabela 12, o comportamento dos dados em relação às unidades espaciais de coleta (N=150, na área Oeste, N=167, na área Central e N=72, na área Leste) pretendeu informar os valores mínimos e máximos, os percentis, a média e o desvio-padrão, isto a fim de comparativamente dimensionar a dispersão de cada conjunto de informações bem como as diferenças entre as áreas delimitadas. Os dados apresentados, quando

das análises dos modelos de regressão serão padronizados e normalizados, portanto, não estão uniformizados por cada 100m de via.

Tabela 12: Estatísticas descritivas para os dados de tipologias funcionais coletados nas unidades de análise.

		Mín.	Percentil			Máx.	Média	Desvio Padrão
			25%	50% (Mediana)	75%			
Densidade Tipologias (T1 a T6)	Leste	4	8,25	12,00	18,75	59	14,80	9,17
	Central	2	12,00	16,00	21,00	36	16,80	6,66
	Oeste	1	1,00	14,50	25,00	40	16,88	9,80
Densidade Tipologia funcional de uso residencial	Leste	0	5,00	9,00	17,00	58	11,82	10,27
	Central	0	4,00	10,00	16,00	34	10,53	7,19
	Oeste	0	8,00	13,00	23,00	38	15,34	10,24
Densidade Tipologia funcional de uso não residencial	Leste	0	0,00	1,00	2,75	10	1,99	2,69
	Central	0	1,00	2,00	5,00	20	3,43	3,81
	Oeste	0	0,00	0,00	1,00	13	0,84	1,63
Densidade Tipologia de uso misto	Leste	0	0,00	0,00	2,00	6	1,06	1,48
	Central	0	0,00	2,00	4,00	21	2,92	3,80
	Oeste	0	0,00	0,00	1,00	7	0,78	1,27

Fonte: a autora.

Sobre a densidade de tipologias funcionais, o valor da média manteve-se próximo entre as áreas analisadas, sendo de 14,80 unidades para a área Leste, de 16,80 unidades para a área Central e de 16,88 unidades para a área Oeste. O valor mínimo registrado foi de 1 unidade para a área Oeste e o valor máximo, de 59 unidades na área Leste. Na área Central, o valor da mediana, de 16 unidades, mostrou-se próximo ao valor da média, de 16,80 unidades, considerando ainda a frequência e a diferença entre os valores de incidência, a distribuição dos dados apresentou o menor desvio-padrão. No entanto, o simples somatório de unidades não permite distinguir se há variabilidade ou homogeneidade de tipologias nos vínculos estabelecidos com as adjacências dos trechos de rua.

Sobre as tipologias funcionais de uso residencial, o valor mínimo para todas as áreas registrou trechos de rua sem incidência, já o valor máximo foi de 58 unidades para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 281, faixa de acessibilidade 4), de 34 unidades para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 518, faixa de acessibilidade 4) e de 38 unidades para a Área Oeste (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 902, 908, 955 e 2137, faixas de acessibilidade 9, 8, 5 e 7, respectivamente). Sobre o valor da média, que para todas as áreas mostrou-se próximo ao valor da mediana, na área Central foi de 10,53 unidades, possuindo o menor desvio-padrão em relação às demais áreas. Sobre as tipologias

funcionais de uso não residencial e de uso misto, dada a baixa ocorrência de unidades junto aos trechos de rua, os valores da média foram os menores em relação a todo esse conjunto de dados.

Em relação às tipologias funcionais de uso não residencial, o valor mínimo indicou trechos sem incidência em todas as áreas, o valor máximo foi de 20 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1426, faixa de acessibilidade 9), de 13 unidades na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10, faixa de acessibilidade 9) e de 10 unidades na área Leste (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 149 e 151, faixas de acessibilidade 7 e 9, respectivamente). Já o valor da média foi de 3,43 unidades na área Central, de 1,99 unidades na área Leste e de 0,84 unidades na área Oeste.

Em relação às tipologias funcionais de uso misto, o valor mínimo novamente indicou trechos sem incidência em todas as áreas, o valor máximo foi de 21 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1111 faixa de acessibilidade 8), de 7 unidades na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 853 faixa de acessibilidade 10) e de 6 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 352, faixa de acessibilidade 9). Já o valor da média foi de 2,92 unidades na área Central, de 1,06 unidades na área Leste e de 0,78 unidades na área Oeste.

Sobre cada um dos tipos de tipologia funcional, o valor mínimo para todas as áreas registrou trechos sem incidência. Para T1, o valor máximo foi de 5 unidades para a área Central (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 1102 e 1123, faixas de acessibilidade 9 e 8, respectivamente) e de 1 unidade para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 115, faixa de acessibilidade 5). Sobre T4, o valor máximo foi de 13 unidades na área Central (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 1170 e 1426, faixas de acessibilidade 8 e 9, respectivamente), de 4 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 149, faixa de acessibilidade 7) e de 1 unidade na área Oeste (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 10, 890, 926, 945 e 2030, faixas de acessibilidade 9, 9, 9, 7 e 6, respectivamente). Para T45, o valor máximo foi de 14 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1248, faixa de acessibilidade 10), de 7 unidades na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 853, faixa de acessibilidade 10) e de 5 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 85, faixa de acessibilidade 7).

Para T2, o valor máximo foi de 4 unidades na área Central (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 1102 e 1124, faixas de acessibilidade 9 e 8, respectivamente) e de 1 unidade na área Leste (trechos de rua sobrepostos às linhas axiais de IDs 318, 331, 347 e 370, faixas de acessibilidade 9, 10, 8 e 8, respectivamente). Para T3, o valor máximo foi de 18 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1426, faixa de

acessibilidade 9), de 13 unidades na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10, faixa de acessibilidade 9) e de 10 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151, faixa de acessibilidade 9).

Para T5, o valor máximo foi de 11 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1166, faixa de acessibilidade 5), de 10 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 85, faixa de acessibilidade 6) e de 1 unidade na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 857, faixa de acessibilidade 10). Para T6, o valor máximo foi de 58 unidades na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 281, faixa de acessibilidade 4), de 38 unidades na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 2137, faixa de acessibilidade 7) e de 34 unidades na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 518, faixa de acessibilidade 4).

A partir dos dados coletados nos 389 trechos selecionados para análise das áreas de estudo (Tabela 13), correlações de *Spearman* entre as medidas sintáticas obtidas via análise segmentada e as tipologias funcionais foram realizadas. Pode-se comparar as relações de força, averiguando o padrão de localização espacial de cada uma das tipologias funcionais ou de grupos delas.

Para todas as áreas analisadas em conjunto ou em separado, verificou-se a tendência das tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (T6) bem como o agrupamento de tipologias de uso exclusivamente residencial apresentarem valor de correlação negativo independentemente da medida sintática. Assim, é inversa a relação, enquanto há aumento no valor das medidas, diminui a quantidade de incidência desta tipologia ou deste grupo de tipologias. Especificamente sobre a tipologia residencial em altura (T5), no mesmo sentido da relação inversa, notou-se que o valor de correlação de $-0,227$, $\rho=0,01$ indica a tendência de ocorrer em trechos com menores valores da medida de escolha local enquanto que o valor de correlação de $0,355$, $\rho=0,01$ para a integração global sugere uma tendência de preferência de localização em trechos com valores relativamente maiores para esta medida.

No entanto, para o sistema urbano como um todo e para as áreas delimitadas, as forças de correlação se alteraram, passando de moderada a fraca ou diminuindo de valor, quando observadas as medidas na escala global em relação às medidas com restrição local. Para as medidas de integração e de escolha globais, comparativamente, foram maiores os valores da correlação, indicando a maior tendência da ocorrência de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial estarem vinculadas a, ou acompanhando, trechos com aumento nos valores dessas medidas. Para as medidas de integração e escolha locais, a tendência de

ocorrência dessas tipologias mostrou-se menor, este padrão só não foi observado, na área Leste, para a tipologia funcional de uso misto.

Tabela 13: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas obtidas via análise segmentada e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
rô de Spearman	IntG_T	,359**	,538**	,302**	,327**	,607**	,355**	-,478**	,524**	,593**	-,414**
	IntLR1000T	,136**	,198**	,319**	,180**	,300**	-0,040	-,316**	,351**	,300**	-,340**
	EscG_T	,185**	,262**	,316**	,204**	,444**	-0,002	-,417**	,374**	,431**	-,447**
	EscLR1000T	-0,054	-0,007	,271**	0,056	,141**	-,227**	-,278**	,183**	,141**	-,356**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA LESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
rô de Spearman	IntG_T	0,203	,431**	0,071	0,219	,576**	,295**	-,489**	,303**	,572**	-,460**
	IntLR1000T	-0,026	,582**	,299**	,324**	,520**	,386**	-,521**	,545**	,532**	-,476**
	EscG_T	0,197	0,207	,264**	0,207	,581**	0,153	-,508**	,281**	,551**	-,495**
	EscLR1000T	-0,180	,340**	,384**	,242**	,372**	0,074	-,447**	,423**	,383**	-,447**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA CENTRAL											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
rô de Spearman	IntG_T	,351**	,567**	,382**	,390**	,632**	0,110	-,568**	,609**	,625**	-,556**
	IntLR1000T	,253**	,324**	,320**	,265**	,474**	-0,085	-,384**	,436**	,467**	-,428**
	EscG_T	,242**	,369**	,360**	,253**	,499**	-0,125	-,407**	,463**	,488**	-,478**
	EscLR1000T	0,050	0,134	,301**	0,151	,288**	-,294**	-,252**	,266**	,278**	-,380**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA OESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
rô de Spearman	IntG_T		0,062	,361**		,375**	0,065	-,359**	,363**	,377**	-,358**
	IntLR1000T		-0,014	,279**		,208**	0,053	-,379**	,284**	,206**	-,378**
	EscG_T		0,100	,315**		,378**	-0,003	-,442**	,326**	,340**	-,442**
	EscLR1000T		-0,012	,248**		,194**	0,021	-,498**	,261**	,177**	-,497**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

Sobre a ocorrência da tipologia funcional mista em altura (T1), majoritariamente incidente na área Central, verificou-se a preferência de localização por trechos mais acessíveis na escala global (0,351, $\rho=0,01$) do que na escala local (0,253, $\rho=0,01$). Sobre a ocorrência da tipologia funcional de atividades econômicas em altura (T2), também com predomínio na área Central, notou-se a mesma tendência, relacionando-se 0,390, $\rho=0,01$ com a medida de integração global e 0,265, $\rho=0,01$ com a medida de integração local.

Por fim, para o sistema urbano como um todo, assim como para as áreas delimitadas, os valores de correlação foram maiores para a tipologia funcional de atividades econômicas de baixa altura (T3) em relação às medidas na escala global. No caso de todas as áreas, o maior valor coube à medida de integração, 0,607, $\rho=0,01$, e para a medida de escolha, 0,444, $\rho=0,01$. Um padrão diferente do observado na unidade de análise da linha axial, quando a tendência do padrão de localização dessas tipologias apareceu vinculado à certa preferência por locais cujas medidas na escala local seriam as maiores.

A fim de investigar a tendência de incidência entre as tipologias funcionais e as medidas sintáticas de alcance, também foram realizadas correlações de *Spearman* (Tabela 14). Pode-se assim comparar as relações de força considerando, por outro lado, a unidade espacial de análise sintática mais compatível com o trecho, ou seja, a unidade de análise de coleta dos dados.

Para todas as áreas analisadas em conjunto ou em separado, verificou-se a mesma tendência de aumento da ocorrência das tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (T6), bem como o agrupamento de tipologias de uso exclusivamente residencial, associada à diminuição nos valores das medidas de alcance. Ou seja, a preferência de localização é por partes do tecido com menor potencial destinos ou densidades de ruas alcançáveis, bem como por espaços menos acessíveis ou que sejam mais lineares e contínuos no sistema urbano.

Por outro lado, para todas as áreas analisadas conjuntamente, os maiores valores de correlação foram de força moderada entre a medida de alcance direcional e as tipologias de uso misto em baixa altura (T4) e atividades econômicas em baixa altura (T3). Ao passo que a medida combinada de alcance métrico e direcional oferece a alcançabilidade local, a direcional, ao contrário, capta uma alcançabilidade global. Por isto, o grupo de tipologias funcionais de uso não residencial parece distribuir-se, preferencialmente, buscando partes do sistema que tenham uma inserção mais diretamente acessível considerando o sistema como um todo.

Tabela 14: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas de Alcance e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

(continua)

		Correlações TODAS ÁREAS										
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial	
rô de Spearman	MR1000	,112	,322**	,256**	,180**	,314**	,154	-,305*	,351**	,324**	-,254*	
	DR2d10a	,224**	,425**	,230**	,209**	,507**	,240**	-,432**	,396**	,506**	-,404**	
	R2d10a1000	,178**	,380**	,325**	,203**	,402**	,137	-,378*	,430**	,393**	-,304*	

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

* A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: a autora.

Tabela 14: Correlações a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas de Alcance e Tipologias Funcionais nas áreas de estudo delimitadas.

(conclusão)

Correlações ÁREA LESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
Código de Spearman	MR1000	-0,037	,559**	0,172	,327**	,367**	,432**	-,444**	,433**	,372**	-,391**
	DR2d10a	0,131	,420**	0,128	0,145	,656**	,258	-,451**	,330	,663**	-,428**
	R2d10a1000	-0,134	,558**	0,230	,315**	,464**	0,229	-,469**	,453**	,457**	-,452**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA CENTRAL											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
Código de Spearman	MR1000	0,123	,297**	,244**	,172	,387**	0,086	-,292**	,330	,385**	-,291**
	DR2d10a	,288**	,500**	,300**	,255**	,498**	,169	-,479**	,484**	,490**	-,454**
	R2d10a1000	,274**	,473**	,336**	,215**	,484**	,152	-,379**	,487**	,475**	-,393**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA OESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipologia Funcional Residencial
Código de Spearman	MR1000		,163	,177		0,155	0,102	-,292**	,203	,187	-,291**
	DR2d10a		,184	,248**		,374**	0,025	-,292**	,263	,375**	-,279**
	R2d10a1000		0,144	,263**		,253**	0,064	-,392**	,279	,237	-,391**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

4.2.4 Lotes nas unidades de análise de coleta de dados

De acordo com os resultados da Tabela 15, sobre a densidade de lotes, o valor da média manteve-se praticamente o mesmo nas áreas analisadas, de cerca de 17 lotes por trecho de rua. O valor máximo para o quantitativo de lotes registrado foi de 59 lotes na área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 281, faixa de acessibilidade 4), de 40 lotes na área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 2137, faixa de acessibilidade 7) e de 37 lotes na área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 518, faixa de acessibilidade 4). O valor da mediana também se mostrou próximo ao valor da média, diferentemente do que ocorreu com os demais dados.

Sobre a média da medida da testada dos lotes, o valor mínimo foi de 8,00m para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 892, faixa de acessibilidade 9), de 8,18m para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1392, faixa de acessibilidade 10) e de 8,43m para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 281, faixa de acessibilidade 4). Já o menor valor da média foi de 13,61m para a área Oeste, e o maior, de

17,57m, para a área Leste. Para a área Central, houve maior diferença entre o valor da média e da mediana devido à ocorrência do valor máximo de 127,00m, o qual forçou a dispersão da distribuição como pode ser lido no percentil de 75% dos dados cujo valor da testada atingiu 16,90m.

Tabela 15: Estatísticas descritivas para os dados de lotes coletados nas unidades de análise.

		Mín.	Percentil			Máx.	Média	Desvio Padrão
			25%	50% (Mediana)	75%			
Densidade lotes	Leste	4	11	15	20,75	59	17,00	9,93
	Central	3	13	17	21	37	17,31	6,67
	Oeste	2	9	15	22,25	40	17,21	9,80
Testada lotes	Leste	8,43	14,08	16,02	20,57	40,90	17,57	5,70
	Central	8,18	12,77	14,54	16,90	127,00	16,74	10,60
	Oeste	8,00	10,76	12,00	15,04	53,04	13,61	4,98
Área lotes	Leste	160,64	390,51	524,91	777,07	3677,10	784,21	736,44
	Central	206,66	354,28	468,20	724,60	45212,00	944,99	3501,11
	Oeste	160,00	226,08	266,59	381,38	5241,16	512,17	784,56

Fonte: a autora.

Sobre a média da área total dos lotes por trecho de rua, os valores mínimos foram de 160,00m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 892, faixa de acessibilidade 9), de 160,64m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 281, faixa de acessibilidade 4) e de 206,66m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 507, faixa de acessibilidade 9). O maior valor da média foi de 944,99m² para a área Central, seguido de 784,21m² para a área Leste e de 512,17m² para a área Oeste. O valor da mediana, que variou de 266,59m², na área Oeste, a 524,91m², na área Leste, mostrou-se distante do valor da média, sobretudo na área Central, de modo que a diferença de frequência entre os 75% dos dados com os valores mais baixos e a ocorrência do valor máximo dispersou significativamente a distância desses valores em relação à média do conjunto.

A respeito das áreas dos lotes conforme o uso, os valores representam o somatório da área total dos lotes de acordo com os vínculos das tipologias de uso exclusivamente residencial, não residencial ou misto adjacentes ao trecho. A área de lotes por uso residencial, para todas as áreas o valor da mediana mostrou-se próximo ao valor da média. O menor valor da média foi observado na área Oeste, de 4120,50m², seguido de 4716,46m² na área Central, e o maior na área Leste, de 5581,33m². Os valores máximos foram de 36631,30m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 85, faixa de acessibilidade 6), de 16718,00m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 32, faixa de acessibilidade 6) e de

15483,00m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 2043, faixa de acessibilidade 5).

4.2.5 Forma construída nas unidades de análise de coleta de dados

De acordo com os resultados da Tabela 16, sobre a média da área total construída, os valores máximos foram de 7431,16m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1219, faixa de acessibilidade 6), de 1087,69m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 890, faixa de acessibilidade 9), e de 1063,21m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 367, faixa de acessibilidade 4). O valor da média, de 327,28m² e de 186,56m², mostrou-se próximo ao valor da mediana, de 233,87m² e 137,80 m² para, respectivamente, as áreas Leste e Oeste, o que não ocorreu para a área Central cujo valor da média foi de 902,05m² e o valor da mediana, de 530,84m². Ou seja, houve maior variação e, conseqüentemente, a dispersão da distribuição dos dados como pode ser observado na diferença de frequência dos menores valores até o limite do percentil de 75% dos dados e da ocorrência do valor máximo.

Tabela 16: Estatísticas descritivas para os dados da forma construída coletados nas unidades de análise.

		Mín.	Percentil			Máx.	Média	Desvio Padrão
			25%	50% (Mediana)	75%			
Área construída	Leste	69,48	170,15	233,87	453,54	1063,21	327,28	224,52
	Central	84,40	206,60	530,84	1089,96	7431,16	902,05	1115,11
	Oeste	51,33	114,61	137,80	171,10	1087,69	186,56	162,14
Área construída por uso residencial	Leste	0,00	999,24	2219,43	3859,37	18004,40	2887,97	2891,15
	Central	0,00	1501,05	2974,56	6284,91	38054,40	5351,05	6389,35
	Oeste	0,00	886,52	1597,27	2853,41	5234,17	1930,20	1320,09
Área construída por uso não residencial	Leste	0,00	0,00	320,57	1702,31	10622,24	1191,45	1942,31
	Central	0,00	104,24	1015,97	3925,21	44201,00	4207,88	8132,87
	Oeste	0,00	0,00	0,00	234,12	7254,76	434,96	1145,59
Área construída por uso misto	Leste	0,00	0,00	0,00	1645,90	9628,04	979,32	1862,72
	Central	0,00	0,00	924,66	4711,08	91541,70	4810,30	10786,44
	Oeste	0,00	0,00	0,00	363,97	3925,34	267,89	505,17

Fonte: a autora.

Sobre a área construída conforme o uso, os valores representam o somatório da área total da forma construída de acordo com os vínculos das tipologias de uso exclusivamente residencial, não residencial ou misto adjacentes ao trecho. A área construída por uso residencial apresentou para, respectivamente, as áreas Oeste e Leste, o valor da mediana, de 2219,43m² e

de 1597,27m², relativamente próximo ao valor da média, de 2887,97m² e de 1930,20m². Para a área Central, ao contrário, o valor da mediana, de 2974,56m², mostrou-se bastante distante do valor da média, de 5351,05m², de modo que a diferença de frequência e de ocorrência de valores dispersou o comportamento dos dados desse conjunto. Os valores máximos foram de 38054,40m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1170, faixa de acessibilidade 8), de 18004,40m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 85, faixa de acessibilidade 6) e de 5234,17m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 908, faixa de acessibilidade 8).

A área construída por uso não residencial e por uso misto, para todas as áreas, a diferença de frequência e de ocorrência de valores dispersou o comportamento de distribuição dos dados. Tendo em vista essa discrepância de valores, atestada pelos desvios-padrão, o valor da mediana melhor ilustrou as diferenças entre as áreas. Para a área construída por uso não residencial, o valor da mediana foi de 320,57m² para a área Leste, de 1015,97m² para a área Central, e nulo para a área Oeste. Já a área construída por uso misto, o valor da mediana foi de 924,66m² para a área Central, e nulo para as áreas Leste e Oeste.

O menor valor da média de área construída por uso não residencial foi observado na área Oeste, de 434,96m², seguido de 1191,45m² na área Leste, e o maior na área Central, de 4207,88m². Os valores máximos foram de 44201,00m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1116, faixa de acessibilidade 10), de 10622,24m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151, faixa de acessibilidade 9) e de 7254,76m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10, faixa de acessibilidade 8). O menor valor da média de área construída por uso misto foi observado na área Oeste, de 267,89m², seguido de 979,32m² na área Leste, e o maior na área Central, de 4810,30m². Os valores máximos foram de 91541,70m² para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1111, faixa de acessibilidade 8), de 9628,04m² para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151, faixa de acessibilidade 9) e de 3925,34m² para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 890, faixa de acessibilidade 9).

4.3 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA VITALIDADE URBANA

Sobre os componentes descritivos da Vitalidade Urbana, os dados foram coletados em 389 trechos de rua, deste total de unidades de análise, 72 inseridas na área Leste, 167 na área Central e 150 na área Oeste. Segundo resultados censitários (Ibge, 2010), a densidade populacional atingiu, na área Leste, até 96 hab/ha, e na área Central e Oeste, até 233 hab/ha.

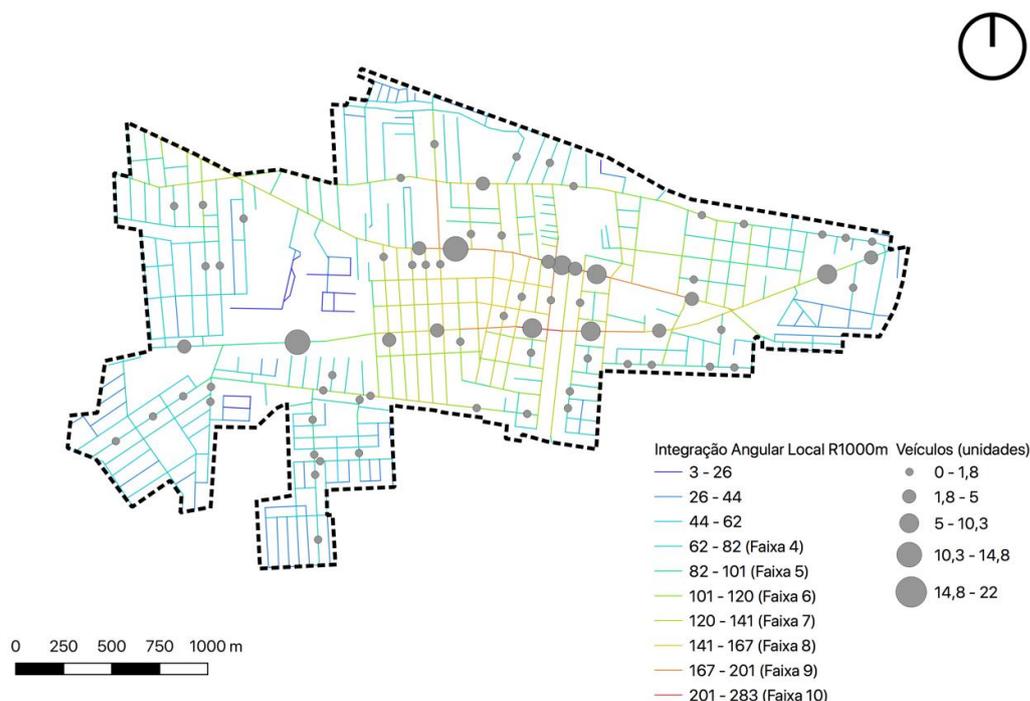
Em termos de renda, expressa em número de salários mínimos, verificou-se que na área Oeste chegou a até 5, enquanto nas áreas Leste e Central, a até 10.

4.3.1 Padrão de movimento de veículos

As Figura 87, Figura 88 e Figura 89 mostram, respectivamente, os dados de movimento de veículos nas faixas de rolagem coletados para a área de estudo Leste, Central e Oeste tendo como referência as gradações de acessibilidade, dada pela medida de integração angular local (R1000m), entre as faixas 10 e 4, e excluídas faixas 3, 2 e 1 por não incidirem segmentos dessa gradação nas áreas de estudo.

De acordo com os resultados da Tabela 17, a média do movimento de veículos, para todas as áreas analisadas como um conjunto, foi de 2,05 unidades por trecho. E visto que o valor da média e o valor da mediana (de 0,66 unidades) mostrarem-se distantes, houve, portanto, maior variação e, conseqüentemente, a dispersão da distribuição dos dados como pode ser observado na diferença de frequência dos menores valores até o limite do percentil de 75% dos dados (de 2,29 unidades), bem como da ocorrência do valor máximo, que foi de 22 unidades.

Figura 87: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Leste.



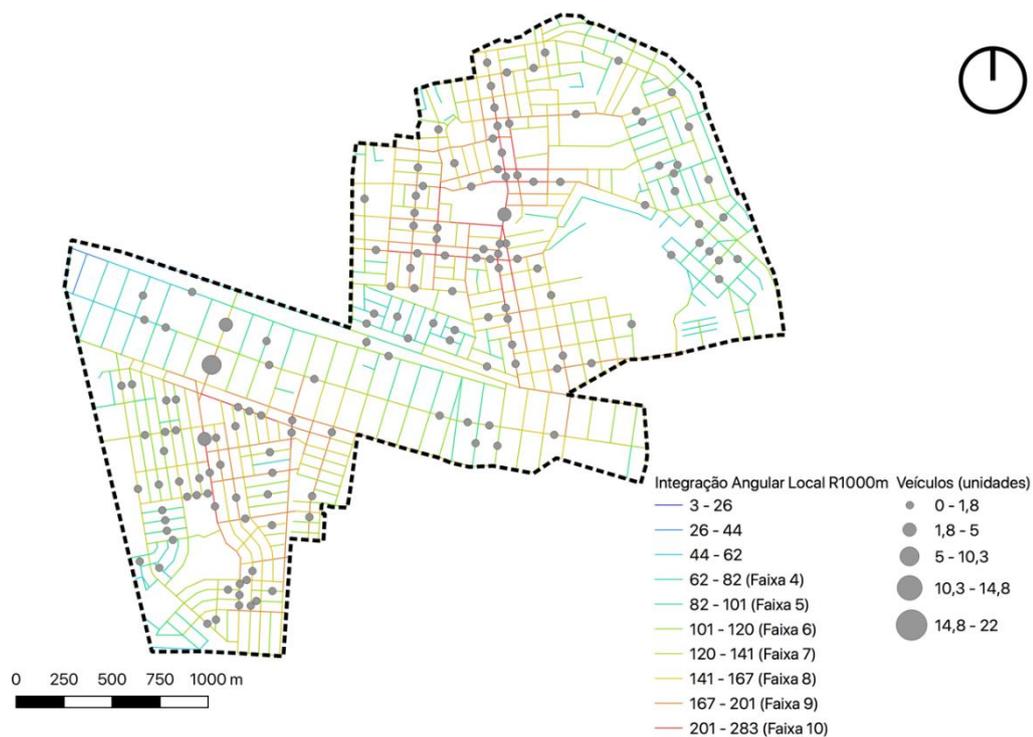
Fonte: a autora.

Figura 88: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Central.



Fonte: a autora.

Figura 89: Dados gerais de movimento de veículos coletados via GSV para a área Oeste.



Fonte: a autora.

Tabela 17: Estatísticas descritivas para os dados do movimento de veículos coletados nas unidades de análise.

	Mínimo	Percentil			Máximo	Média	Desvio Padrão
		25%	50%	75%			
Veículos							
Todas Áreas (N=389)	0	0,00	0,66	2,29	22	2,05	3,51
Leste (N=72)	0	0,00	0,33	2,38	14,75	1,80	3,11
Central (N=167)	0	0,33	1,80	5,60	22	3,58	4,41
Oeste (N=150)	0	0,00	0,33	0,66	6,66	0,46	0,83

Fonte: a autora.

Para todas as áreas, o valor mínimo não indicou incidência de veículos, já o valor máximo foi de 22 unidades para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1101, faixa de acessibilidade 9), de 14,75 unidades para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 115, faixa de acessibilidade 5) e de 6,66 unidades para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10, faixa de acessibilidade 9). O valor da média foi de 0,46 unidades para a área Oeste, de 1,80 unidades para a área Leste, e de 3,58 unidades para a área Central. Para a área Oeste, o valor da média mostrou-se próximo ao valor da mediana (0,33), considerando ainda a frequência e a diferença entre os valores de incidência, a distribuição dos dados apresentou o menor desvio-padrão. Para as áreas Central e Leste, ao contrário, o valor da mediana, respectivamente, de 1,80 unidades e de 0,33 unidades, mostrou-se bastante distante do valor da média, de modo que a diferença de frequência e de ocorrência de valores dispersou o comportamento dos dados desses conjuntos.

A descrição do padrão de movimento de veículos para as áreas delimitadas correlacionada às medidas sintáticas (Tabela 18) demonstrou que, para todas as áreas, as correlações foram significativas, positivas e apresentaram, predominantemente, força moderada. O valor de maior correlação foi de força forte para a medida de integração global (0,711, $\rho=0,01$), enquanto o menor foi de força fraca para a medida de escolha local (0,281, $\rho=0,01$), ambos no grupo de medidas sintáticas obtidas via análise segmentada. Para as áreas em separado, as correlações também foram positivas. Para algumas variáveis, atingiram-se correlações de força forte nas áreas Leste e Central, enquanto na área Oeste predominaram correlações de força fraca.

No caso da área Central, assim como foi o comportamento das correlações para todas as áreas, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de integração global (0,676, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força forte com a medida de integração global (0,838, $\rho=0,01$)

seguida da medida de escolha global (0,740, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos o maior valor foi de força moderada com a medida de alcance direcional (0,697, $\rho=0,01$).

No caso da área Leste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,526, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força forte com a medida de integração local (0,745, $\rho=0,01$) seguida da medida de escolha global (0,703, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos, assim como o comportamento das correlações para todas as áreas e para a área Central, o maior valor foi de força forte com a medida de alcance direcional (0,711, $\rho=0,01$).

No caso da área Oeste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,419, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,497, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos, assim como o comportamento das correlações para as demais áreas, o maior valor foi de força moderada com a medida de alcance direcional (0,486, $\rho=0,01$).

Tabela 18: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de movimento de veículos nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS												
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000
rô de Spearman	Veiculos	,539**	,539**	,507**	,443**	,711**	,448**	,580**	,281**	,415**	,613**	,530**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA LESTE												
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000
rô de Spearman	Veiculos	,401**	,394**	,526**	,329**	,632**	,745**	,703**	,514**	,531**	,711**	,653**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA CENTRAL												
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000
rô de Spearman	Veiculos	,676**	,626**	,631**	,578**	,838**	,663**	,740**	,501**	,478**	,697**	,637**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA OESTE												
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000
rô de Spearman	Veiculos	,298**	,410**	,419**	,324**	,404**	,354**	,497**	,389**	,270**	,486**	,403**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												

Fonte: a autora.

Pelos resultados, pode-se observar que o movimento de veículos tende a crescer conforme os deslocamentos optam por vias com maiores valores da medida de integração

angular global, mas não apresenta o mesmo comportamento em relação às vias com maiores valores da medida de escolha angular local. Isto porque os deslocamentos gerados pelo sistema urbano, ao considerar todas as origens e destinos, priorizam as vias mais acessíveis, que na escala global são aquelas mais lineares e contínuas, ao contrário de partes locais da malha urbana constituídas por vias mais curtas e, portanto, mais favoráveis à circulação de pedestres. Já na área Leste, em função do maior valor de correlação com a medida de integração angular local, o deslocamento de veículos, considerando as origens e destinos inseridos em um raio métrico de até 1000m, tende a eleger as vias localmente mais integradas. Nas áreas Leste e Central, o “movimento de passagem” mostrou valores de correlações altos para a medida de escolha angular global. Na área Oeste, o maior valor de correlação entre veículos foi, inclusive, com a medida de escolha global, ou seja, esse padrão de movimento parece preferencialmente utilizar vias de maior potencial para o desenvolvimento das rotas possíveis.

A descrição do padrão de movimento de veículos correlacionada às tipologias funcionais (Tabela 19) demonstrou que, para as áreas analisadas tanto conjuntamente quanto separadamente, a maioria das correlações foi significativa, sendo positivas para T1, T4, T45, T2, T3, T5, Tipologia Funcional de Uso Misto e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial, e negativas para T6 e Tipologia Funcional de Uso Residencial. Para as áreas em separado, os maiores valores positivos de correlação foram de força forte para T3, e de força moderada e forte para Tipologia Funcional de Uso Não Residencial. Sobre T6 e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial constatou-se que, nas áreas Leste e Central, os maiores valores negativos foram de força moderada, já para a área Oeste, os valores de correlação foram de força fraca.

Tabela 19: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de movimento de veículos nas áreas de estudo delimitadas.

(continua)

Correlações TODAS ÁREAS											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	Veiculos	,366	,632**	,358**	,357**	,717**	,371**	-,530**	,629**	,697**	-,469**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA LESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	Veiculos	0,209	,524**	,282	0,209	,700**	,370**	-,640**	,533**	,674**	-,594**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

Tabela 19: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de movimento de veículos nas áreas de estudo delimitadas.

(conclusão)

Correlações ÁREA CENTRAL											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
Coeficiente de Spearman	Veículos	,415*	,657*	,392	,429*	,749	0,116	-,596	,693*	,749	-,581*
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA OESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
Coeficiente de Spearman	Veículos		,454*	,455*		,752	-0,061	-,198	,515*	,737*	-,198
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

4.3.2 Padrão de presença de pessoas

As Figura 90, Figura 91 e Figura 92 mostram, respectivamente, os dados de presença de pessoas nas calçadas coletados para a área de estudo Leste, Central e Oeste tendo a referência às gradações de acessibilidade, dada pela medida de integração angular local (R1000m), entre as faixas 10 e 4, estando excluídas as faixas 3, 2 e 1 por não incidirem segmentos dessa gradação nas áreas de estudo.

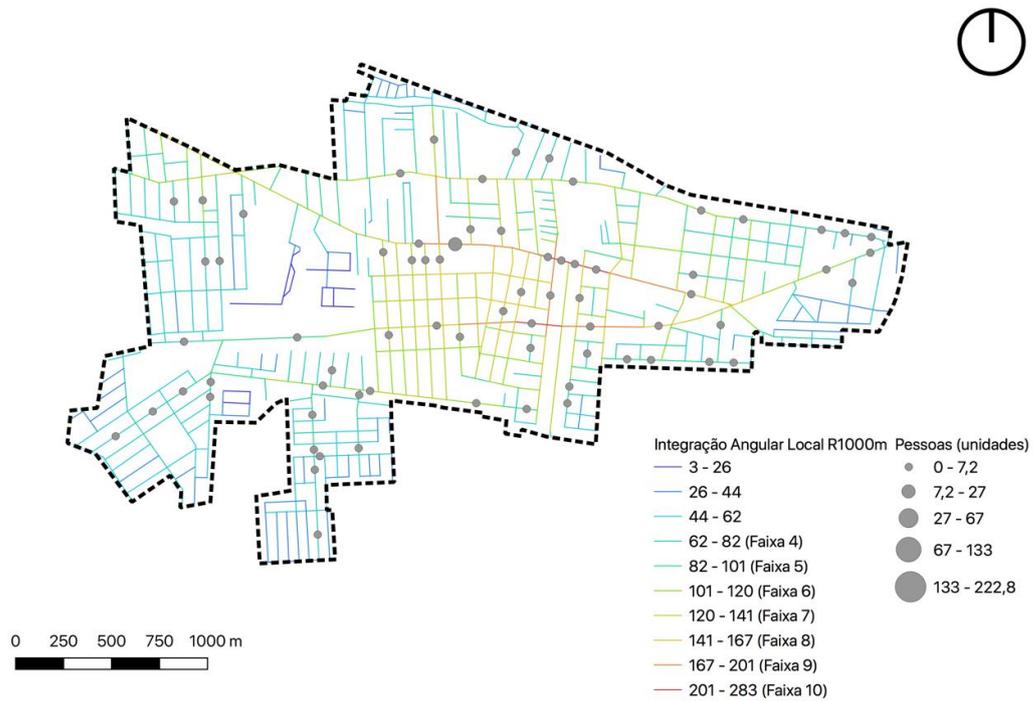
De acordo com os resultados da Tabela 20, a média da presença de pessoas, para todas as áreas analisadas como um conjunto, foi de 5,93 unidades por trecho. O valor da média e o valor da mediana (de 1,40 unidades) mostraram-se bastante distantes, indicando uma maior variação e, conseqüentemente, influenciando a dispersão da distribuição dos dados como pode ser verificado na diferença de frequência dos menores valores até o limite do percentil de 75% dos dados (de 3,33 unidades), e da ocorrência do valor máximo, que foi de 222,75 unidades.

Tabela 20: Estatística descritiva para os dados da presença de pessoas coletados nas unidades de análise.

		Mínimo	Percentil			Máximo	Média	Desvio Padrão
			25%	50%	75%			
Pessoas	Todas Áreas (N=389)	0	0,33	1,40	3,33	222,75	5,93	18,57
	Leste (N=72)	0	0,00	0,33	1,29	13,40	1,06	1,91
	Central (N=167)	0	1,00	2,80	8,25	222,75	11,81	27,16
	Oeste (N=150)	0	0,33	1,00	2,00	17,40	1,72	2,46

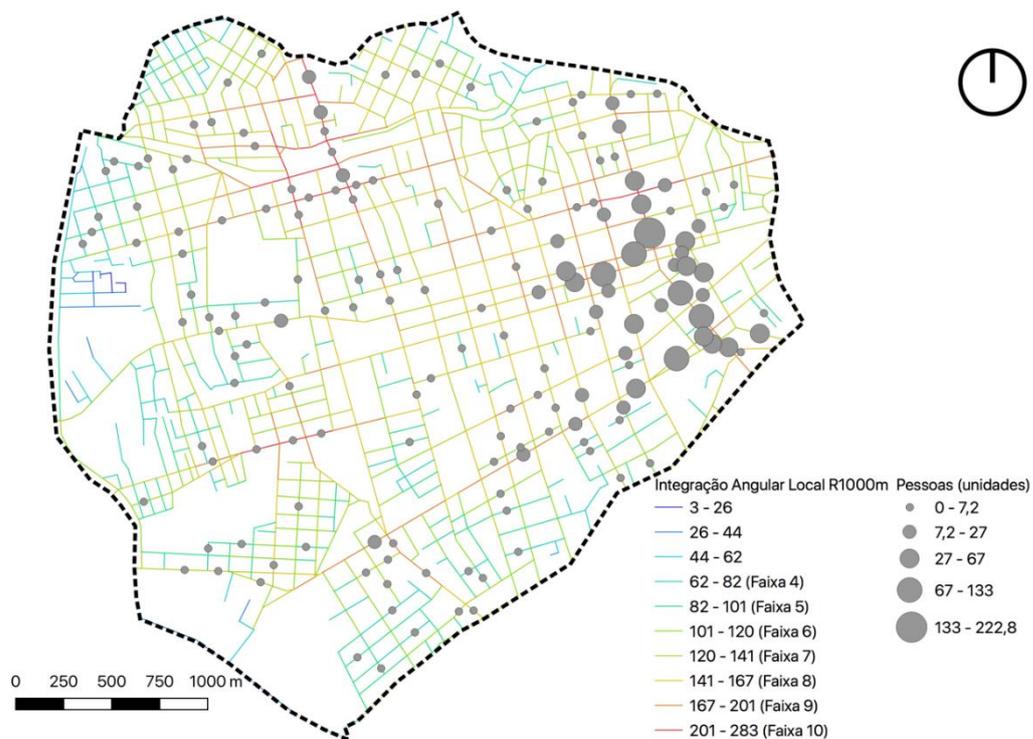
Fonte: a autora.

Figura 90: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Leste.



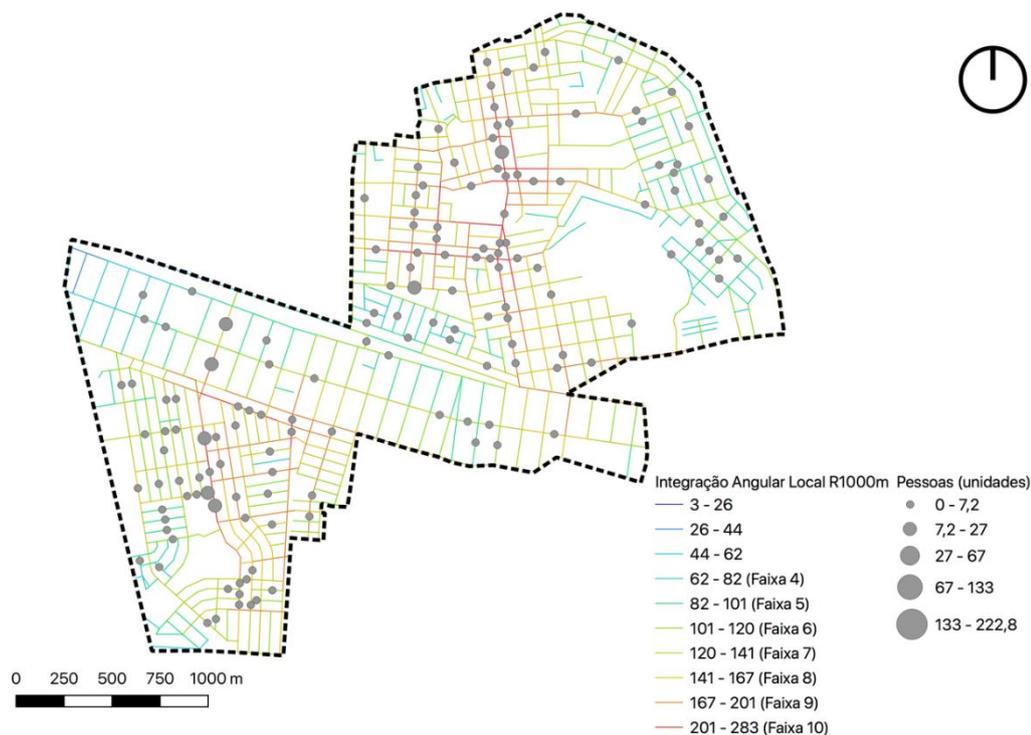
Fonte: a autora.

Figura 91: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Central.



Fonte: a autora.

Figura 92: Dados gerais de presença de pessoas coletados via GSV para a área Oeste.



Fonte: a autora.

Para todas as áreas, o valor mínimo não indicou presença de pessoas, já o valor máximo foi de 222,75 unidades para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1101, faixa de acessibilidade 9), de 17,40 unidades para a área Oeste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 853, faixa de acessibilidade 10) e de 13,40 unidades para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151, faixa de acessibilidade 9). O valor da média foi de 1,06 unidades para a área Leste, de 1,72 unidades para a área Oeste, e de 11,81 unidades para a área Central. Para as áreas Leste e Oeste, o valor da média mostrou-se próximo ao valor da mediana (respectivamente, de 0,33 unidades e de 1 unidade), isto ainda considerando a frequência e a diferença entre os valores de incidência, a distribuição dos dados apresentou menores valores de desvio-padrão quando comparados à área Central. Para a área Central, o valor da mediana, de 2,80 unidades, mostrou-se bastante distante do valor da média. Visto as diferenças de frequência e entre os valores de ocorrência dos dados, o comportamento dos dados desse conjunto mostrou-se bastante disperso. Basta, ainda, observar o intervalo de valores entre a frequência dos menores valores até o limite do percentil de 75% dos dados (de 8,35 unidades), e a ocorrência do valor máximo que foi de 222,75 unidades.

A descrição do padrão de presença de pessoas para as áreas delimitadas correlacionada às medidas sintáticas (Tabela 21) demonstrou que para todas as áreas, as correlações foram

significativas, positivas e apresentaram, predominantemente, força moderada. O valor de maior correlação, assim como o comportamento para o padrão de movimento de veículos, foi de força moderada para a medida de integração global (0,619, $\rho=0,01$) e o valor de menor correlação foi de força fraca para a medida de escolha local (0,299, $\rho=0,01$), ambos no grupo de medidas sintáticas obtidas via análise segmentada. Para as áreas em separado, as correlações também foram positivas. Para algumas variáveis, atingiram-se correlações de força forte na área Leste e de força fraca na área Central, já para a área Oeste, as correlações de força fraca foram predominantes.

Tabela 21: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de presença de pessoas nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS												
	IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	Pessoas	,546**	,512**	,392	,399	,619**	,525**	,465**	,299	,457**	,416**	,501**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA LESTE												
	IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	Pessoas	,426**	,447**	,467**	,386**	,650**	,765**	,658**	,496**	,547**	,630**	,682**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA CENTRAL												
	IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	Pessoas	,582**	,556**	,522**	,487**	,694**	,607**	,572**	,385	,411**	,500**	,497**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
Correlações ÁREA OESTE												
	IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	Pessoas	,174	,287	,339	,244	,321	,305	,422**	,344	,232	,313	,310
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).												
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).												

Fonte: a autora.

No caso da área Central, assim como foi o comportamento das correlações para todas as áreas, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de integração global (0,582, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força moderada com a medida de integração global (0,694, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos o maior valor foi de força moderada com a medida de alcance direcional (0,500, $\rho=0,01$).

No caso da área Leste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,467, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força forte com a medida de integração local (0,765, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos,

diferentemente do comportamento das correlações para todas as áreas e para a área Central, o maior valor foi de força moderada com a medida combinada de alcance métrico e direcional (0,682, $\rho=0,01$).

No caso da área Oeste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força fraca com a medida de escolha global (0,339, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,422, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos, assim como o comportamento das correlações para as demais áreas, o maior valor foi de força fraca com a medida de alcance direcional (0,313, $\rho=0,01$).

Pelos resultados, verificou-se que a presença de pessoas tende a crescer conforme aumentam os valores da medida de integração angular global e local e a diminuir conforme aumentam os valores da medida de escolha angular local. Como os valores de correlação das medidas de integração nas escalas global e local são próximos, indicaria que tanto os deslocamentos gerados relacionando todas as origens e destinos quanto origens e destinos inseridos em raio métrico de até 1000m, tendem a compartilhar vias que são acessíveis em ambas as escalas. Dado que a presença de pessoas computou desde indivíduos em circulação a indivíduos estacionários, há a tendência para as áreas Leste e Central de que o padrão de presença de pessoas prefira vias onde há a circulação de veículos, ao contrário de vias mais curtas ainda que estas sejam favoráveis à passagem de pedestres como parece ser o caso da área Oeste.

A descrição do padrão de presença de pessoas correlacionada às tipologias funcionais (Tabela 22) demonstrou que para as áreas analisadas tanto conjuntamente quanto separadamente, a maioria das correlações foi significativa, positivas para T1, T4, T45, T2, T3, T5, Tipologia Funcional de Uso Misto e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial, e negativas para T6 e Tipologia Funcional de Uso Residencial. Para as áreas em separado, os maiores valores positivos de correlação foram, na área Leste, de força moderada para Tipologia Funcional de Uso Não Residencial (0,630, $\rho=0,01$) e para T3 (0,626, $\rho=0,01$), na área Central, de força forte para Tipologia Funcional de Uso Não Residencial (0,822, $\rho=0,01$), para T3 (0,810, $\rho=0,01$), para Tipologia Funcional de Uso Misto (0,770, $\rho=0,01$) e para T4 (0,722, $\rho=0,01$), e na área Oeste, de força moderada para Tipologia Funcional de Uso Misto (0,654, $\rho=0,01$) e para T45 (0,624, $\rho=0,01$). Sobre T6 e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial, constatou-se que, nas áreas Leste e Central, os maiores valores negativos foram de força moderada, já para a área Oeste, os valores de correlação foram de força fraca.

Tabela 22: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de presença de pessoas nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial	
rô de Spearman	Pessoas	,379*	,576**	,440**	,401**	,650**	,289*	-,420**	,653**	,632**	-,353*
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA LESTE											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial	
rô de Spearman	Pessoas	0,150	,507**	,326**	,326**	,626**	,364**	-,530**	,533**	,630**	-,484**
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA CENTRAL											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial	
rô de Spearman	Pessoas	,490**	,722**	,435**	,570**	,810**	,164	-,612**	,770**	,822**	-,561**
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA OESTE											
	T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial	
rô de Spearman	Pessoas		,286	,624**		,515**	-0,019	-,163	,654**	,491**	-,108
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

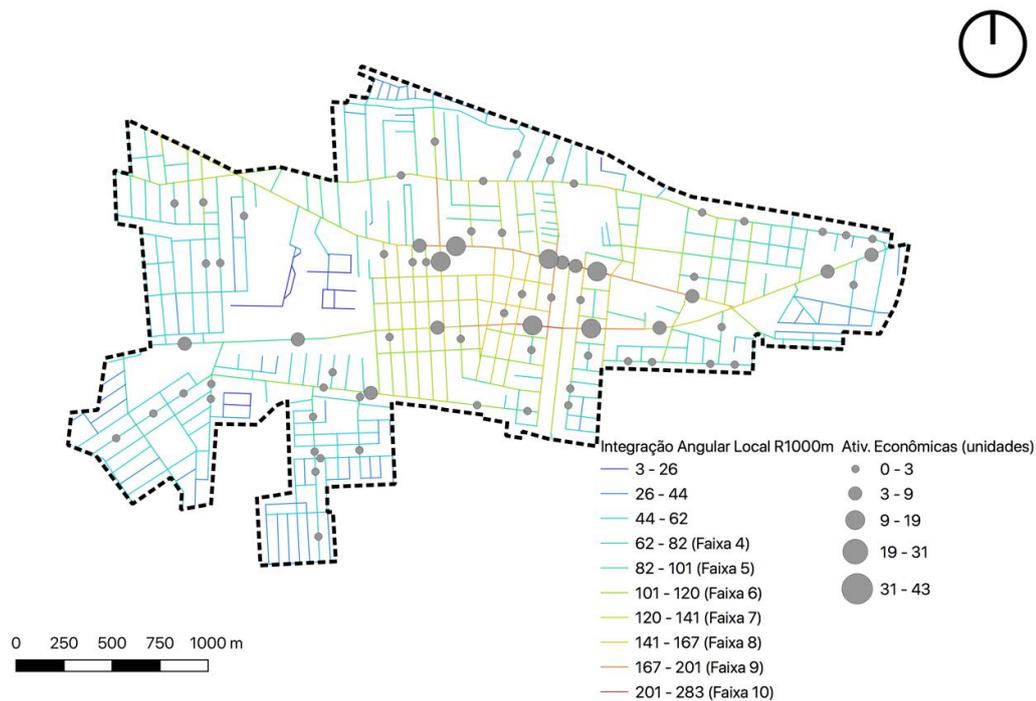
4.3.3 Padrão de ocorrência de atratores urbanos

As Figura 93, Figura 94 e Figura 95 mostram, respectivamente, os dados de atividades econômicas coletados para a área de estudo Leste, Central e Oeste tendo a referência às gradações de acessibilidade, dada pela medida de integração angular local (R1000m), entre as faixas 10 e 4 estando excluídas as faixas 3, 2 e 1 por não incidirem segmentos dessa gradação nas áreas de estudo.

De acordo com os resultados da Tabela 23, a média da incidência de atividades econômicas em geral junto ao pavimento térreo das edificações ou integralmente ocupando o lote, para todas as áreas analisadas como um conjunto, foi de 3,88 unidades por trecho. O valor da média e o valor da mediana (de 1 unidade) mostraram-se distantes, indicando uma maior variação e, conseqüentemente, influenciando a dispersão da distribuição dos dados como pode ser verificado na diferença de frequência dos menores valores até o limite do percentil de 75% dos dados (de 5,00 unidades), e da ocorrência do valor máximo que foi de 43 unidades.

Para todas as áreas, o valor mínimo não indicou ocorrência de atividades econômicas, já o valor máximo foi de 43 unidades para a área Central (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1102, faixa de acessibilidade 9) e de 16 unidades tanto para a área Oeste (trechos de rua

Figura 93: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Leste.



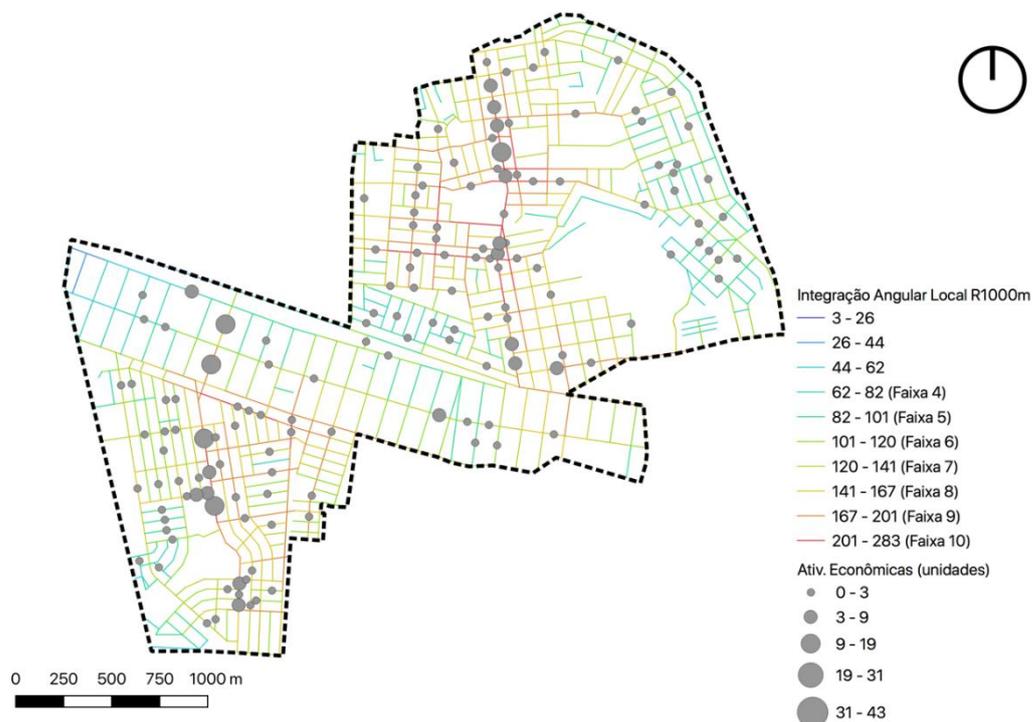
Fonte: a autora.

Figura 94: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Central.



Fonte: a autora.

Figura 95: Dados gerais de atividades econômicas coletados via GSV para a área Oeste.



Fonte: a autora.

Tabela 23: Estatística descritiva para os dados das atividades econômicas coletados nas unidades de análise.

	Mínimo	Percentil			Máximo	Média	Desvio Padrão
		25%	50%	75%			
Atividades Econômicas							
Todas Áreas (N=389)	0	0	1	5	43	3,88	6,33
Leste (N=72)	0	0	1	3,75	16	2,49	3,73
Central (N=167)	0	1	3	10	43	6,35	8,32
Oeste (N=150)	0	0	1	2	16	1,79	2,93

Fonte: a autora.

sobrepostos às linha axiais de IDs 10 e 853, faixas de acessibilidade 8 e 10, respectivamente) quanto para a área Leste (trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151, faixa de acessibilidade 9). O valor da média foi de 1,79 unidades para a área Oeste, de 2,49 unidades para a área Leste, e de 6,35 unidades para a área Central. Para as áreas Oeste e Leste, o valor da média mostrou-se próximo ao valor da mediana (de 1 unidade para ambas as áreas), isto ainda considerando a frequência e a diferença entre os valores de incidência, a distribuição dos dados apresentou menor valor de desvio-padrão quando comparados à área Central. Para a área Central, o valor da mediana, de 3 unidades, mostrou-se distante do valor da média. Visto as diferenças de frequência e entre os valores de ocorrência dos dados, o comportamento dos dados

desse conjunto mostrou-se disperso. Conforme houve maior variação devido à ocorrência do valor máximo de 43 unidades, forçou a dispersão da distribuição como pode ser lido no percentil de 75% dos dados cujo valor atingiu 10 unidades.

A descrição do padrão de ocorrência de atividades econômicas para as áreas delimitadas correlacionada às medidas sintáticas (Tabela 24) demonstrou que para todas as áreas, as correlações foram significativas, positivas e apresentaram, predominantemente, força moderada. O valor de maior correlação, assim como o comportamento para o padrão de movimento de veículos e presença de pessoas, foi de força moderada para a medida de integração global (0,640, $\rho=0,01$) e o valor de menor correlação foi de força fraca para a medida de escolha local (0,282, $\rho=0,01$), ambos no grupo de medidas sintáticas obtidas via análise segmentada. Para as áreas em separado, as correlações também foram positivas. Para algumas variáveis, atingiram-se correlações de força forte nas áreas Leste e Central, já para a área Oeste, as correlações de força fraca foram predominantes.

Tabela 24: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Medidas Sintáticas e padrão de ocorrência de atividades econômicas nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS													
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	AtivEconT	,457**	,469**	,448**	,388**	,640**	,455**	,533**	,282**	,409**	,531**	,529**	
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).													
Correlações ÁREA LESTE													
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	AtivEconT	,313**	,309**	,431**	,275**	,655**	,757**	,664**	,557**	,591**	,713**	,694**	
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).													
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).													
Correlações ÁREA CENTRAL													
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	AtivEconT	,586**	,510**	,515**	,440**	,716**	,543**	,567**	,332**	,413**	,550**	,555**	
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).													
Correlações ÁREA OESTE													
		IntG_HH	IntLR3_HH	EscG_HH	EscLR3_HH	IntG_T	IntLR1000T	EscG_T	EscLR1000T	MR1000	DR2d10a	R2d10a1000	
rô de Spearman	AtivEconT	,355**	,329**	,375**	,308**	,493**	,295**	,498**	,354**	,169**	,405**	,327**	
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).													
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).													

Fonte: a autora.

No caso da área Central, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de integração global (0,586, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força forte com a medida de integração global (0,716, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos

o maior valor foi de força moderada com a medida combinada de alcance métrico e direcional (0,555, $\rho=0,01$).

No caso da área Leste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,431, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força forte com a medida de integração local (0,757, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos, assim como o comportamento das correlações para todas as áreas e para a área Oeste, o maior valor foi de força forte com a medida de alcance direcional (0,713, $\rho=0,01$).

No caso da área Oeste, para o grupo de medidas obtidas via análise axial o maior valor foi de força fraca com a medida de escolha global (0,375, $\rho=0,01$), para o grupo de medidas obtidas via análise segmentada o maior valor foi de força moderada com a medida de escolha global (0,498, $\rho=0,01$), e para o grupo de medidas obtidas via modelagem de trechos o maior valor foi de força moderada com a medida de alcance direcional (0,405, $\rho=0,01$).

Pelos resultados, considerando todas as áreas analisadas conjuntamente quanto as áreas Central e Oeste, a ocorrência de atividades econômicas tende a crescer conforme aumentam os valores da medida de integração angular global e a diminuir conforme aumentam os valores da medida de escolha angular local. Para a área Leste, a ocorrência de atividades econômicas tende a crescer em maior proporção conforme aumentam os valores da medida de integração angular local. E comparativamente ao padrão de movimento de veículos e de presença de pessoas, o valor de correlação com a medida de escolha global também tende a aumentar conforme aumenta a quantidade de atividades não residenciais junto ao pavimento térreo das edificações ou integralmente ocupando o lote. Ou seja, acompanhando os deslocamentos gerados pelo sistema urbano, a alocação de atratores parece valer-se dessa dinâmica, indo ao encontro do que estabelece a economia de movimento, que o movimento teria efeito multiplicador e influenciaria na convergência de padrões urbanos.

A descrição do padrão de ocorrência de atividades econômicas correlacionada às tipologias funcionais (Tabela 25) demonstrou que para as áreas analisadas tanto conjuntamente quanto separadamente, a maioria das correlações foi significativa, positivas para T1, T4, T45, T2, T3, T5, Tipologia Funcional de Uso Misto e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial, e negativas para T6 e Tipologia Funcional de Uso Residencial. Para as áreas em separado, os maiores valores positivos de correlação foram, na área Leste, de força forte para T3 (0,754, $\rho=0,01$) e para Tipologia Funcional de Uso Não Residencial (0,739, $\rho=0,01$), na área Central, de força forte para T3 (0,859, $\rho=0,01$), para Tipologia Funcional de Uso Não Residencial

(0,856, $\rho=0,01$), para Tipologia Funcional de Uso Misto (0,811, $\rho=0,01$) e para T4 (0,760, $\rho=0,01$), e na área Oeste, de força forte para Tipologia Funcional de Uso Misto (0,776, $\rho=0,01$), para T45 (0,741, $\rho=0,01$) e para T3 (0,710, $\rho=0,01$). Sobre T6 e Tipologia Funcional de Uso Não Residencial, constatou-se que, nas áreas Leste e Central, os maiores valores negativos foram de força forte e moderada, já para a área Oeste, os valores de correlação foram de força fraca.

Tabela 25: Correlações de *Spearman* a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre Tipologias Funcionais e padrão de ocorrência atividades econômicas nas áreas de estudo delimitadas.

Correlações TODAS ÁREAS											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	AtivEconT	,391**	,639**	,517**	,407**	,758*	,298*	-,544**	,745**	,740**	-,487**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA LESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	AtivEconT	0,160	,572**	,320**	,311**	,754*	,355**	-,733**	,580**	,739**	-,696**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA CENTRAL											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	AtivEconT	,495**	,760**	,484**	,546**	,859**	,155**	-,650**	,811**	,856**	-,591**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											
Correlações ÁREA OESTE											
		T1	T4	T45	T2	T3	T5	T6	Tipologia Funcional Misto	Tipologia Funcional Não Residencial	Tipo Funcional Residencial
rô de Spearman	AtivEconT		,363**	,741**		,710**	-0,022	-,223**	,776**	,696**	-,224**
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).											
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).											

Fonte: a autora.

4.3.4 Correlações entre os diferentes padrões de descrição da Vitalidade Urbana

As correlações entre os diferentes componentes da Vitalidade Urbana (Tabela 26) demonstrou que, para todas as áreas analisadas em conjunto quanto separadamente, os valores entre os três dados de descrição foram próximos. Ou seja, para os trechos de análise selecionados, os padrões se sobrepõem, atingindo força forte para as áreas Central e Leste e, força moderada para a área Oeste.

Conforme a Figura 96, Figura 97 e Figura 98, houve a sobreposição dos pontos de coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana, os quais mantiveram a simbologia de gradação do

tamanho do marcador conforme a maior ou menor incidência de unidades levantadas. Aplicaram-se, ainda, níveis de transparência para a análise da concordância ou divergência da intensidade dos padrões da Vitalidade Urbana.

Tabela 26: Análise de correlação de Spearman dos dados descritivos da Vitalidade Urbana.

Correlações TODAS AREAS				Correlações ÁREA CENTRAL					
		Veiculos	Pessoas	AtivEconT		Veiculos	Pessoas	AtivEconT	
rô de Spearman	Veiculos	1,000	0,755**	0,776**	rô de Spearman	Veiculos	1,000	0,832**	0,795**
	Pessoas		1,000	0,780**		Pessoas		1,000	0,861**
	AtivEconT			1,000		AtivEconT			1,000

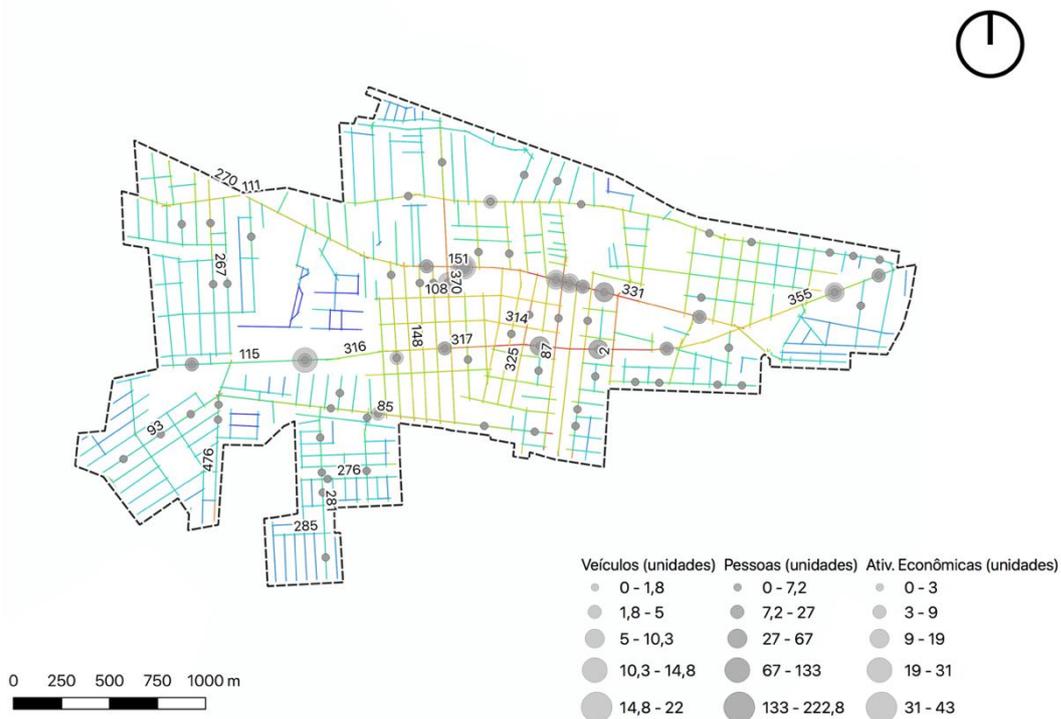
** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). ** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Correlações ÁREA LESTE				Correlações ÁREA OESTE					
		Veiculos	Pessoas	AtivEconT		Veiculos	Pessoas	AtivEconT	
rô de Spearman	Veiculos	1,000	0,821**	0,895**	rô de Spearman	Veiculos	1,000	0,551**	0,593**
	Pessoas		1,000	0,850**		Pessoas		1,000	0,598**
	AtivEconT			1,000		AtivEconT			1,000

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). ** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

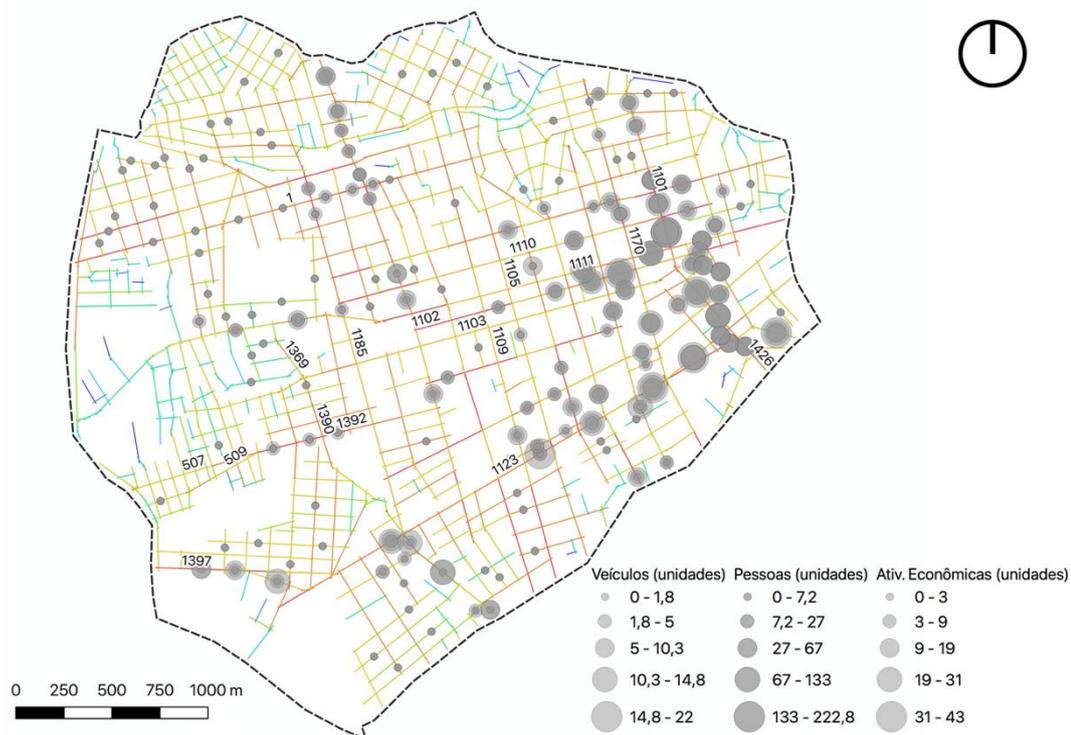
Fonte: a autora.

Figura 96: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Leste.



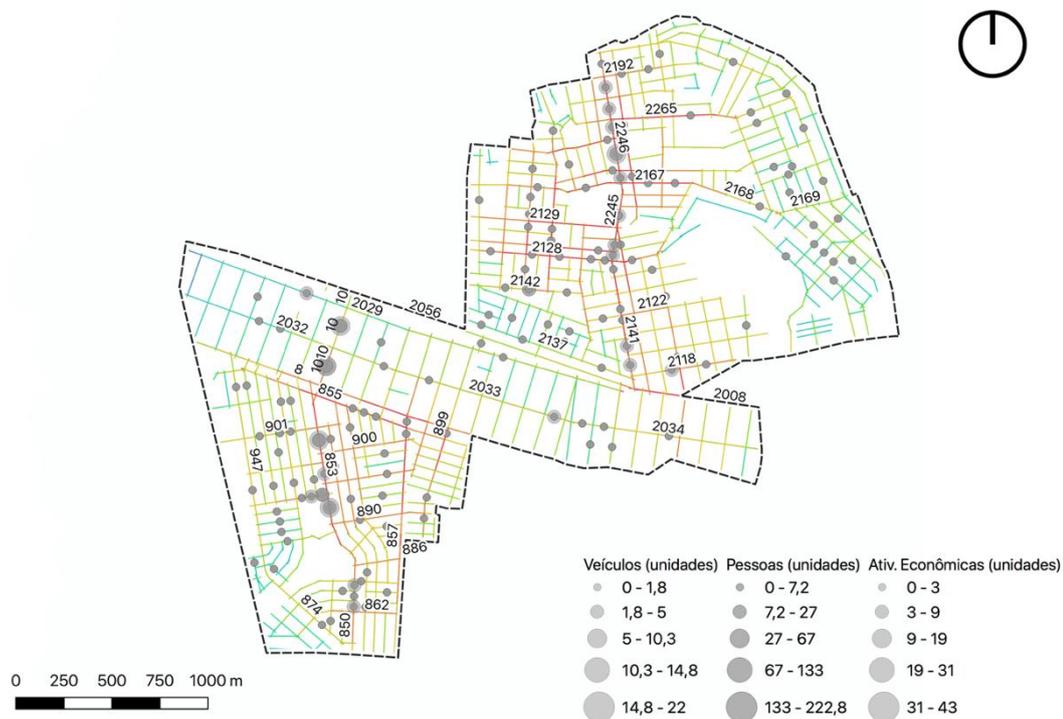
Fonte: a autora.

Figura 97: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.



Fonte: a autora.

Figura 98: Sobreposição dados descritivos da Vitalidade Urbana na área Oeste.



Fonte: a autora.

A fim de contribuir com a análise visual da espacialização das variáveis, junto das gradações da medida de integração angular local foram indicadas as IDs das linhas axiais com até 3-passos topológicos de profundidade e que desempenham, na estrutura urbana, o papel de *live centre lines* ou *local core lines*. No geral, para todas as áreas, os maiores tamanhos dos pontos, ou seja, onde há maior expressão dos componentes da Vitalidade Urbana, acompanham a maior gradação dos *rankings* da medida de integração. Para cada faixa de acessibilidade, verificou-se a proporção do ponto correspondente a cada variável de descrição, de modo a encontrar as regularidades e diferenças.

Neste sentido, para a área Leste, nas faixas de acessibilidade 5 e 6, os trechos de coleta junto à ID 115 (veículos, 14,75 unidades e atividades econômicas, 7 unidades), à ID 316 (veículos, 10 unidades e atividades econômicas, 10 unidades) e à ID 355 (veículos, 6,40 unidades e atividades econômicas, 4 unidades), apresentaram níveis de Vitalidade Urbana equivalentes às faixas de acessibilidade mais altas. Por outro lado, na faixa de acessibilidade 9, alguns trechos de coleta ofereceram níveis de Vitalidade Urbana registrados nas faixas de acessibilidade mais baixas.

Para a área Central, na faixa de acessibilidade 10, ou seja, a mais alta, os trechos de coleta apresentaram níveis de Vitalidade Urbana encontrados nas faixas de acessibilidade 9 e 8. Por outro lado, na faixa de acessibilidade 9 e 8, alguns trechos de coleta ofereceram os níveis mais elevados de Vitalidade Urbana, como junto às ID 1101 (veículos, 22 unidades, pessoas, 222,75 unidades e atividades econômicas, 25 unidades) e ID 1123 (veículos, 17,40 unidades, pessoas, 30,60 unidades e atividades econômicas, 31 unidades). Considerando que na área Central foi computado o maior valor da média de pessoas, 11,81 unidades, as diferenças conferidas aos níveis de Vitalidade Urbana são majoradas pela intensidade da presença de pessoas nas vias.

Na área Oeste, observou-se uma menor variação nos níveis de Vitalidade Urbana, ou seja, a maioria dos dados coletados não acompanha a gradação dos *rankings* da medida de integração. No entanto, estão na faixa de acessibilidade 10 os maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados, como nos trechos de coleta junto às ID 853 (veículos, 4 unidades, pessoas, 14 unidades e atividades econômicas, 16 unidades), ID 10 (veículos, 6,66 unidades, pessoas, 8,66 unidades e atividades econômicas, 14 unidades) e ID 2246 (veículos, 1,66, pessoas, 9,66 e atividades econômicas, 12 unidades). Considerando que na área Oeste foi computado o menor valor da média de veículos, 0,46 unidades, as diferenças conferidas aos níveis de Vitalidade Urbana são sustentadas pelo padrão de presença de pessoas e de ocorrência de atividades econômicas.

4.4 MODELOS DE ANÁLISE PARA AS ÁREAS DE ESTUDO

Os resultados via regressão múltipla nos Métodos 1 e 2, desenvolvidas em grupos de variáveis explicativas para os dados descritivos de veículos, pessoas e atividades econômicas, ora para análises onde todas as áreas aparecem tabuladas conjuntamente assim como para cada uma em separado, pretendem avaliar se a configuração espacial, na figura da medida sintática de integração, possibilita explicar os diferentes níveis ou graus de incidência da Vitalidade Urbana. E, ainda, investigar se os componentes da forma urbana, na figura da concentração de elementos morfológicos associados à composição do uso do solo do ambiente construído, enquanto convergência de padrões urbanos, contribuem para a Vitalidade Urbana.

4.4.1 Método 1: Modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo

Para o método 1, modelo de análise configuracional e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, modelos de regressão linear múltipla foram rodados para cada variável de resposta diferente (Veículos100m, Pessoas100m e AtividadesEconômicas100m), isto considerando ora todas as áreas conjuntamente ora cada área separadamente.

No caso de um primeiro modelo de análise para todas as áreas consideradas conjuntamente, todas as 11 variáveis configuracionais foram inicialmente incorporadas aos testes, ao passo que sucessivamente ocorreu a eliminação das variáveis que menos explicam a variável de desfecho. A escolha das variáveis que entram em cada um dos modelos foi feita a partir do método de seleção de variáveis *Stepwise*.

Assim, para Veículos100m (Veic100m), com as variáveis EscG_HH, EscG_T, IntG_T, MR1000 e DR2d10a (sendo não significativa EscG_HH), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor} < 0,05$), porém o coeficiente de determinação R^2 ajustado mostrou-se baixo (0,51), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram apenas 51% da variância da variável padrão de movimento de veículos.

Para Pessoas100m, com as variáveis EscG_HH, EscG_T, EscLR1000T, IntG_T, IntLR1000T e R2d10a1000 (sendo não significativas EscG_T e EscLR1000T), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor} < 0,05$), porém o coeficiente de determinação R^2 ajustado obtido foi baixíssimo (0,19), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram apenas 19% da variância da variável presença de pessoas.

Para Atividades Econômicas 100m, com as variáveis EscG_HH, IntG_T, IntLR1000T e DR2d10a (todas significativas), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p-valor < 0,05), mas também apresentou um coeficiente de determinação R² ajustado baixíssimo (0,39), de modo que estas variáveis explicaram apenas 39% da variância da variável ocorrência de atratores urbanos.

Ainda que todos os testes realizados no modelo inicial de análise tenham sido significativos, a qualidade de ajuste não indicou a explicação da variância dos dados a partir de coeficientes de determinação R² ajustado maiores que 0,80. Assim, procedeu-se à transformação nos dados (houve a soma e a posterior logaritmização), isto porque tenderia a auxiliar no sentido da linearização dos dados, na redução da variabilidade e também na estabilização da variância.

No caso de um segundo modelo de análise para as áreas consideradas separadamente, novamente todas as 11 variáveis configuracionais foram inicialmente incorporadas aos testes, ao passo que sucessivamente ocorreu a eliminação daquelas variáveis com maior p-valor.

Assim, na área Leste para log_veicmum (log(Veic100m+1)), com as variáveis IntG_HH, EscG_HH, EscLR3_HH, EscG_T, EscLR1000T, IntLR1000T, MR1000, DR2d10a e R2d10a1000 (sendo não significativas EscLR3_HH e IntLR1000T), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p-valor < 0,05), e o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se alto (0,84), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 84% da variância da variável padrão de movimento de veículos. Na análise dos gráficos de dispersão não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_veicmum.

Na área Central para log_veicmum (log(Veic100m+1)), com as variáveis IntLR3_HH, IntG_T, IntLR1000T e DRd210a (sendo não significativas IntLR3_HH e DR2d10a), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p-valor < 0,05), e o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se baixo (0,69), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 69% da variância da variável padrão de movimento de veículos. Por outro lado, observando os gráficos de dispersão houve a verificação de um padrão, ou seja, uma tendência crescente quando observado o valor da correlação de *Pearson* (0,823, $\rho=0,01$) da variável IntG_T com log_veicmum, o que não ocorreu com as outras variáveis explicativas.

Na área Oeste para log_veicmum (log(Veic100m+1)), com as variáveis IntLR3_HH, EscG_HH, EscLR1000T e DRd10a (sendo não significativas IntLR3_HH e EscG_HH), o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p-valor < 0,05), e o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se baixíssimo (0,45), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 45% da variância da variável veículos. E na análise dos gráficos de

dispersão, também não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável $\log_veicmum$.

Nesse segundo modelo de análise, a remoção das variáveis não evitou que medidas sintáticas informando as mesmas propriedades espaciais, ainda que calculadas a partir de unidades diferentes, fossem mantidas simultaneamente nos modelos. Optou-se por proceder um terceiro modelo de análise, nos quais cada grupo de variáveis configuracionais foi individualmente testado. Novamente, por grupo de medidas configuracionais houve a inserção nos testes, isso também a partir do método de seleção de variáveis *Stepwise*.

Conforme a Tabela 27, para as áreas analisadas conjuntamente e em cujos dados descritivos da Vitalidade Urbana manteve-se a transformação, as variáveis configuracionais do grupo 2 ofereceram modelos com maior capacidade explicativa para o padrão de movimento de veículos, presença de pessoas e ocorrência de atratores urbanos. No entanto, esses modelos, ainda que significativos, não apresentaram qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta a partir dos coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80.

Tabela 27: Resultados do coeficiente de determinação R^2 ajustado do Método 1 para todas as áreas analisadas conjuntamente entre variáveis configuracionais explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.

TODAS AS ÁREAS CONJUNTAMENTE			
	$\log_veicmum$ ($\log(\text{Veic}100m+1)$)	$\log_pessmum$ ($\log(\text{Pess}100m+1)$)	$\log_ativecmum$ ($\log(\text{AtivEc}100m+1)$)
	0,51	0,19	0,39
todas variáveis configuracionais	EscG_HH, EscG_T, IntG_T, MR1000 e DR2d10a	EscG_HH, EscG_T, EscLR1000T, IntG_T, IntLR1000T e R2d10a1000	EscG_HH, IntG_T, IntLR1000T e DR2d10a
apenas com variáveis configuracionais Grupo 1: IntG_HH, IntLR3_HH, EscG_HH e EscLR3_HH	0,42	0,35	0,29
apenas com variáveis configuracionais Grupo 2: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T	0,59	0,43	0,46
apenas com variáveis configuracionais Grupo 3: MR1000, DR2d10a e R2D10a1000	0,41	0,21	0,35

Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

No grupo 1 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial, para $\log_veicmum$ ($\log(\text{Veic}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,42 (variável do grupo não significativa EscLR3_HH), para $\log_pessmum$ ($\log(\text{Pess}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,35 (variável do grupo não significativa EscLR3_HH), e para $\log_ativecmum$ ($\log(\text{AtivEc}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,29 (todas as variáveis do grupo significativas).

No grupo 3 de variáveis sintáticas obtidas via análise sintática de alcance obtida via mapa de trechos, para $\log_veicmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,41 (variável do grupo não significativa R2d10a1000), para $\log_pessmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,21 (variável do grupo não significativa R2d10a1000), e para $\log_ativecmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,35 (todas as variáveis do grupo significativas).

No grupo 2 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial segmentado, para $\log_veicmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,59 (variável do grupo não significativa EscLR1000T), para $\log_pessmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,43 (variáveis do grupo não significativas EscG_T e EscLR1000T), e para $\log_ativecmum$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,46 (variável do grupo não significativa EscLR1000T).

Conforme a Tabela 28, para as áreas analisadas separadamente, as variáveis configuracionais do grupo 2 seguiram alcançando modelos significativos com maior capacidade explicativa para o padrão de movimento de veículos, presença de pessoas e ocorrência de atratores urbanos. A maioria desses modelos não apresentou qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta a partir dos coeficientes de determinação R2 ajustado maiores que 0,80, no entanto para alguns houve um melhor desempenho da capacidade preditiva.

No grupo 1 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial, para $\log_veicmum$ ($\log(\text{Veic}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,24 para a área Leste (única variável do grupo significativa EscG_HH), de 0,45 para a área Central (todas as variáveis do grupo significativas) e de 0,30 para a área Oeste (única variável do grupo significativa EscG_HH). Para $\log_pessmum$ ($\log(\text{Pess}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,18 para a área Leste (nenhuma variável do grupo significativa), de 0,32 para a área Central (variável do grupo não significativa IntG_HH) e de 0,16 para a área Oeste (variável do grupo não significativa IntG_HH). Para $\log_ativecmum$ ($\log(\text{AtivEc}100m+1)$), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,20 para a área Leste (nenhuma variável do grupo

significativa), de 0,40 para a área Central (todas as variáveis do grupo significativas) e de 0,26 para a área Oeste (variáveis do grupo não significativas IntG_HH e IntLR3_HH).

Tabela 28: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.

ÁREAS SEPARADAMENTE									
	log_veicmum (log(Veic100m+1))			log_pessmum (log(Pess100m+1))			log_ativecmum (log(AtivEc100m+1))		
	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste
apenas com variáveis configuracionais Grupo 1: IntG_HH, IntLR3_HH, EscG_HH e EscLR3_HH	0,24	0,45	0,30	0,18	0,32	0,16	0,20	0,40	0,26
apenas com variáveis configuracionais Grupo 2: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T	0,76	0,68	0,32	0,71	0,44	0,22	0,76	0,50	0,32
apenas com variáveis configuracionais Grupo 3: MR1000, DR2d10a e R2D10a1000	0,59	0,45	0,35	0,63	0,17	0,15	0,63	0,30	0,25

Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leonardo Almeida, Rafael Postal e Vinicius Moretti), 2023.

No grupo 3 de variáveis sintáticas obtidas via análise sintática de alcance obtida via mapa de trechos, para log_veicmum (log(Veic100m+1)), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,59 para a área Leste (variáveis do grupo não significativas MR1000 e R2d10a1000), de 0,45 para a área Central (variáveis do grupo não significativas MR1000 e R2d10a1000) e de 0,35 para a área Oeste (variáveis do grupo não significativas MR1000 e R2d10a1000). Para log_pessmum (log(Pess100m+1)), o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,63 para a área Leste (variáveis do grupo não significativas MR1000 e DR2d10a), de 0,17 para a área Central (variáveis do grupo não significativas MR1000 e R2d10a1000) e de 0,15 para a área Oeste (variáveis do grupo não significativas MR1000 e DR2d10a). Para log_ativecmum (log(AtivEc100m+1)) o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,63 para a área Leste (variável do grupo não significativa MR1000), de 0,30 para a área Central (variáveis do grupo não significativas MR1000 e R2d10a1000) e de 0,25 para a área Oeste (variável do grupo não significativa MR1000).

No grupo 2 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial segmentado, para log_veicmum (log(Veic100m+1)), na área Leste o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p-valor<0,05) e o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se alto (0,76)

(variável do grupo não significativa IntG_T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 76% da variância da variável padrão de movimento de veículos. Na análise dos gráficos de dispersão houve a constatação de um padrão crescente da variável log_veicmum conforme aumenta a variável IntLR1000T (valor da correlação de *Pearson* = 0,779, $\rho=0,01$), o que não ocorreu com as outras variáveis explicativas (Figura 99).

Na área Central o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se relativamente alto (0,68) (única variável do grupo significativa IntG_T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 68% da variância da variável veículos. Por outro lado, observando os gráficos de dispersão houve a verificação de um padrão crescente da variável log_veicmum conforme aumenta a variável IntG_T (valor da correlação de *Pearson* = 0,823, $\rho=0,01$), o que não ocorreu com as outras variáveis explicativas (Figura 100).

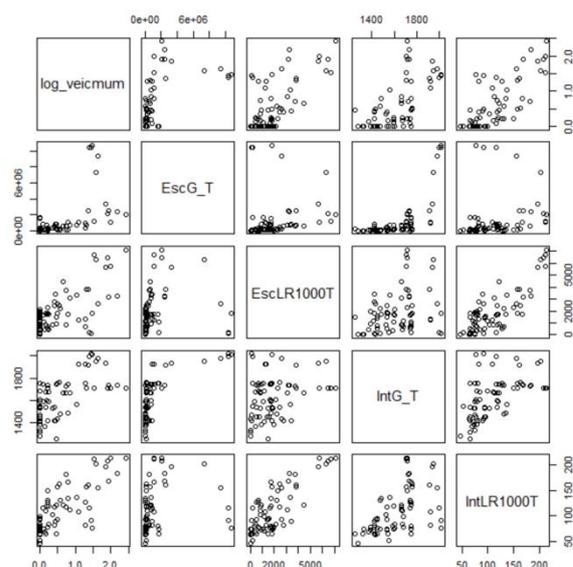
Na área Oeste, o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$), e o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se baixo (0,32) (variável do grupo não significativa IntLR1000T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 32% da variância da variável veículos. Na análise dos gráficos de dispersão não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_veicmum.

Para log_pessmum ($\log(\text{Pess}100m+1)$), na área Leste o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$) e o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se alto (0,71) (única variável do grupo significativa IntLR1000T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 71% da variância da variável do padrão de presença de pessoas. Na análise dos gráficos de dispersão houve a constatação de um padrão crescente da variável log_pessmum conforme aumenta a variável IntLR1000T (valor da correlação de *Pearson* = 0,840, $\rho=0,01$), o que não ocorreu com as outras variáveis explicativas (Figura 101).

Na área Central o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$) e o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se baixo (0,44) (variáveis do grupo não significativas EscG_T e EscLR1000T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 44% da variância da variável pessoas. Na análise dos gráficos de dispersão não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_pessmum.

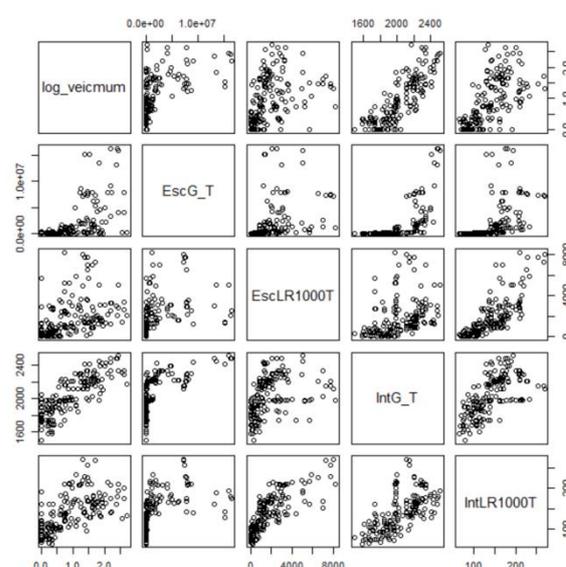
Na área Oeste o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$) e o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se baixíssimo (0,22) (única variável do grupo significativa EscLR1000_T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 22% da variância da variável pessoas. Na análise dos gráficos de dispersão também não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_pessmum.

Figura 99: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_veicmum na área Leste.



Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

Figura 100: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_veicmum na área Central.



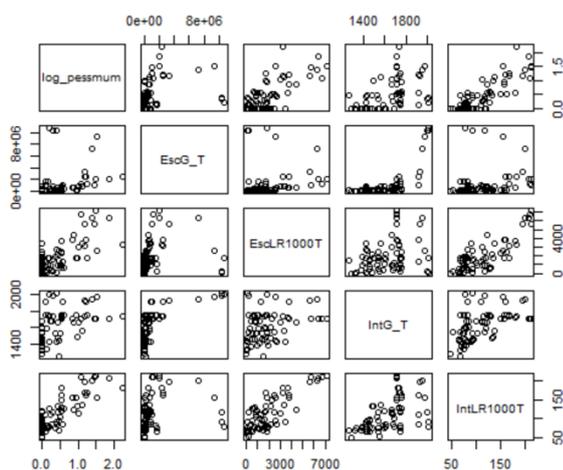
Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

Para log_ativecmum ($\log(\text{AtivEc}100\text{m}+1)$), na área Leste o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$) e o coeficiente de determinação R^2 ajustado mostrou-se alto (0,76) (variável do grupo não significativa IntG_T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 76% da variância da variável padrão de ocorrência de atratores urbanos. Na análise dos gráficos de dispersão houve a constatação de um padrão crescente da variável log_ativecmum conforme aumenta a variável IntLR1000T (valor da correlação de Pearson = 0,830, $\rho=0,01$), o que não ocorreu com as outras variáveis explicativas (Figura 102).

Na área Central o resultado alcançado pelo modelo foi significativo ($p\text{-valor}<0,05$) e o coeficiente de determinação R^2 ajustado mostrou-se baixo (0,50) (única variável do grupo significativa IntG_T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 50% da variância da variável atividades econômicas. Na análise dos gráficos de dispersão, não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_ativecmum.

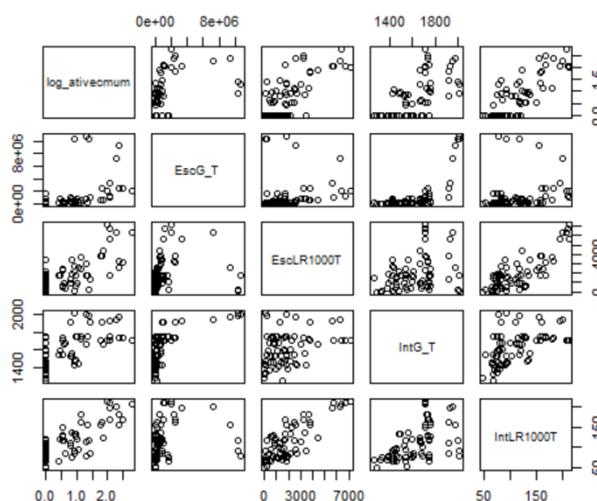
Na área Oeste, o resultado alcançado pelo modelo foi significativo (p -valor $<0,05$) e o coeficiente de determinação R^2 ajustado mostrou-se baixíssimo (0,32) (variáveis do grupo não significativas EscLR1000T e IntLR1000T), significando que as variáveis mantidas no modelo explicaram 32% da variância da variável atividades econômicas. Na análise dos gráficos de dispersão também não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_ativecum.

Figura 101: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_pessmum na área Leste.



Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

Figura 102: Gráfico de dispersão dos resultados Método 1 para as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais explicativas (grupo 2) e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados: log_ativecum na área Leste.



Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

4.4.2 Método 2: Modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo

Para o método 2, modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, modelos de regressão linear múltipla foram rodados para cada variável de resposta diferente (Veículos100m, Pessoas100m e AtividadeEconômica100m, nos quais manteve-se a transformação), isto considerando ora todas as áreas conjuntamente ora cada área separadamente. Como as variáveis explicativas configuracionais do grupo 2 obtidas via análise

mapa axial segmentado foram as que ofereceram modelos com maior capacidade explicativa, utilizou-se nos modelos seguintes, do método 2, estas medidas acompanhadas por variáveis morfológicas, isto a fim de averiguar se o valor de coeficiente de determinação R2 ajustado aumentaria.

Conforme a Tabela 29, para as áreas analisadas conjuntamente, a maioria dos modelos, ainda que significativos, não explicam bem a variância dos dados de resposta da Vitalidade Urbana a partir dos coeficientes de determinação R2 ajustado. Mas a inserção das variáveis morfológicas colaboraram para que o R2 ajustado dos modelos aumentasse em relação aos valores do coeficiente de R2 ajustado do modelo apenas com variáveis configuracionais do grupo 2.

Tabela 29: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 2 para todas as áreas analisadas conjuntamente entre variáveis configuracionais e morfológicas explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.

TODAS AS ÁREAS CONJUNTAMENTE			
	log_veicmum (log(Veic100m+1))	log_pessmum (log(Pess100m+1))	log_ativcemum (log(AtivEc100m+1))
modelo 1) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + Lote100m, TestLote e AreaLote	0,69	0,77	0,33
modelo 2) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + Lote100m, TestLote e AreaLote + AreaConstruida	0,64	0,51	0,48
modelo 3) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + ACTR100m, ACTNR100m e ACTM100m	0,66	0,58	0,55
modelo 4) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + TR100m, TNR100m e TM100m	0,72	0,67	0,79

Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

Isto posto, o percentual de explicação da variância para os dados de Vitalidade Urbana seguiu ancorado, majoritariamente, nas variáveis configuracionais, de modo que comparativamente ao método 1 com o modelo das variáveis configuracionais do grupo 2, as inserções das variáveis morfológicas foram benéficas aos modelos, pois o coeficiente de determinação R2 ajustado aumentou para a variável veículos, acrescentando um percentual de 5 a

13%, aumentou para a variável de pedestres de 8 a 34%, e aumentou para a variável atividades econômicas de 2 a 33%.

Nas opções em que houve o teste de modelos com as variáveis morfológicas de densidade de lotes, testada média dos lotes, média da área dos lotes e média da área construída, ou seja, sem a distinção da classificação do tipo de tipologia funcional (modelos 1 e 2), os modelos tiveram o coeficiente de R2 ajustado em relação aos veículos de 59% para, respectivamente, 69% e 64%, às pessoas de 43% para, respectivamente, 77% e 51%, e às atividades econômicas de 46% para, respectivamente, 33% e 48%. Já nas opções em que houve o teste de modelos com as variáveis morfológicas de área total construída e de densidade conforme a distinção da classificação do tipo de tipologia funcional inserida nos lotes (modelo 3 e 4), os modelos tiveram o coeficiente de R2 ajustado em relação aos veículos de 59% para, respectivamente, 66% e 72%, às pessoas de 43% para, respectivamente, 58% e 67%, e às atividades econômicas de 46% para, respectivamente, 55% e 79%.

No modelo 1 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (Lote100m, TestLote e AreaLote), para \log_{veicmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,69 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, Lote100m e TestLote), para \log_{pessmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,77 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T e IntLR1000T), e para $\log_{\text{ativecmum}}$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,33 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T e IntG_T).

No modelo 2 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (Lote100m, TestLote, AreaLote e AreaConstruida), para \log_{veicmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,64 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T, EscLR1000T, Lote100m, TestLote e AreaConstruida), para \log_{pessmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,51 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, TestLote e AreaConstruida), e para $\log_{\text{ativecmum}}$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,48 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, EscG_T, TestLote e AreaConstruida).

No modelo 3 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (ACTR100m, ACTNR100m e ACTM100m), para \log_{veicmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,66 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T, EscLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m), para \log_{pessmum} , o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,58 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m), e para $\log_{\text{ativecmum}}$, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,55 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, EscG_T, EscLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m).

No modelo 4 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (TR100m, TNR100m e TM100m), para $\log_veicmum$, o coeficiente de determinação R² ajustado foi de 0,72 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, EscG_T, TR100m, TNR100m e TM100m), para $\log_pessmum$, o coeficiente de determinação R² ajustado foi de 0,67 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, TNR100m e TM100m), e para $\log_ativecmum$, o coeficiente de determinação R² ajustado foi de 0,79 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, EscG_T, EscLR1000T, TNR100m e TM100m).

No modelo 1, apesar do coeficiente de determinação R² ajustado ter sido o mais alto dentre os demais modelos do Método 2 para explicar a variável de resposta pessoas, as variáveis explicativas significativas do modelo (o mesmo ocorreu com o modelo para atividades econômicas), foram apenas as configuracionais. Para a variável de resposta veículos, a média da Área de Lote mostrou-se a única variável não significativa, e a única variável de efeito preditivo negativo foi a variável morfológica de densidade de lotes. No modelo 2, o coeficiente de determinação R² ajustado não foi mais alto para explicar a variável de resposta veículos e pessoas em relação aos valores do modelo 1, mas as variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica média da Área Construída desempenhando efeito preditivo positivo. Entre os modelos 3 e 4, quando inseridas as variáveis morfológicas com a atribuição do tipo de tipologia funcional inserida nos lotes (considerando ora a área total construída ora a densidade), para as variáveis de resposta pessoas e atividades econômicas, mostraram-se significativas e de efeito preditivo positivo as variáveis referentes às tipologias de uso não residencial (TNR100m e pessoas, valor da correlação de *Pearson* = 0,682, $\rho=0,01$, TNR100m e atividades econômicas, valor da correlação de *Pearson* = 0,748, $\rho=0,01$) e de uso misto (TM100m e pessoas, valor da correlação de *Pearson* = 0,674, $\rho=0,01$, e TM100m e atividades econômicas, valor da correlação de *Pearson* = 0,750, $\rho=0,01$), indicando que o padrão de presença de pessoas e de ocorrência de atratores urbanos seria diretamente afetado conforme os valores estimados de área total construída ou de densidade dessas tipologias nos trechos de rua. Já para a variável de resposta veículos, mostrou-se também significativa a variável referente ao uso exclusivamente residencial (TR100m, valor da correlação de *Pearson* = -0,657, $\rho=0,01$), porém de efeito preditivo negativo, indicando que o padrão de movimento de veículos seria inversamente afetado conforme os valores estimados de área total construída ou de densidade de tipologias residenciais presentes nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

Conforme a Tabela 30, para as áreas analisadas separadamente, alguns modelos apresentaram qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta da Vitalidade Urbana a partir dos coeficientes de determinação R² ajustado maiores que 0,80. Foram cinco diferentes modelos os testados com as variáveis explicativas configuracionais e morfológicas, o que beneficiou a alteração do percentual de explicação da variância para os dados de Vitalidade Urbana, para a variável veículos, o coeficiente de determinação R² ajustado aumentou acrescentando um percentual de 1 a 16% nos modelos, para a variável de pedestres, um percentual de 1 a 23%, e para a variável atividades econômicas, um percentual de 1 a 39%. Nas opções em que houve o teste de modelos com as variáveis morfológicas de densidade de lotes, testada média dos lotes, média da área dos lotes e média da área construída, ou seja, sem a distinção da classificação do tipo de tipologia funcional (modelos 1 e 2), os modelos tiveram os menores valores de aumento no coeficiente de R² ajustado. Já nas opções em que houve o teste de modelos com as variáveis morfológicas de área total construída e de densidade conforme a distinção da classificação do tipo de tipologia funcional inserida nos lotes (modelo 3, 4 e 5), os modelos tiveram os maiores valores de aumento no coeficiente de R² ajustado.

Tabela 30: Resultados do coeficiente de determinação R² ajustado do Método 2 para todas as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais e morfológicas explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.

(continua)

TODAS AS ÁREAS SEPARADAMENTE									
	log_veicmum (log(Veic100m+1))			log_pessmum (log(Pess100m+1))			log_ativecmum (log(AtivEc100m+1))		
	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste
modelo 1) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + Lote100m, TestLote e AreaLote	0,78	0,69	0,34	0,72	0,45	0,24	0,77	0,51	0,32
modelo 2) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + Lote100m, TestLote e AreaLote + AreaConstruida	0,81	0,72	0,36	0,75	0,50	0,37	0,79	0,53	0,38
modelo 3) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + ACTR100m, ACTNR100m e ACTM100m	0,84	0,73	0,39	0,79	0,58	0,44	0,84	0,60	0,47

Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

Tabela 30: Resultados do coeficiente de determinação R2 ajustado do Método 2 para todas as áreas analisadas separadamente entre variáveis configuracionais e morfológicas explicativas e dados descritivos da Vitalidade Urbana transformados.

(conclusão)

TODAS AS ÁREAS SEPARADAMENTE									
	log_veicmum (log(Veic100m+1))			log_pessmum (log(Pess100m+1))			log_ativecmum (log(AtivEc100m+1))		
	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste	Leste	Central	Oeste
modelo 4) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + TR100m, TNR100m e TM100m	0,82	0,76	0,46	0,76	0,77	0,42	0,87	0,87	0,68
modelo 5) variáveis configuracionais e morfológicas: IntG_T, IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T + T1.100m, T4.100m, T45.100m, T2.100m, T3.100m, T5.100 e T6.100m	0,83	0,76	0,48	0,75	0,81	0,46	0,86	0,86	0,71

Fonte: NAE, UFRGS (Prof. Dr. Fernando Pulgati, acadêmicos Igor Zanetti, Leornado Almeida, Rafael Postal e Vinícius Moretti), 2023.

No modelo 1 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (Lote100m, TestLote e AreaLote), na área leste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,78 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T e EscLR1000T), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,72 (variável significativa IntLR1000T), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,77 (variável significativa IntLR1000T). Na área Central para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,69 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, Lote100m e TestLote), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,45 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T e EscLR1000T), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,51 (variáveis significativas IntG_T e TestLote). Na área Oeste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,34 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T e EscLR1000T), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,24 (variáveis significativas IntG_T, EscLR1000T e Lote100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,32 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T e EscLR1000T).

No modelo 2 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (Lote100m, TestLote, AreaLote e AreaConstruida), na área leste para log_veicmum, o coeficiente de

determinação R2 ajustado foi de 0,81 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, EscLR1000T e AreaConstruida), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,75 (variáveis significativas IntLR1000T, TestLote e AreaConstruida), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,79 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, EscLR1000T e AreaConstruida). Na área Central para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,72 (variáveis significativas IntG_T, EscLR1000T, TestLote e AreaConstruida), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,50 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, TestLote e AreaConstruida), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,53 (variáveis significativas IntG_T, TestLote e AreaConstruida). Na área Oeste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,36 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T, EscLR1000T e AreaConstruida), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,37 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T, TestLote e AreaConstruida), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,38 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T e AreaConstruida).

No modelo 3 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (ACTR100m, ACTNR100m e ACTM100m), na área leste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,84 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, EscLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,79 (variáveis significativas IntLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,84 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, ACTR100m, ACTNR100m e ACTM100m). Na área Central para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,73 (variáveis significativas IntG_T, ACTNR100m e ACTM100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,58 (variáveis significativas IntG_T, ACTNR100m e ACTM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,60 (variáveis significativas IntG_T e ACTM100m). Na área Oeste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,39 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T e ACTM100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,44 (variáveis significativas EscLR1000T, ACTNR100m e ACTM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,47 (variáveis significativas IntG_T, EscG_T, ACTNR100m e ACTM100m).

No modelo 4 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (TR100m, TNR100m e TM100m), na área leste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2

ajustado foi de 0,82 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T e TNR100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,76 (variáveis significativas IntLR1000T, TNR100m e TM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,87 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, TR100m, TNR100m e TM100m). Na área Central para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,76 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, TR100m e TNR100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,77 (variáveis significativas EscLR1000T, TR100m, TNR100m e TM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,87 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, EscLR1000T, TNR100m e TM100m). Na área Oeste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,46 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T, TNR100m e TM100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,42 (variáveis significativas EscLR1000T, TNR100m e TM100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,68 (variáveis significativas IntG_T, EscLR1000T, TR100m, TNR100m e TM100m).

No modelo 5 de variáveis configuracionais do grupo 2 e morfológicas (T1.100m, T4.100m, T45.100m, T2.100m, T3.100m, T5.100m e T6.100m), na área leste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,83 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T, T4.100m e T3.100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,75 (variáveis significativas IntLR1000T, T45.100m e T3.100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,86 (variáveis significativas IntLR1000T, EscG_T, T4.100m, T45.100m, T3.100m e T6.100m). Na área Central para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,76 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, T3.100m, T5.100m e T6.100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,81 (variáveis significativas IntLR1000T, EscLR1000T, T1.100m, T4.100m, T2.100m, T3.100m e T6.100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,86 (variáveis significativas IntG_T, IntLR1000T, T1.100m, T4.100m, T45.100m, T3.100m e T6.100m). Na área Oeste para log_veicmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,48 (variáveis significativas EscG_T, EscLR1000T, T4.100m, T45.100m e T3.100m), para log_pessmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,46 (variáveis significativas EscLR1000T, T4.100m, T45.100m e T3.100m), e para log_ativecmum, o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,71 (variáveis significativas IntG_T, EscLR1000T, T4.100m, T45.100m, T3.100m e T6.100m).

No modelo 1, os coeficientes de determinação R² ajustado mantiveram-se iguais ou bastante próximos, com aumento percentual entre 1 a 2% aos valores dos demais modelos do Método 1, ou seja, as variáveis explicativas morfológicas significativas Lote100m, TestLote e AreaLote não contribuíram para a qualidade do ajuste dos modelos. No modelo 2, todos os coeficientes de determinação R² ajustado foram mais altos, com aumento percentual entre 2 a 15%, se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta, e as variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica média da Área Construída. Na área Oeste, para a variável pessoas, o coeficiente de determinação R² ajustado passou de 0,22 no método 1 (única variável do grupo significativa EscLR1000_T), para 0,24 no modelo 1 (variável morfológica significativa Lote100m) e para 0,37 no modelo 2 (variáveis morfológicas significativas TestLote e AreaConstruida), significando que as variáveis mantidas neste último modelo explicaram 37% da variância da variável do padrão de presença de pessoas. Ao consultar o valor da correlação de *Pearson* (0,459, $\rho=0,01$) da variável AreaConstruida com log_pessmum, ainda que não haja um padrão de relação crescente, observou-se que para a área Oeste, onde o valor de 186,56m² da média de Área Construída é o menor dentre as três áreas delimitadas, a variável influencia a presença de pessoas nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

No modelo 3, quando foram inseridas variáveis morfológicas com a atribuição da área total construída conforme o tipo de uso da tipologia funcional inserida nos lotes, todos os coeficientes de determinação R² ajustado foram mais altos, com aumento percentual entre 5 a 22% se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta, e as variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da área total construída das tipologias de uso misto. Na área Leste, para a variável de resposta pedestres, o coeficiente de determinação R² ajustado, de 0,79, foi o mais alto de todos os modelos do método 2.

No modelo 4, com a inserção de variáveis morfológicas com a atribuição da densidade de incidência do tipo de uso da tipologia funcional inserida nos lotes, os coeficientes de determinação R² ajustado foram mais altos, com aumento percentual entre 5 a 22% se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta. Para a variável veículos na área Central, o coeficiente de determinação R² ajustado alcançou 0,76, o mais alto ao lado do modelo 5, de todos os modelos do método 2, significando que as variáveis mantidas neste modelo explicaram 76% da variância da variável do padrão de movimento de veículos. Já para a variável atividades econômicas, nas áreas Leste e Central, os coeficientes de determinação R² ajustado atingiram 0,87, os mais altos de todos os modelos do método 2,

significando que as variáveis mantidas nestes modelos explicaram 87% da variância da variável do padrão de ocorrência de atratores urbanos. As variáveis explicativas significativas da maioria dos modelos, com exceção das áreas Leste e Central para a variável de veículos, incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da densidade de tipologias de uso misto (TM100m). Quando a variável morfológica da densidade de tipologias de uso exclusivamente residencial (TR100m) mostrou-se significativa nos modelos, o efeito preditivo foi negativo, indicando que o padrão de dados descritivos da Vitalidade Urbana (para veículos e pessoas na área Central, e para atividades econômicas nas áreas Leste e Oeste) seria inversamente afetado conforme os valores estimados dessa variável nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

No modelo 5, com a inserção de variáveis morfológicas com a atribuição da densidade de incidência de acordo com o tipo específico de tipologia funcional inserida nos lotes, os coeficientes de determinação R² ajustado foram ainda mais altos, com aumento percentual entre 4 a 39% se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta. Para a variável veículos na área Central e para a variável atividades econômicas na área Oeste, os coeficientes de determinação R² ajustado atingiram, respectivamente 0,76 e 0,71, os mais altos de todos os modelos do método 2, significando que as variáveis mantidas nestes modelos explicaram 76% e 71% da variância da variável do padrão do movimento de veículos e de ocorrência de atratores urbanos. As variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da densidade de tipologias funcionais de atividades econômicas de baixa altura (T3.100m). Quando a variável morfológica da densidade de tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (T6.100m) mostrou-se significativa nos modelos, o efeito preditivo foi negativo, indicando que o padrão de dados descritivos da Vitalidade Urbana (para veículos e pessoas na área Central, e para atividades econômicas nas três áreas delimitadas) seria inversamente afetado conforme os valores estimados dessa variável nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

Mas faz-se necessário ressaltar, como limitações, que os valores absolutos das estimativas do R², no caso dos aumentos percentuais oferecidos pelos modelos, não são capazes de informar sobre a capacidade explicativa das variáveis se não forem interpretados em conjunto com uma análise sobre os erros dos modelos e suas distribuições de probabilidade. Sendo assim, as diferenças nos modelos do método 2 podem não ser tão expressivas quando efetivamente comparadas, todavia informam sobre quais seriam as variáveis explicativas significativas a contribuir para o entendimento do enquadramento da descrição da Vitalidade Urbana aqui abordada.

5. DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta, com o amparo dos capítulos “Fundamentação temática” e “Análises e resultados”, a discussão das áreas de estudo fruto das relações entre propriedades da configuração espacial da malha urbana, características – vinculadas à classificação das tipologias ou tipos de uso do solo – em termos de densidade dos elementos morfológicos e dados descritivos da Vitalidade Urbana. Os dados correspondentes à estrutura espacial e caracterização dos elementos morfológicos da forma urbana, por um lado, e de descrição dos componentes da Vitalidade Urbana, por outro, a partir dos procedimentos estatísticos verificaram o coeficiente de explicação entre as variáveis envolvidas bem como, através de correlações, os padrões locacionais dos diferentes tipos de tipologias associadas ao uso do solo.

Todavia, resumir o conjunto de resultados desta investigação mostra-se uma tarefa de difícil condução. Isto porque uma hierarquia precisa ser estabelecida para definir quais resultados são mais significativos, mas é fato existirem resultados isolados os quais não puderam ser explorados ou totalmente compreendidos e cuja importância, portanto, não pode ser reconhecida. Assim, os resultados apresentados, a partir de padrões identificáveis e recorrentes, estão resumidos no que se segue, retomando as hipóteses de pesquisa.

5.1 DISCUSSÃO SOBRE A VITALIDADE URBANA EXPLICADA PELO MODELO DE ANÁLISE CONFIGURACIONAL URBANA DAS ÁREAS DE ESTUDO

Esta tese parcialmente comprovou que a Vitalidade Urbana primariamente acompanharia as variações na estrutura espacial. Ou seja, sua ocorrência se daria em todo e qualquer lugar urbano em diferentes graus e/ou intensidades, porém sempre dependente da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano.

Partindo da hipótese central de investigação de que a Vitalidade Urbana seria um fenômeno de natureza eminentemente configuracional, ou seja, estaria primordialmente associada à medida de integração, nos modelos de análise configuracional urbana a qualidade de ajuste não indicou a explicação da variância dos dados a partir de coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80. Mas para a área Leste, todos os padrões descritivos da Vitalidade Urbana apresentaram a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular local. E para a Central, apenas o padrão movimento de veículos apresentou a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular global.

5.1.1 Padrão movimento de veículos

Sobre o padrão de movimento de veículos para todas as áreas analisadas conjuntamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,711, $\rho=0,01$). Conforme o Método 1, modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana, no grupo de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial segmentado, para *log_veicmum* o coeficiente de determinação R2 ajustado foi de 0,59 (variável do grupo não significativa *EscLR1000T*).

Para a área Leste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,745, $\rho=0,01$). No método 1, o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se alto, de 0,76 (*IntG_T*: variável do grupo não significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 76% da variância da variável veículos. E houve a constatação de um padrão crescente da variável *log_veicmum* conforme aumenta a variável *IntLR1000T* (valor da correlação de *Pearson* = 0,779, $\rho=0,01$).

Para a área Central analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,838, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R2 ajustado mostrou-se relativamente alto, de 0,68 (*IntG_T*: única variável do grupo significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 68% da variância da variável veículos. E houve a verificação de um padrão crescente da variável *log_veicmum* conforme aumenta a variável *IntG_T* (valor da correlação de *Pearson* = 0,823, $\rho=0,01$).

Para a área Oeste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de escolha angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,497, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R2 ajustado para a área Oeste mostrou-se baixo, de 0,32 (*IntLR1000T*: variável do grupo não significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 32% da variância da variável veículos. E não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável *log_veicmum*.

Para Hillier e Hanson (1984), Hillier *et al.* (1983, 1987, 1993), Hillier (1996, 1999a, 1999b, 2007) e Penn *et al.* (1998), a configuração espacial vem a ser a principal geradora dos padrões de movimento natural. No caso das áreas Central e Leste, respectivamente, as medidas de integração global e local mostraram comportamento previsto pela teoria sintática, as quais

não só foram associadas como demonstraram ser capazes de explicar o padrão de movimento de veículos.

A respeito dos núcleos integradores, os valores médios das medidas axiais e angulares de integração global revelaram a hierarquia de centralidade para a área Central. E o padrão de movimento de veículos efetivamente apresentou maior concentração no núcleo sintático da área Central, averiguado pelo maior valor máximo, de 22 unidades em trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1101 e inserida na faixa de acessibilidade 9, assim como pelo maior valor médio, de 3,58 unidades. Apesar de conjecturado, em função dos valores médios das medidas de integração, axial e angular, global, que a distribuição de veículos na área Oeste fosse maior ou equivalente em relação à área Leste, empiricamente isto não ocorreu. O valor da média foi de 1,80 unidades para a área Leste, e de 0,46 unidades para a área Oeste. Todavia, cabe ressaltar que o valor máximo de veículos registrado para a área Oeste, de 6,66 unidades, justapôs-se ao trecho de rua coincidente à linha axial de ID 10, uma *local core line* da parte sul daquele núcleo sintático, algo não registrado na área Leste. Para a área Leste, o valor médio da medida, tanto axial quanto angular, de escolha global mostrou-se maior do que na área Oeste, ou seja, considerando a facilidade diferenciada para a realização do movimento de passagem entre os núcleos sintáticos, pode estar aí uma das possíveis justificativas para o valor médio de veículos não encontrado na área Oeste.

Por se tratar do *core* do sistema urbano, a área Central possui as origens e os destinos mais acessíveis e, portanto, concentra os deslocamentos a nível global desde ou até as demais partes ou dos subsistemas, reunindo, portanto, estranhos e habitantes locais. Inclusive, a propriedade sintática da sinergia para a área Central (valor de correlação de *Pearson* = 0,781, $\rho=0,01$) apontou que a relação de inserção parte-todo do sistema viabilizaria essa maior interface de contato entre o movimento local e o global (Hillier, 2007). Já na área Leste, os deslocamentos são restritos localmente e, portanto, provavelmente realizados por moradores.

Na área Oeste apenas houve maior associação com a medida de escolha, sugerindo que o deslocamento de veículos parece informar menos as diferenças de concentração deste padrão nos espaços mais e menos integrados do que a distribuição do movimento, relativamente equitativo, refletido no fluxo de passagem entre origens e destinos. Dado o procedimento metodológico de seleção dos trechos nas áreas de estudo, tomaram-se proporcionalmente pontos para a coleta de dados de acordo com a estratificação, em 7 faixas de acessibilidade, pela medida de integração angular local de raio métrico 1000m. Por outro lado, para essa parte do sistema, cerca de 75% dos segmentos encontram-se no mesmo intervalo de classificação da medida de escolha angular global, apresentando valor médio, de 52268,8, enquanto ao

considerar todos os segmentos, o valor médio foi de 446008 e o valor máximo, de 18080200. Além disso, nos 150 trechos selecionados para a coleta de dados, o valor da média do movimento de veículos foi de 0,46 unidades e o valor máximo, de 6,66 unidades. Mas 146 trechos, cujo valor médio da medida de escolha angular global foi de 512208, ou seja, próximo ao valor médio da medida para a área, tiveram movimento de veículos no intervalo entre 0 a 1,8 unidades (em 72 trechos não houve incidência de veículos), refletindo a pouca variação no movimento de veículos. Portanto, este padrão foi melhor acompanhado pela menor gradação das vias para a realização do movimento de passagem do que pela maior diferença de hierarquia das vias entre os locais mais e menos acessíveis.

5.1.2 Padrão presença de pessoas

Sobre a descrição do padrão de presença de pessoas para todas as áreas analisadas conjuntamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,619, $\rho=0,01$). Conforme o Método 1, modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana, no grupo 2 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial segmentado, para *log_pessmum*, o coeficiente de determinação R² ajustado foi de 0,43 (variável do grupo não significativas *EscG_T* e *EscLR1000T*).

No caso da área Leste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,765, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se alto, de 0,71 (*IntLR1000T*: única variável do grupo significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 71% da variância da variável *pessoas*. E houve a constatação de um padrão crescente da variável *log_pessmum* conforme aumenta a variável *IntLR1000T* (valor da correlação de *Pearson* = 0,840, $\rho=0,01$).

No caso da área Central analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,694, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se baixo, de 0,44 (*EscG_T* e *EscLR1000T*: variáveis do grupo não significativas), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 44% da variância da variável *pessoas*. E não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável *log_pessmum*.

No caso da área Oeste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de escolha global (valor de correlação de *Pearson* = 0,422, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente

de determinação R² ajustado mostrou-se baixíssimo, de 0,22 (EscLR1000_T: única variável do grupo significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram apenas 22% da variância da variável pessoas. E não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_pessmum.

O paradigma configuracional da teoria do movimento natural (Hillier, 1996) aponta para a integração local como a melhor preditora do movimento de pedestres. No caso da área Leste, a medida de integração local não só foi associada como demonstrou ser capaz de explicar o padrão de movimento de pessoas.

Na área Central apenas houve maior associação com a medida de integração global. Visto que no núcleo integrador estariam as maiores concentrações do movimento de desconhecidos, dada a acessibilidade às partes mais integradas globalmente, e como o núcleo sintático da área Central coincide com o núcleo integrador, soma-se à concentração de desconhecidos, o movimento de moradores. Posto que o valor da média da presença de pessoas foi de 11,81 unidades na área Central, de 1,72 unidades na área Oeste e de 1,06 unidades na área Leste, o maior caráter público da rede de ruas do sistema urbano em investigação pode ser associado ao aumento dos valores da medida de integração global. Além disto, na área Oeste, os valores médios das medidas angulares locais mostraram-se maiores do que na área Leste e, inclusive, do que na área Central. Esta escala de análise refletiria o movimento de moradores pedestres, portanto, a concentração do padrão de presença de pessoas esperado deveria ser maior no núcleo sintático da área Oeste em relação à área Leste. Foi constatado que o valor médio da presença de pessoas foi relativamente maior para a área Oeste e menor para a área Leste.

Mas como o comportamento da incidência da presença de pessoas mostrou-se bastante disperso na área Central, a presença de pessoas, seja em movimento seja paradas, pode ter sido sujeita à interferência de outros fatores. Por exemplo, houve a ocorrência do valor máximo de 222,75 indivíduos junto à linha axial de ID 1101, de modo que a contagem de pessoas estacionárias ocupando ponto de ônibus interferiu na frequência e na diferença entre os valores de incidência. Assim como ocorreu com o segundo e terceiro maior valor da presença de pessoas, respectivamente de 133 unidades junto à linha axial de ID 1102 e de 131,60 unidades junto à linha axial de ID 1426. Não obstante, junto destes trechos selecionados para a coleta de dados, também foram registrados os maiores valores de incidência de atratores urbanos, sendo de 43 unidades junto à linha axial de ID 1102 e de 39 unidades junto à linha axial de ID 1426, ambas também apontadas como *live centre lines* ou *local core lines*. Isto sinalizaria o porquê

da não explicação do padrão de presença de pessoas junto às diferentes faixas ou graus de acessibilidade do sistema urbano da área Central.

Na área Oeste, assim como com o padrão de movimento de veículos, ocorreu uma maior associação com a medida de escolha, indicando que tanto o deslocamento de pedestres quanto de veículos parece distribuir-se nas rotas mais diretas, rápidas e curtas entre as origens e destinos possíveis. Wang (2009) relatou que em Wangkou também houve maior correlação do fluxo de pedestres com a medida de escolha global. A partir do que Hillier *et al.* (1987) expuseram sobre a integração ser uma propriedade passível de apreensão intuitiva das pessoas, a escolha alude que para as rotas possíveis haja um maior domínio dos caminhos mais curtos e rápidos quando o objetivo é alcançar, desde as muitas origens, os diferentes destinos. Ou seja, tratando-se de frequentadores habituais significa que este grupo possuiria um conhecimento prévio da área como um todo, isto por repetidamente explorar a sua configuração espacial.

5.1.3 Padrão ocorrência de atratores urbanos

Sobre a descrição do padrão de ocorrência de atratores urbanos para todas as áreas analisadas conjuntamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,640, $\rho=0,01$). Conforme o Método 1, modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana, no grupo 2 de variáveis sintáticas obtidas via mapa axial segmentado, para *log_ativecmum*, o coeficiente de determinação R^2 ajustado foi de 0,46 (variável do grupo não significativa EscLR1000T).

Para a área Leste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,757, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R^2 ajustado para a área Leste mostrou-se alto, de 0,76 (IntG_T: variável do grupo não significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 76% da variância da variável atividades econômicas. E houve a constatação de um padrão crescente da variável *log_ativecmum* conforme aumenta a variável IntLR1000T (valor da correlação de *Pearson* = 0,830, $\rho=0,01$).

Para a área Central analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,716, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R^2 ajustado mostrou-se baixo, de 0,50 (IntG_T: única variável significativa), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram 50% da variância

da variável atividades econômicas. E apesar da única variável significativa ter sido IntG_T, não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_ativecum.

Para a área Oeste analisada separadamente, a maior associação foi com a medida de escolha angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,498, $\rho=0,01$). No Método 1, o coeficiente de determinação R² ajustado mostrou-se baixíssimo, de 0,32 (EscLR1000T e IntLR1000T: variáveis do grupo não significativas), significando que as variáveis sintáticas angulares explicaram apenas 32% da variância da variável atividades econômicas. E não houve a constatação de um padrão entre as variáveis explicativas e a variável log_ativecum.

Apenas na área Leste a medida de integração angular corroborou a capacidade da estrutura configuracional como geradora do movimento natural e dos possíveis níveis de encontro social nos espaços. Assim, quanto maior a integração local de um segmento ou trecho de rua, maiores tenderão a ser os seus níveis de movimento de veículos, presença de pessoas e atratores urbanos.

Na área Central, houve maior associação apenas com a medida de integração global. Pode-se tratar do que Peponis *et al.* (2015) indicaram sobre ruas regulares e Aguiar (1991) sobre a sobreposição entre os núcleos sintáticos local e o global, visto que, nessa parte do sistema urbano, o traçado é ortogonal e a continuidade das linhas confere maior integração às linhas axiais. Assim, a regularidade da malha tende a diminuir a profundidade topológica e distribuir mais uniformemente a integração, não aumentando, substancialmente, os valores da medida de um segmento para o outro. Por outro lado, mostrou-se significativa a quantidade de linhas axiais identificadas como *live centre lines* ou *local core lines*, como o caso da de ID 1123, sendo a mais integrada global e localmente, seguida das de IDs 1109, 1105, 1185, 1170, 1426, 1101, 1103, 1111, 1110 e 1102, todas inseridas na subárea C.1, parte do sistema no qual está inserido o núcleo fundacional, porém alcançando os demais subsistemas. Ou seja, sobre estas linhas axiais, as localizações das atividades econômicas tendem a, ao tirar partido das vantagens de integração da malha urbana, beneficiar-se do padrão dos fluxos gerados pela configuração espacial. Neste sentido, Hillier *et al.* (1993) comentam sobre os efeitos multiplicadores acionarem um ciclo dinâmico, não necessariamente linear, de retroalimentação sobre e entre os padrões urbanos de movimento e atratores, o que sugere que as atividades econômicas alocadas, ao distribuírem-se pontual e/ou desigualmente, não puderam ser explicadas de acordo com a gradação das diferentes faixas ou graus de acessibilidade do sistema urbano da área Central.

Na área Oeste, novamente foi a escolha angular a variável configuracional com maior capacidade de associação com o padrão de atratores urbanos. Para Hillier *et al.* (1993), os espaços priorizados pelo movimento de passagem podem ser selecionados como bons locais

para usos do solo que tirariam proveito dessa condição do movimento. Tendo em vista que quando há deformação, a descontinuidade e menor comprimento das linhas axiais aumenta a profundidade topológica o que, gradativamente, diminui a permeabilidade da malha urbana e torna as linhas axiais menos integradas. Além disso, o valor médio da medida de alcance direcional mostrou-se o menor dentre as áreas de estudo, revelando a menor continuidade e extensão dos espaços alcançáveis no limite de até 2 mudanças de direção. Já o valor médio da medida de alcance métrico com limite de raio de 1000m foi o maior, o que demonstra a intensificação da malha urbana. Assim, apesar de maior a densidade de ruas e de interseções potencialmente alcançáveis, a gradação de acessibilidade, de até 3-passos topológicos, ao sistema como um todo ficam restritas a poucas linhas axiais, as *live centre lines*, no caso das de IDs 10, 853, 850, 2141, 2245 e 2246. Sobre estas linhas estão distribuídas as atividades econômicas e para além delas, há homogeneidade em termos de uso do solo, predominando o residencial, e de densidade construída.

5.2 DISCUSSÃO SOBRE A VITALIDADE URBANA EXPLICADA PELO MODELO DE ANÁLISE DA FORMA URBANA DAS ÁREAS DE ESTUDO

Esta tese parcialmente comprovou que a Vitalidade Urbana, além da dependência da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano, seria acompanhada da maior ou menor densidade ou intensificação de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial.

No Método 2, modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, a maioria dos modelos, mesmo que significativos, não obtiveram coeficientes de determinação R^2 ajustado que explicassem bem a variância dos dados de resposta da Vitalidade Urbana. Ainda assim, a inserção das variáveis morfológicas colaboraram para o aumento dos coeficientes de explicação obtidos no Método 1, e especificamente junto aos modelos com a densidade de tipologias funcionais, os coeficientes de explicação mostraram-se mais altos, tanto próximos quanto até maiores que 0,80.

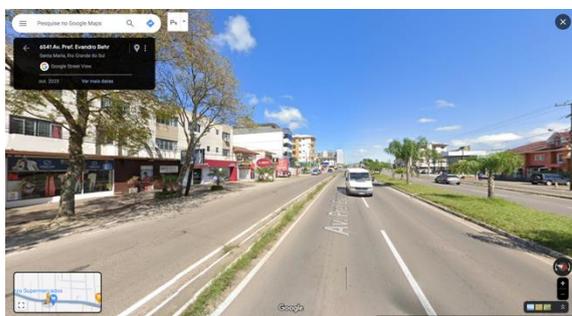
5.2.1 Padrão movimento de veículos

No Método 2, modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana, para as áreas de estudo analisadas conjuntamente o padrão movimento de veículos do modelo 4 atingiu o maior valor de explicação, de 72% (diferentemente do valor de explicação de 59% no Método 1),

sendo a variável configuracional significativa de maior associação integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,729, $\rho=0,01$) e as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,685, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso residencial (valor de correlação de *Pearson* = -0,657, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,592, $\rho=0,01$).

Para a área Leste analisada separadamente, o padrão de movimento de veículos para os modelos 1, 2 e 3 teve maior associação com a variável configuracional integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,779, $\rho=0,01$). No modelo 3, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 84% (sendo 76% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram área construída por uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,679, $\rho=0,01$) e área construída por uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,627, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com TM (0,533, $\rho=0,01$) e TNR (0,630, $\rho=0,01$). Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de uso misto pode ser ilustrada pelo valor de 4905,84m² de ACM100m e de 6,48 unidades de TM100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 103). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de uso não residencial pode ser ilustrada pelo valor de 2028,85m² de ACNR100m e de 8,18 unidades de TNR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 149 e inserida na faixa de acessibilidade 7 (Figura 104).

Figura 103: Área Leste, linha axial ID 151
(Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Figura 104: Área Leste, linha axial ID 149
(Faixa Acessibilidade 7).



Fonte: GSV (2023).

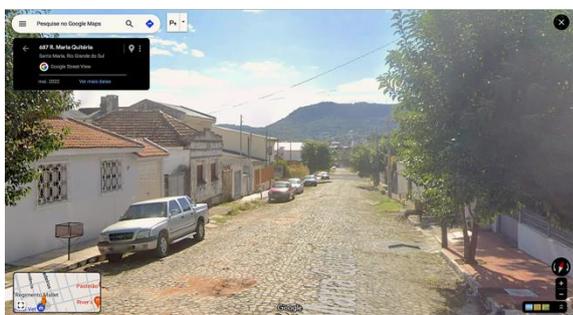
Já nos modelos 4 (82% de explicação) e 5 (83% de explicação), o padrão de movimento de veículos teve maior associação com a variável configuracional escolha angular local (valor

de correlação de *Pearson* = 0,698, $\rho=0,01$) e as variáveis morfológicas significativas foram, para o modelo 4, tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,716, $\rho=0,01$), e, para o modelo 5, tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,724, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso misto em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,578, $\rho=0,01$).

Para a área Central analisada separadamente, o padrão de movimento de veículos para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,823, $\rho=0,01$). Os modelos 4 e 5 alcançaram o maior valor de explicação, de 76% (sendo o valor de explicação atingido no Método 1 de 68%).

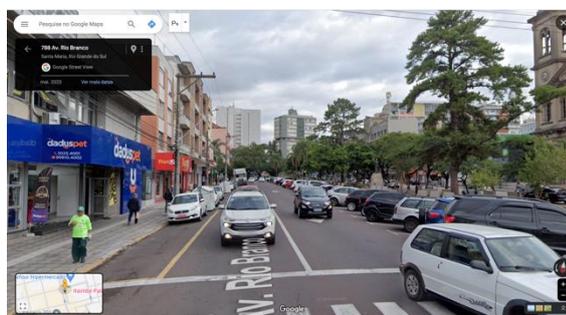
As variáveis morfológicas significativas foram, para o modelo 4, tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,654, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso residencial (valor de correlação de *Pearson* = -0,697, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com TNR (0,749, $\rho=0,01$) e TR (-0,581, $\rho=0,01$). Ou seja, a tendência de diminuição da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de uso residencial pode ser ilustrada pelo valor de 20,14 unidades de TR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1225 e inserida na faixa de acessibilidade 4 (Figura 105). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de uso não residencial pode ser ilustrada pelo valor de 7,61 unidades de TNR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1109 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 106).

Figura 105: Área Central, linha axial ID 1225 (Faixa Acessibilidade 4).



Fonte: GSV (2022).

Figura 106: Área Central, linha axial ID 1109 (Faixa Acessibilidade 9).

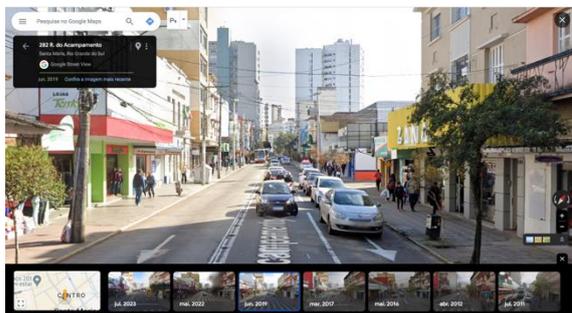


Fonte: GSV (2023).

As variáveis morfológicas significativas foram, para o modelo 5, tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,655, $\rho=0,01$),

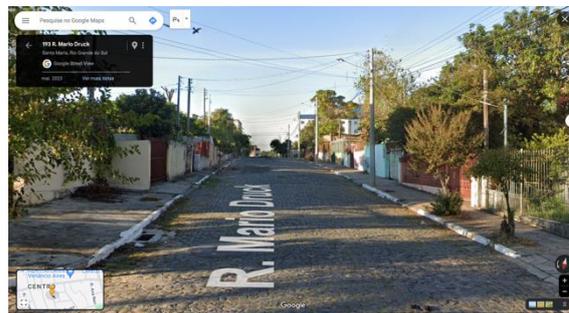
tipologias funcionais de uso residencial em altura (valor de correlação de *Pearson* = -0,070, $\rho > 0,05$) e tipologias funcionais de uso residencial baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = -0,651, $\rho = 0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com T3 (0,749, $\rho = 0,01$), T1 (0,415) e T6 (-0,596, $\rho = 0,01$). Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de atividades econômicas em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 10,60 unidades de T3.100m e valor e nenhuma unidade de T6.100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1426 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 107). Assim como a tendência de diminuição da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia funcional de uso residencial em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 17,98 unidades de T6.100m e valor de nenhuma unidade de T3.100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1424 e inserida na faixa de acessibilidade 5 (Figura 108).

Figura 107: Área Central, linha axial ID 1426 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2019).

Figura 108: Área Central, linha axial ID 1424 (Faixa Acessibilidade 5).

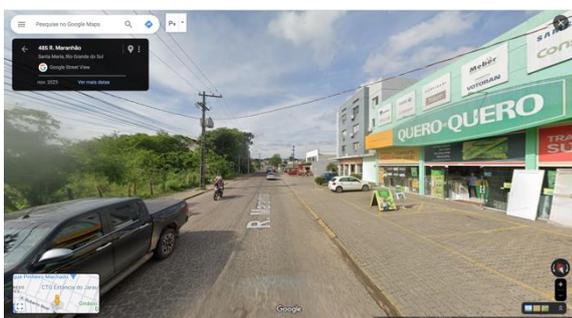


Fonte: GSV (2023).

Para a área Oeste analisada separadamente, o padrão de movimento de veículos para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional escolha angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,487, $\rho = 0,01$). O modelo 5 atingiu o maior valor de explicação, de 48% (sendo o valor de explicação atingido no Método 1 de 32%), as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,502, $\rho = 0,01$), tipologias funcionais de uso residencial e loja no térreo (valor de correlação de *Pearson* = 0,487, $\rho = 0,01$) e tipologias funcionais de uso misto em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,196, $\rho = 0,05$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com T3 (0,752, $\rho = 0,01$), T45 (0,455, $\rho = 0,01$) e T4 (0,454, $\rho = 0,01$). Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento

da tipologia funcional de atividades econômicas em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 6,22 unidades de T3.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 109). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta veículos ao aumento da tipologia de uso residencial e loja no térreo pode ser ilustrada pelo valor de 6,14 unidades de T45.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 2245 e inserida na faixa de acessibilidade 10 (Figura 110).

Figura 109: Área Oeste, linha axial ID 10
(Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Figura 110: Área Oeste, linha axial ID 2245
(Faixa Acessibilidade 10).



Fonte: GSV (2023).

Portanto, para todas as áreas analisadas conjuntamente, os resultados dos modelos dos métodos de análise da Vitalidade Urbana descrita pelo padrão de movimento de veículos não apresentaram qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta a partir dos coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80. Mas para a área Leste, analisada separadamente, sim. No Método 2, o modelo 3 teve valor de explicação de 84%, cujas variáveis significativas de maior associação foram integração angular local, densidade de área total construída de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial. Nos modelos 4 e 5, com valor de explicação de 82% e 83%, as variáveis significativas de maior associação foram escolha angular local, densidade de tipologias funcionais de uso não residencial, de atividades econômicas em baixa altura e de uso misto em baixa altura.

Assim a relação dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana dada pela descrição do movimento de veículos do sistema urbano da área Leste sinalizaria ora para a tendência de emergência de um padrão de distribuição de maiores densidades construtivas de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial associada às maiores faixas de acessibilidade entre origens e destinos inseridos em raio métrico de até 1000m, ora para o potencial predomínio de tipologias específicas, como as de atividades econômicas em baixa

altura e de uso misto em baixa altura, porém associadas à maior capacidade dos espaços de acolher o movimento de passagem realizado em raio métrico de até 1000m.

5.2.2 Padrão presença de pessoas

No Método 2, modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana, para as áreas de estudo analisadas conjuntamente o padrão presença de pessoas do modelo 1 alcançou o maior valor de explicação, de 77% (diferentemente do valor de explicação de 43% no Método 1), sendo a variável configuracional significativa de maior associação integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,485, $\rho=0,01$), porém nenhuma das variáveis morfológicas mostrou-se significativa.

Para a área Leste analisada separadamente, o padrão de presença de pessoas para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,840, $\rho=0,01$). No modelo 3, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 79% (sendo 71% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram área construída por uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,691, $\rho=0,01$) e área construída por uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,597, $\rho=0,01$).

Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta pessoas ao aumento da área total construída de tipologias funcionais de uso misto pode ser ilustrada pelo valor de 2307,50m² de ACM100m e de 4,13 unidades de TM100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 317 e inserida na faixa de acessibilidade 8 (Figura 111). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta pessoas ao aumento da área total construída de tipologias funcionais de uso não residencial pode ser ilustrada pelo valor de 6557,44m² de ACNR100m e de 6,17 unidades de TNR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 151 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 112).

Para a área Central analisada separadamente, o padrão de presença de pessoas para os modelos 1, 2 e 3 teve maior associação com a variável configuracional integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,656, $\rho=0,01$). No modelo 3, o valor de explicação atingiu 58% (sendo 44% o valor de explicação atingido no Método 1), e as variáveis morfológicas significativas foram área construída por uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,565, $\rho=0,01$) e área construída por uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,365, $\rho=0,01$). No modelo 4, o valor de explicação alcançou 77%, mas o padrão de presença

de pessoas teve maior associação com a variável configuracional escolha angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,265, $\rho=0,01$) e as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,768, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,688, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso residencial (valor de correlação de *Pearson* = -0,728, $\rho=0,01$).

No modelo 5, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 81%, o padrão de presença de pessoas teve maior associação com a variável configuracional integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,522, $\rho=0,01$) e as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,724, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de atividades econômicas em altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,676, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso misto em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,653, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso misto em altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,490, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = -0,676, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com T3 (0,810, $\rho=0,01$), T2 (0,570, $\rho=0,01$), T4 (0,722, $\rho=0,01$), T1 (0,490, $\rho=0,01$) e T6 (-0,612, $\rho=0,01$).

Figura 111: Área Leste, linha axial ID 317
(Faixa de Acessibilidade 8).



Fonte: GSV (2023).

Figura 112: Área Leste, linha axial ID 151
(Faixa Acessibilidade 9).

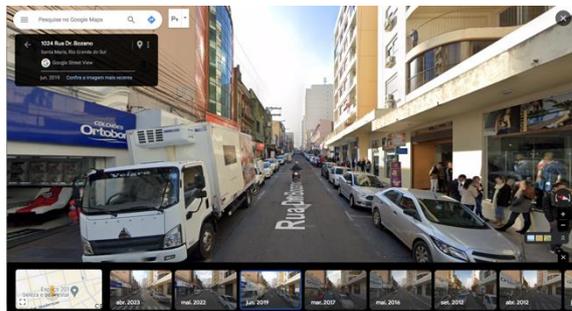


Fonte: GSV (2023).

Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta pessoas ao aumento da tipologia funcional de atividades econômicas em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 5,79 unidades de T3.100m e valor de nenhuma unidade de T6.100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1102 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 113). Assim como a tendência de diminuição da variável de resposta pessoas ao aumento da tipologia funcional de uso residencial em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 17,46 unidades de

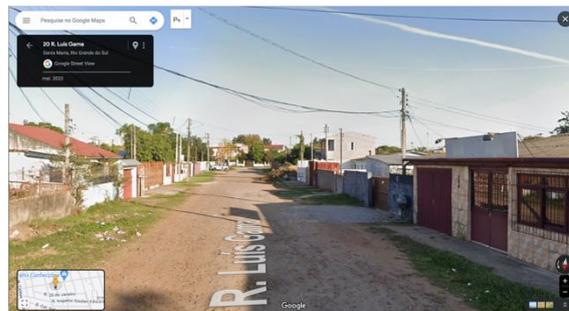
T6.100m e valor de nenhuma unidade de T3.100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 64 e inserida na faixa de acessibilidade 6 (Figura 114).

Figura 113: Área Central, linha axial ID 1102 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2019).

Figura 114: Área Central, linha axial ID 64 (Faixa Acessibilidade 6).



Fonte: GSV (2023).

Considerando ainda os valores máximos registrados para T1.100m, de 3,92 unidades, e para T4.100m, de 7,72 unidades, ambos foram em trechos de rua inseridos na faixa de acessibilidade 9, e corresponderam a valores do padrão de presença de pessoas variando entre 38,29 a 11,74 unidades, e da ocorrência de atividades econômicas variando entre 19,64 a 12,55 unidades. A altos valores de incidência destes componentes tanto da dinâmica social quanto econômica da Vitalidade Urbana, contribuíram tipologias de uso misto, nas quais há diversidade enquanto densidade compartilhada seja de pessoas residentes seja de atividades que não as de uso residencial. Para a área Central, a fim de ilustrar qual a incidência de cada uma das tipologias funcionais de uso misto em relação aos padrões descritivos da Vitalidade Urbana e às faixas de acessibilidade nas quais se inserem, listaram-se os cinco maiores valores de T1.100m (Tabela 31) e T4.100m (Tabela 32).

Tabela 31: Maiores valores a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre tipologia funcional de uso misto em altura e padrões descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.

T1.100m	ID Linha Axial	Faixa Acessibilidade	Veic100m	Pess100m	AtivEc100m
3,92	1102	9	2,16	38,29	19,64
2,77	1123	8	9,67	17,01	17,23
2,50	1176	7	5,17	8,01	7,51
2,30	1103	8	4,96	15,59	8,66
1,95	1111	9	4,15	42,79	12,19

Fonte: elaboração própria, 2024.

Tabela 32: Maiores valores a partir dos dados coletados nos trechos selecionados entre tipologia funcional de uso misto em baixa altura e padrões descritivos da Vitalidade Urbana na área Central.

T4.100m	ID Linha Axial	Faixa Acessibilidade	Veic100m	Pess100m	AtivEc100m
7,72	1101	9	3,38	11,74	12,55
7,67	1426	9	6,38	53,63	18,30
5,40	1170	8	2,49	14,63	9,14
5,22	1111	8	3,83	17,32	14,10
5,02	1221	8	2,49	3,40	6,80

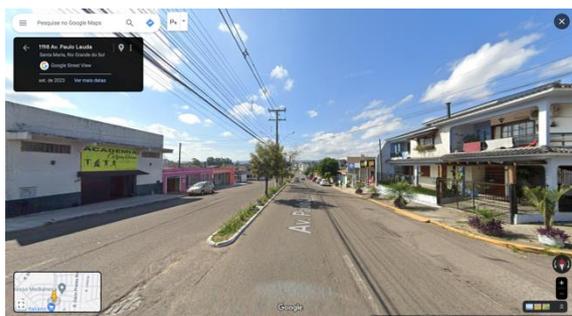
Fonte: a autora.

Com exceção dos trechos junto às linhas axiais de IDs 1176 e 1221, justamente os pontos selecionados para a coleta de dados sobre linhas axiais não identificadas como *local core lines*, averiguou-se que, para os maiores valores de cada tipologia funcional de uso misto, também foram seguidos por altos valores da presença de pessoas, variando entre 53,63 a 11,74 unidades (valor máximo e médio registrados, por 100m de trecho, de 130,40 unidades e de 7,33 unidades, respectivamente) e da ocorrência de atividades econômicas, variando entre 19,64 a 8,66 unidades (valor máximo e médio registrados, por 100m de trecho, de 24,91 unidades e de 4,09 unidades, respectivamente). Ou seja, os mais altos valores de ocorrência desses padrões descritivos da Vitalidade Urbana estão vinculados aos mais altos valores de incidência de tipologias funcionais de uso misto e ainda coincidem com as *live centre lines* da subárea C.1.

Para a área Oeste analisada separadamente, o padrão de presença de pessoas para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional escolha angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,455, $\rho=0,01$). No modelo 5, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 46% (sendo 22% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso residencial e loja no térreo (valor de correlação de *Pearson* = 0,519, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,417, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso misto em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,259, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com T45 (0,624, $\rho=0,01$), T3 (0,515, $\rho=0,01$) e T4 (0,286, $\rho=0,01$). Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta presença de pessoas ao aumento da tipologia funcional de uso residencial e loja no térreo pode ser ilustrada pelo valor de 7,06 unidades de T45.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 850 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 115). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta presença de pessoas ao aumento da tipologia

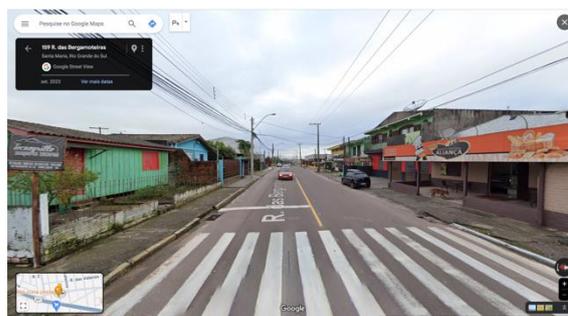
funcional de atividades econômicas em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 7,64 unidades de T3.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 2118 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 116).

Figura 115: Área Oeste, linha axial ID 850
(Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Figura 116: Área Oeste, linha axial ID 2118
(Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Portanto, para todas as áreas analisadas conjuntamente, os resultados dos modelos dos métodos de análise da Vitalidade Urbana descrita pelo padrão de presença de pessoas não apresentaram qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta a partir dos coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80. Mas para a área Central, analisada separadamente, sim. No Método 2, o modelo 5 teve valor de explicação de 81%, cujas variáveis significativas de maior associação foram integração angular local e densidade de tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura, de atividades econômicas em altura, de uso residencial em baixa altura, de uso misto em baixa altura e de uso misto em altura.

Assim a relação dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana dada pela descrição da presença de pessoas do sistema urbano da área Central sinalizaria para o potencial predomínio de tipologias específicas, como as de atividades econômicas tanto em baixa altura quanto em altura, e de uso misto tanto em baixa altura quanto em altura, e para a potencial rarefação da tipologia específica de uso residencial em baixa altura, ambas tendências associadas às maiores faixas de acessibilidade entre origens e destinos inseridos em raio métrico de até 1000m.

5.2.3 Padrão ocorrência de atratores urbanos

No Método 2, modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana, para as áreas de estudo analisadas conjuntamente o padrão de ocorrência de atratores urbanos do modelo 4 chegou ao maior valor de explicação, de 79% (diferentemente do valor de explicação de 46% no Método 1), sendo a variável configuracional significativa de maior associação integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,634, $\rho=0,01$) e as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,750, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,748, $\rho=0,01$).

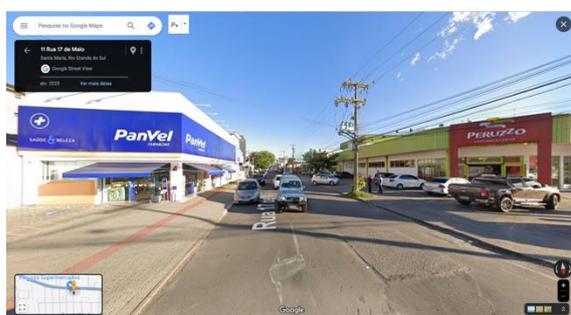
Para a área Leste analisada separadamente, o padrão de atratores urbanos para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional integração angular local (valor de correlação de *Pearson* = 0,830, $\rho=0,01$). No modelo 4, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 87% (sendo 76% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,734, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,690, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso residencial (valor de correlação de *Pearson* = -0,684, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com TNR (0,739, $\rho=0,01$), TM (0,580, $\rho=0,01$) e TR (-0,696, $\rho=0,01$).

Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional de uso não residencial pode ser ilustrada pelo valor de 6,31 unidades de TNR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 370 e inserida na faixa de acessibilidade 8 (Figura 117). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional de uso misto pode ser ilustrada pelo valor de 4,13 unidades de TM100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 352 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 118).

Para a área Central analisada separadamente, o padrão de ocorrência de atratores urbanos para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,709, $\rho=0,01$). No modelo 4, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 87% (sendo 50% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso não residencial (valor de correlação de *Pearson* = 0,814, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso misto (valor de correlação de *Pearson* = 0,754, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com TNR (0,856, $\rho=0,01$) e TM (0,811, $\rho=0,01$). Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional

de uso não residencial pode ser ilustrada pelo valor de 9,75 unidades de TNR100m e valor de nenhuma unidade de TR100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1124 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 119). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional de uso misto pode ser ilustrada pelo valor de 10,97 unidades de TM100m e valor de 2,61 unidades tanto de TR100m quanto de TNR100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1111 e inserida na faixa de acessibilidade 8 (Figura 120).

Figura 117: Área Leste, linha axial ID 370 (Faixa Acessibilidade 8).



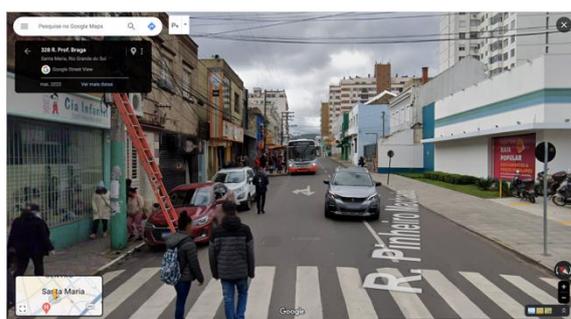
Fonte: GSV (2023).

Figura 118: Área Leste, linha axial ID 352 (Faixa Acessibilidade 9).



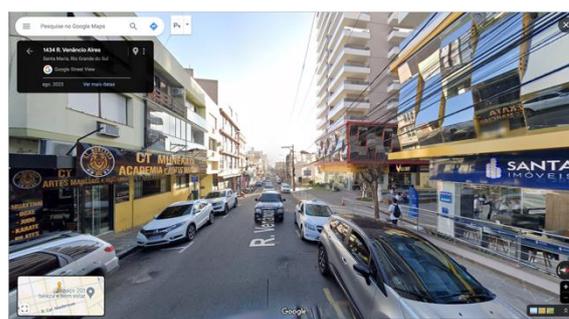
Fonte: GSV (2023).

Figura 119: Área Central, linha axial ID 1124 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2022).

Figura 120: Área Central, linha axial ID 1111 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Foi averiguado que coube à área Central o maior valor máximo da incidência de atividades econômicas em geral junto ao pavimento térreo das edificações ou integralmente ocupando o lote, de 43 unidades em trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1102 e inserida na faixa de acessibilidade 9, assim como o maior valor médio, de 6,35 unidades. Conforme a Tabela 33, listaram-se os cinco maiores valores de AtivEc100m e nestes trechos de maior registro de ocorrência de atividades econômicas também foram observados altos valores da

presença de pessoas. Ambos padrões descritivos da Vitalidade Urbana foram também seguidos por valores nulos ou baixos da incidência de tipologias funcionais de uso residencial, e por altos valores da incidência tanto de tipologias funcionais de uso misto (na área Central, valor máximo e médio registrados, por 100m de trecho, de 10,97 unidades e de 1,94 unidades, respectivamente) quanto de tipologias funcionais de uso não residencial (na área Central, valor máximo e médio registrados, por 100m de trecho, de 11,77 unidades e de 2,24 unidades, respectivamente).

Tabela 33: Maiores valores do padrão de ocorrência de atividades econômicas a partir dos dados coletados nos trechos selecionados da área Central.

AtivEc100m	Pess100m	ID Linha Axial	Faixa Acessibilidade	TR100m	TNR100m	TM100m
24,91	77,04	1102	9	0	8,10	6,37
22,96	77,50	1426	9	0	11,77	2,94
19,64	38,29	1102	9	0	5,49	9,42
18,30	53,63	1426	9	0	4,72	9,45
17,23	17,01	1123	8	0,55	6,11	6,11

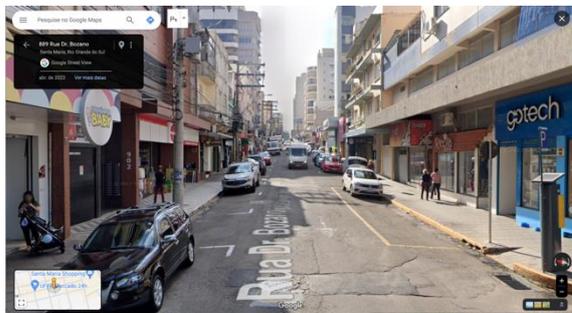
Fonte: a autora.

Ou seja, para a incidência destes componentes da Vitalidade Urbana, não colaboraram apenas tipologias de uso não residencial, as quais pela não participação de pessoas residentes tenderiam a esvaziar os trechos de rua quando fora do horário comercial, mas também tipologias de uso misto. Ao combinar a moradia e assim oferecer certa densidade populacional a partir do uso residencial, as tipologias de uso misto são capazes de animar tanto o nível da rua/calçada quanto os demais pavimentos por abrigar moradores ao longo da noite quando a continuidade da Vitalidade Urbana é praticamente ou quase interrompida. Deste modo, o atendimento a mais de uma função principal pode garantir a diversidade física funcional das formas construídas, e não um tipo de especialização funcional ou isolamento de usos (Jacobs, 2011). Apesar de assegurar a possibilidade de acolhimento de usuários, moradores ou não, não significa a viabilidade de que o âmbito público seja igualmente frequentado nos diferentes horários, mas uma maior diversidade de pessoas tende a compartilhar as ruas.

Portanto, a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento das tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto pode ser ilustrada pelos valores de 5,49 unidades de TNR100m e de 9,42 unidades de TM100m, e valor de nenhuma unidade de TR100m registrada, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1102 e inserida na faixa de acessibilidade 9 (Figura 121), assim como pelos valores de 6,11 unidades de TNR100m e de 6,11 unidades de TM100m, e valor de 0,55 unidades de TR100m registrada,

encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 1123 e inserida na faixa de acessibilidade 8 (Figura 122).

Figura 121: Área Central, linha axial ID 1102 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2023).

Figura 122: Área Central, linha axial ID 1123 (Faixa Acessibilidade 8).



Fonte: GSV (2023).

Para a área Oeste analisada separadamente, o padrão de ocorrência de atratores urbanos para todos os modelos teve maior associação com a variável configuracional integração angular global (valor de correlação de *Pearson* = 0,527, $\rho=0,01$). No modelo 5, com o maior valor de explicação dentre os modelos, de 71% (sendo 32% o valor de explicação atingido no Método 1), as variáveis morfológicas significativas foram tipologias funcionais de uso residencial e loja no térreo (valor de correlação de *Pearson* = 0,703, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de atividades econômicas em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,577, $\rho=0,01$), tipologias funcionais de uso misto em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = 0,220, $\rho=0,01$) e tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura (valor de correlação de *Pearson* = -0,495, $\rho=0,01$). O que já havia sido sugerido nas correlações de *Spearman* com T45 (0,741, $\rho=0,01$), T3 (0,710, $\rho=0,01$), T4 (0,363, $\rho=0,01$) e T6 (-0,223, $\rho=0,01$).

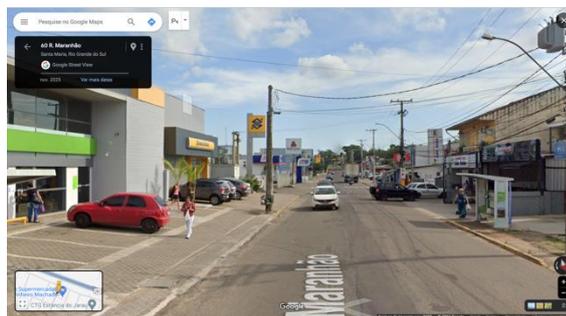
Ou seja, a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional de uso residencial e loja no térreo pode ser ilustrada pelo valor de 5,07 unidades de T45.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 853 e inserida na faixa de acessibilidade 10 (Figura 123). Assim como a tendência de aumento da variável de resposta atividades econômicas ao aumento da tipologia funcional de atividades econômicas em baixa altura pode ser ilustrada pelo valor de 4,50 unidades de T3.100m, encontrado no trecho de rua sobreposto à linha axial de ID 10 e inserida na faixa de acessibilidade 8 (Figura 124).

Figura 123: Área Oeste, linha axial ID 853
(Faixa Acessibilidade 10).



Fonte: GSV (2023).

Figura 124: Área Oeste, linha axial ID 10
(Faixa Acessibilidade 8).



Fonte: GSV (2023).

Portanto, para todas as áreas analisadas conjuntamente, os resultados dos modelos dos métodos de análise da Vitalidade Urbana descrita pelo padrão de atratores urbanos não apresentaram qualidade de ajuste adequado para viabilizar a explicação da variância dos dados de resposta a partir dos coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80. Mas para as áreas Leste e Central, analisadas separadamente, sim. A área Leste, no Método 2, o modelo 4 teve valor de explicação de 87%, cujas variáveis significativas de maior associação foram integração angular local, densidade de tipologias funcionais de uso não residencial, de uso misto e de uso residencial. A área Central, no Método 2, o modelo 4 também teve valor de explicação de 87%, cujas variáveis significativas de maior associação foram integração angular global, densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto.

Assim a relação dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana dada pela descrição de atratores urbanos do sistema urbano da área Leste sinalizaria para a tendência de emergência de um padrão de distribuição de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto, e para a tendência de rarefação de um padrão de distribuição de tipologias funcionais de uso residencial, ambas associadas às maiores faixas de acessibilidade entre origens e destinos inseridos em raio métrico de até 1000m. E a relação dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana dada pela descrição de atratores urbanos do sistema urbano da área Central sinalizaria para a tendência de emergência de um padrão de distribuição de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto, ambas associadas às maiores faixas de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano como um todo.

5.3 SOBRE A VITALIDADE URBANA NAS ‘CORE LINES’ OU ‘LIVE CENTRE LINES’ E A CONVERGÊNCIA/DIVERGÊNCIA DE PADRÕES URBANOS

Diferentemente do que foi demonstrado por Ozbil *et al.* (2011), cujos resultados da análise de três áreas em Atlanta, EUA, mescladas em um único conjunto, apontaram que as medidas de alcance métrico com limite de 1.600m e de alcance direcional com limite de duas mudanças de direção e ângulo de 10°, juntas, explicaram 82% da variação no movimento de pedestres. Enquanto que ao associar variáveis de uso do solo tanto agregadas quanto desagregadas em uso residencial e uso não residencial, seja na escala do segmento de rua, do limite de alcance métrico de 1.600m e do *buffer* de 1.600m, os valores de explicação não aumentaram consideravelmente, acrescentando apenas de um a dois pontos percentuais em relação ao modelo de conectividade. E por Downtown, Midtown e Virginia Highland apresentarem características bastante distintas em termos de uso do solo (respectivamente, com predomínio do uso não residencial, predomínio do uso misto e predomínio do uso residencial) e de densidade construída, a distribuição do movimento de pedestres foi melhor explicada pela diferença nas faixas ou graus de alcance dos segmentos de rua, o que ainda pode ser mantido pela significativa polarização na intensificação do padrão da forma construída conforme o uso do solo em cada parte do sistema urbano.

Com relação à comparação entre as áreas de estudo, a densidade média de tipologias funcionais, por trecho selecionado para a coleta de dados, manteve-se próxima, variando entre 14,80 unidades para a área Leste, 16,80 unidades para a área Central a 16,88 unidades para a área Oeste. Quanto à área total construída, o valor da média foi de 186,56m² para a área Oeste, de 327,28m² para a área Leste, e de 902,05m² para a área Central.

A área Central apresentou o menor valor médio, de 10,53 unidades de tipologias funcionais de uso residencial, mas registrou o maior valor médio, de 5351,05m², da área construída por tipologias de uso residencial. A área Oeste, apesar de ter tido o maior valor médio de tipologias funcionais de uso residencial, de 15,34 unidades, registrou o menor valor médio, de 1930,20m², da área construída por tipologias de uso residencial. Já a média de tipologias funcionais de uso não residencial, o maior valor, de 3,43 unidades, coube à área Central, o que foi acompanhado pelo maior valor médio, de 4207,88m², da área construída por tipologias de uso não residencial. E a área Oeste computou o menor valor médio, de 0,84 unidades, de tipologias funcionais de uso não residencial, e o menor valor médio, de 434,96m², da área construída por tipologias de uso não residencial. Sobre a média de tipologias funcionais de uso misto, novamente na área Central foi computado o maior valor, de 2,92 unidades, sendo acompanhada pelo maior valor médio, de 4810,30m², da área construída por tipologias de uso misto. A área Oeste teve o menor valor médio, de 0,78 unidades, de tipologias funcionais de

uso misto assim como o menor valor da média, de 267,89m², da área construída por tipologias de uso misto.

Isto demonstrou que, dentre as áreas de estudo delimitadas, na Oeste predomina o uso residencial e não há variação em termos de densidade construída. A área Central concentra tanto diversidade de tipologias funcionais quanto maior densidade de área construída, inclusive distribuída entre a categorização associada à composição do uso do solo.

Assim, mesmo que a relação de geração primária da configuração ao movimento siga mantida (Hillier, 1996; 1999b), na área Central uma forma não linear de multiplicação de efeitos tende a se desenvolver, pois a presença efetiva de pessoas em certas partes do sistema, como junto das *core lines* ou *live centre lines*, beneficia-se com, do mesmo modo que influencia, a distribuição de usos e das formas construídas. Ou seja, visto este padrão de concentração de fluxos atuar diretamente na geração e sustentação dos centros e subcentros, que determinadas áreas tornam-se desigualmente atratoras (Hillier, 1999a). Portanto, a formação e localização desta *live centrality* ou *live centre* ou centralidade urbana, e mesmo a capacidade de espacialmente se expandir, ou até de diminuir, além de diversificar-se, é um estado sempre em curso e dependente da continuidade das relações entre as dinâmicas espaciais e funcionais.

Trata-se, até certo ponto, da convergência de padrões urbanos. De acordo com Netto (2012a), em função de padrões que se manifestam a partir de processos materiais estruturais e dinâmicos, haveria a tendência de estados alinhados. Ou seja, ainda que tenham temporalidades diferentes, espera-se que, em áreas de alta acessibilidade, coexistam maiores densidades construídas, intensidade e diversidade de atividades econômicas, assim como alto fluxo de pedestres. Mas, gradativamente, o carregamento diferenciado de formas construídas e de usos causa a distorção da distribuição do movimento. O que, na área Central, pode corresponder a um estágio de alteração de formas construídas para as que priorizam a abertura ao espaço público, assim como as que ampliam a diversidade de usos e a adaptabilidade das edificações. Ao contrário daquilo que representaria uma ruptura ou desurbanismo (Hillier, 1996; Figueiredo, 2012). Isto substituindo o estoque imobiliário por outro que contribuiria, articulado às relações configuracionais dos espaços públicos, para o conceito de urbanidade e de qualidade arquitetônica adequada à atratividade e à necessidade de encontro demandada pelo corpo individual e coletivo (Aguiar, 2021).

Já ao sinalizarem para a não convergência de padrões urbanos ou de alinhamento de processos, Netto *et al.* (2012a) sugerem que estágios de desenvolvimento dos padrões relativos à materialidade da forma urbana podem não ser acumulativos e equivaler a um estado específico nos padrões relativos à dinâmica urbana de movimento e da locação de atividades. Trata-se do

que acontece na área Oeste, o não acompanhamento entre a produção de densidade de formas construídas relacionadas às hierarquias estabelecidas na estruturação da malha urbana. Como as diferenças na estrutura urbana geram o movimento, o grau de utilização das ruas e dos espaços privados adjacentes aos espaços mais acessíveis podem não sustentar ou vir a potencializar as interações sociais e trocas microeconômicas. Já a área Leste parece apresentar um estágio de desenvolvimento de padrões urbanos compatibilizados entre si, ou convergentes, se comparados às demais áreas. Ou seja, influenciam-se mutuamente, observadas as suas temporalidades, e isso ocorre antes de estarem em processo de mudança ou de serem moldados um pelo outro.

Conforme demonstrado Tabela 34, na Tabela 35 e Tabela 36, buscou-se verificar a relação entre os padrões urbanos, analisando a faixa de acessibilidade bem como se a linha axial na qual o trecho de coleta de dados coincidiria ou não com uma *live centre line* ou *core line*. Para tanto, os resultados das áreas delimitadas foram hierarquicamente assinalados a partir dos maiores valores do comportamento dos dados em relação às unidades espaciais de coleta uniformizados por cada 100m de via, isto a fim de constatar sobre a convergência esperada entre o conjunto de padrões descritivos da Vitalidade Urbana e os demais padrões urbanos, especialmente no caso dos componentes e atributos morfológicos da forma urbana, na figura da área construída por uso não residencial e por uso misto e de tipologia funcional de uso não residencial e de uso misto. Assim, comparativamente, na medida da intensificação ou maior densidade de elementos morfológicos, acompanhariam os maiores níveis da Vitalidade Urbana e as maiores gradações dos *rankings* da medida de integração.

5.3.1 Padrões convergentes e divergentes na área Leste

No caso da área Leste (Tabela 34), os pontos de coleta de dados dos trechos sobre as linhas axiais de IDs 331 (Figura 125, Figura 127 e Figura 128) e 151 (Figura 126), inseridas nas faixas de acessibilidade 10 e 9, respectivamente, e consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidem com os maiores valores dos padrões de movimento de veículos, de presença de pessoas e de atratores urbanos, e as maiores densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões convergentes, e sobrepõem-se à avenida Evandro Behr (Faixa Velha/ERS509) que apresenta os maiores valores para as medidas tanto de integração quanto de escolha, axial e angular, global e local. No entanto, a partir do desenho urbano desses trechos, percebe-se a prioridade absoluta aos veículos motorizados, evidenciada pelo número significativo de faixas

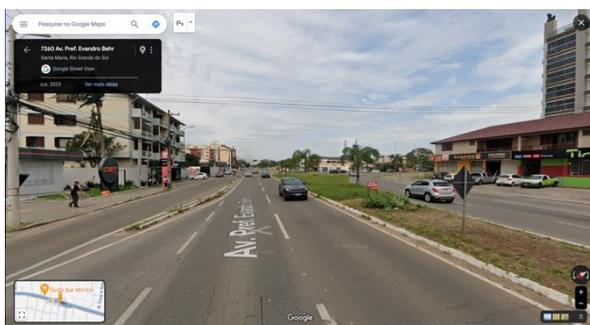
de rolamento (sendo 3 em cada sentido da via, totalizando 6), e uma menor articulação com as demais partes do sistema urbano, o que dificulta as travessias e reforça uma ambiência não orientada à escala do pedestre.

Tabela 34: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Leste.

SANTA MARIA (N=389)	Faixa Acess.	Veic 100m	Pess 100m	AtivEc 100m	ACTNR 100m	ACTM 100m	TNR 100m	TM 100m
L: 331/1144	10	10,31	3,50	6,19	1188,95	2507,42	3,71	2,47
L: 151/605	9	7,78	8,27	9,88	6557,44	5943,69	6,17	3,08
L: 331/1143	10	5,79	5,52	15,17	2881,94	2112,16	5,51	2,75
L: 331/1146	10	6,33	3,34	6,91	1928,07	6285,30	2,07	2,07
L: 370/1284	8	1,23	2,46	7,02	2817,12	399,58	6,32	1,40
L: 85/362	7	0,91	1,37	5,49	460,32	2196,11	4,11	6,86

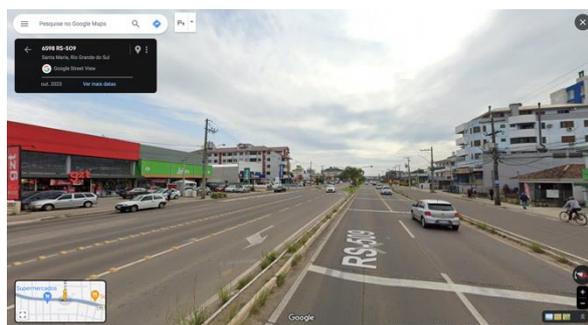
Fonte: a autora.

Figura 125: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1144 (Veic100m: 10,31 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 126: Área Leste, linha axial/segmento ID 151/605 (Pess100m: 8,27 unidades, ACTNR100m: 6557,44m²).



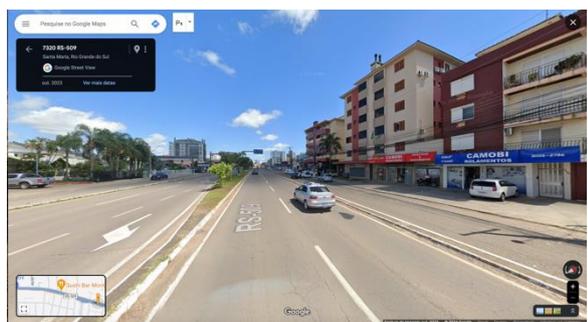
Fonte: GSV (2023).

Figura 127: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1143 (AtivEc100m: 15,17 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 128: Área Leste, linha axial/segmento ID 331/1146 (ACTM100m: 6285,30m²).



Fonte: GSV (2023).

Os maiores valores de densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto coincidem com linhas axiais de IDs 370 (Figura 129) e 85 (Figura 130), inseridas nas faixas de acessibilidade 8 e 7, respectivamente, também consideradas como *live centre lines* ou *core lines*. E mesmo que possam ser exemplos de padrões convergentes e sejam altos os valores de ocorrência de atividades econômicas, o ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado. Posto que os valores do padrão de presença de pessoas mostraram-se baixos, a tendência para a multiplicação de efeitos, ainda não acionada, não interferiu na variabilidade e na desestabilização da variância dos padrões urbanos da área Leste.

Figura 129: Área Leste, linha axial/segmento ID 370/1284 (TNR100m: 6,32 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 130: Área Leste, linha axial/segmento ID 85/362 (TM100m: 6,86 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Como a base para o crescimento e funcionamento conjunto dos padrões urbanos depende da replicação dos efeitos da convergência desencadeada pela estrutura urbana, pressupõe-se a dependência mútua e gradativa entre os padrões urbanos. Mas, para o caso da área Leste, o padrão de acessibilidade justo junto às linhas axiais mais integradas de IDs 331 e 151, por exemplo, representa uma certa limitação à multiplicação dos demais níveis de padrões urbanos. Pois, quando o desenho urbano não incentiva a caminhabilidade, especialmente a partir de calçadas que se mostram estreitas e onde há maior possibilidade de risco à segurança devido à incompatibilidade com a velocidade do trânsito, restringe-se o potencial de encontro e até de socialização das pessoas. Algo já mencionado por Jacobs (2011) a respeito do controle de largas avenidas e dos vazios (os *border vacuums*) como tipos de espaço a serem evitados, por separar e não favorecer as permanências. Trata-se da ameaça de inviabilizar outros modos de apropriação, como os desenvolvidos por crianças, idosos e pessoas com deficiência, limitando a diversidade de pessoas, bem como dificultando que os níveis de movimento retroalimentem os demais padrões urbanos, limitando-os.

5.3.2 Padrões convergentes e divergentes na área Central

No caso da área Central (Tabela 35), o ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 1168 (Figura 131), inserida na faixa de acessibilidade 7 e não considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com o maior valor do padrão de movimento de veículos, mas não é acompanhado por altos valores no padrão de presença de pessoas e de atratores urbanos, nem pelas maiores densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente, mas cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado, vide o baixo valor do padrão de localização de atividades econômicas.

Tabela 35: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Central.

SANTA MARIA (N=389)	Faixa Acess.	Veic 100m	Pess 100m	AtivEc 100m	ACTNR 100m	ACTM 100m	TNR 100m	TM 100m
C: 1168/3643	7	14,14	8,44	2,98	717,14	2482,40	2,97	1,98
C: 1101/3215	9	12,88	130,40	14,64	9816,03	4522,23	7,61	2,34
C: 1102/3226	9	3,33	77,04	24,91	6016,68	20115,81	8,10	6,37
C: 1111/3338	8	3,83	17,32	14,11	1049,79	47824,30	2,61	10,97
C: 1426/4520	9	5,42	77,50	22,97	11069,99	3102,19	11,77	2,94
C: 1428/4550	8	6,02	4,25	5,85	51828,28	4374,20	3,51	3,51
C: 1331/4197	9	0	0,62	1,41	101,40	0	0,93	0
C: 1/16	9	1,11	0,83	0	0	0	0	0

Fonte: a autora.

Já os pontos de coleta de dados dos trechos sobre as linhas axiais de IDs 1101 (Figura 132), 1102 (Figura 133), 1111 (Figura 134) e 1426 (Figura 135), inseridas nas faixas de acessibilidade 9 e 8, e consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidem com os maiores valores dos padrões de presença de pessoas e de atratores urbanos, e as maiores densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões convergentes, cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece ter sido iniciado, isto em função dos altos valores do padrão de localização de atividades econômicas a multiplicar os valores do padrão de presença de pessoas.

O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 1428 (Figura 136), inserida na faixa de acessibilidade 8 e não considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com a maior densidade de área construída de uso não residencial. Seria, portanto, um exemplo de padrão convergente, mas cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado, na medida em que os valores de densidade das tipologias funcionais, tanto de uso misto quanto de uso não residencial, permanecem baixos. Já os pontos de coleta de dados dos

trechos sobre as linhas axiais de IDs 1331 (Figura 137) e 1 (Figura 138), inseridas na faixa de acessibilidade 9, porém somente a última considerada como *live centre line* ou *core line*, coincidem com baixos valores dos padrões de presença de pessoas e de atratores urbanos, e com as menores densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões divergentes, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não tende a ser iniciado em função da tendência de predomínio da intensificação da tipologia funcional de uso residencial.

Na área Central, a variação nos níveis de Vitalidade Urbana referentes aos padrões descritivos presença de pessoas e ocorrência de atratores urbanos não acompanhou a gradação dos *rankings* da medida de integração. Mas houve correspondência dos maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados com uma quantidade expressiva de *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas faixas de acessibilidade 10, 9 e 8.

Figura 131: Área Central, linha axial/segmento ID 1168/3643 (Veic100m: 14,14 unidades).



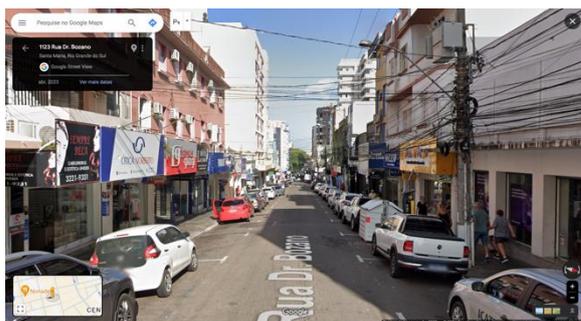
Fonte: GSV (2023).

Figura 132: Área Central, linha axial/segmento ID 1101/3215 (Pess100m: 130,40 unidades).



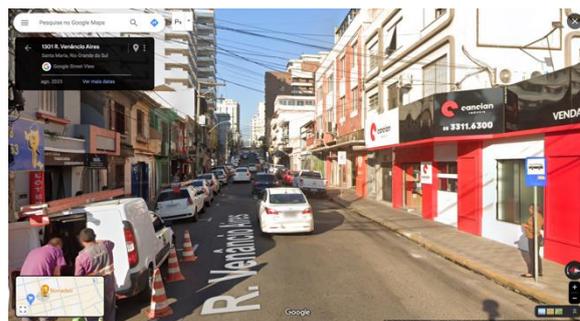
Fonte: GSV (2023).

Figura 133: Área Central, linha axial/segmento ID 1102/3226 (AtivEc100m: 29,41 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 134: Área Central, linha axial/segmento ID 1111/3338 (ACTM: 47824,30m² e TM100m: 10,97 unidades).



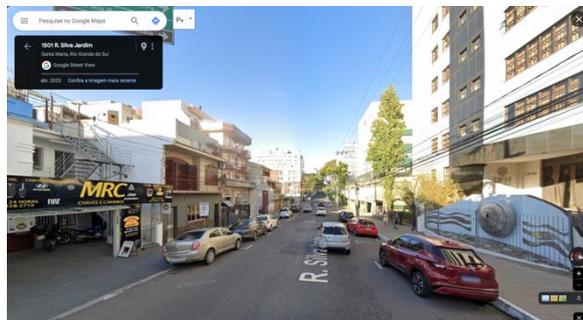
Fonte: GSV (2023).

Figura 135: Área Central, linha axial/segmento ID 1426/4520 (TNR100m: 11,77 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 136: Área Central, linha axial/segmento ID 1428/4550 (ACTNR100m: 51828,28m²).



Fonte: GSV (2023).

Figura 137: Área Central, linha axial/segmento ID 1331/4197 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2022).

Figura 138: Área Central, linha axial/segmento ID 1/16 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2024).

5.3.3 Padrões convergentes e divergentes na área Oeste

No caso da área Oeste (Tabela 36), o ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 10 (Figura 139), inserida na faixa de acessibilidade 9 e considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com os maiores valores dos padrões de movimento de veículos e de atratores urbanos, mas não é acompanhado pelas maiores densidades de área construída e de tipologia funcional de uso misto. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente. No entanto, mesmo que tenha sido registrado um alto valor de densidade de tipologia funcional de uso não residencial, um ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado, vide o baixo valor do padrão de presença de pessoas.

O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 926 (Figura 140), inserida na faixa de acessibilidade 9 e não considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com

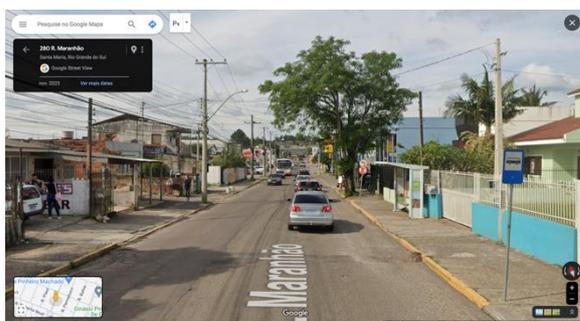
os maiores valores dos padrões de presença de pessoas e de atratores urbanos, e é acompanhado pelas maiores densidades de área construída por tipologia funcional de uso não residencial e por tipologia funcional de uso misto. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de *feedback* dinâmico parece ter sido iniciado, isto em função do alto valor do padrão de localização de atividades econômicas a multiplicar o valor do padrão de presença de pessoas.

Tabela 36: Análise de padrões convergentes e divergentes para a área Oeste.

SANTA MARIA (N=389)	Faixa Acess.	Veic 100m	Pess 100m	AtivEc 100m	ACTNR 100m	ACTM 100m	TNR 100m	TM 100m
O: 10/79	9	3,19	4,15	6,71	2276,60	899,54	6,22	0,95
O: 926/2776	9	1,78	15,31	12,46	3179,54	1364,30	1,78	3,56
O: 2142/6815	8	0,56	6,5	3,38	7247,64	613,60	1,69	1,69
O: 890/2664	9	0,6	4,22	1,81	0	7105,03	0	1,81
O: 2118/6684	9	1,31	1,97	5,46	1507,94	510,95	7,64	2,18
O: 850/2506	9	2,04	5,12	7,86	404,04	1547,08	1,76	6,14
O: 855/2540	10	0	0	0	0	0	0	0
O: 937/2814	9	0	0,21	0	0	0	0	0

Fonte: a autora.

Figura 139: Área Oeste, linha axial/segmento ID 10/79 (Veic100m: 3,19 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 140: Área Oeste, linha axial/segmento ID 926/2776 (Pess100m: 15,31 unidades e AtivEc100m: 12,46 unidades).

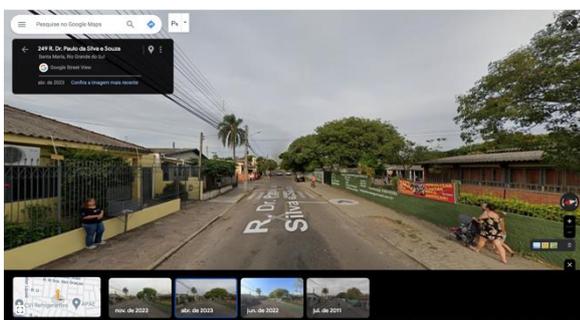


Fonte: GSV (2023).

O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 2142 (Figura 141), inserida na faixa de acessibilidade 8 e considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com alto valor do padrão de presença de pessoas e pela maior densidade de área construída por tipologia funcional de uso não residencial. Seriam, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de localização de atividades econômicas e pela menor densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto.

O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 890 (Figura 142), inserida na faixa de acessibilidade 9 e não considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com maior densidade de área construída por tipologia funcional de uso misto. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de localização de atividades econômicas e pela menor densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto.

Figura 141: Área Oeste, linha axial/segmento ID 2142/6815 (ACTNR100m: 7247,64m²).



Fonte: GSV (2023).

Figura 142: Área Oeste, linha axial/segmento ID 890/2664 (ACTM100m: 7105,03m²).



Fonte: GSV (2023).

O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 2118 (Figura 143), inserida na faixa de acessibilidade 9 e não considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com maior densidade de tipologia funcional de uso não residencial. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de presença de pessoas.

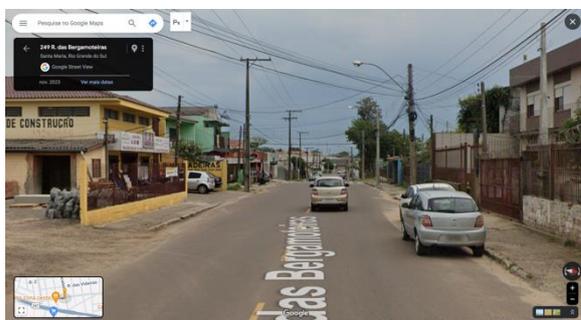
O ponto de coleta de dados do trecho sobre a linha axial de ID 850 (Figura 144), inserida na faixa de acessibilidade 9 e considerada como *live centre line* ou *core line*, coincide com maior densidade de tipologia funcional de uso misto. Seria, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de presença de pessoas.

Os pontos de coleta de dados dos trechos sobre as linhas axiais de IDs 855 (Figura 145) e 937 (Figura 146), inseridas nas faixa de acessibilidade 10 e 9, respectivamente, e não consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidem com valores nulos dos padrões de movimento de veículos, de presença de pessoas e de atratores urbanos, e com ausência de densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões divergentes, cujo ciclo de *feedback* dinâmico não tende

a ser iniciado em função da tendência de predomínio da intensificação da tipologia funcional de uso residencial.

Na área Oeste, a variação nos níveis de Vitalidade Urbana referentes a todos os padrões descritivos não acompanhou a gradação dos *rankings* da medida de integração. Mas houve correspondência dos maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados com uma quantidade restrita de *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas faixas de acessibilidade 9 e 8.

Figura 143: Área Oeste, linha axial/segmento ID 2118/6684 (TNR100m: 7,64 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 144: Área Oeste, linha axial/segmento ID 850/2506 (TM100m: 6,14 unidades).



Fonte: GSV (2023).

Figura 145: Área Oeste, linha axial/segmento ID 855/2540 (Faixa Acessibilidade 10).



Fonte: GSV (2023).

Figura 146: Área Oeste, linha axial/segmento ID 937/2814 (Faixa Acessibilidade 9).



Fonte: GSV (2022).

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo retoma o tema, a aplicação metodológica e quais os principais resultados alcançados, além dos objetivos da pesquisa atingidos e da comprovação das hipóteses. Também apresenta as limitações, as contribuições e trata do horizonte de investigações possíveis de serem desenvolvidas.

6.1 RECAPITULAÇÃO DA PESQUISA E DE SEUS RESULTADOS

O conceito de Vitalidade Urbana relaciona-se à premissa de que é necessário gente na rua, ou seja, deve haver vida urbana nos espaços públicos. A Vitalidade Urbana tem na rua seu modo de expressão, bem como é dependente de determinadas condições físico-espaciais, ou seja, de uma urbanidade da forma. Algo que está essencialmente associado à performance da rua como o principal elemento configuracional. Pois, a articulação da rede de ruas atrelada a uma qualidade espacial do espaço público localmente conformada pela dimensão arquitetônica, influencia a Vitalidade Urbana devido tanto ao padrão menos ou mais facilitado de acessibilidade das ruas quanto ao padrão de menor ou maior concentração de elementos urbanos, especialmente aqueles associados a uma diversidade tipológica a comportar diferentes possibilidades de uso do solo/atividades.

Assim, foi assumido que são os efeitos da forma urbana, primariamente os espaciais na figura da gradação dos rankings da medida de integração e, posteriormente, a intensificação dos elementos do tecido urbano, a atuar sobre as diferentes manifestações sociais e econômicas, sendo, nessa tese, o movimento de veículos, a presença de pessoas e a ocorrência de atividades econômicas como passíveis de representação da Vitalidade Urbana. E isto, inclusive, considerando o acionamento dos efeitos multiplicadores desencadeados pelas propriedades da estrutura espacial, também influenciando na expressão dos padrões descritivos da Vitalidade Urbana.

A partir da identificação de uma lacuna de conhecimento relacionada ao papel dos ingredientes de Jacobs (2011) sobre a Vitalidade Urbana, verificaram-se poucos estudos práticos conduzidos em cidades latino e/ou sul-americanas e não metropolitanas. Também não foi constatado um padrão nos procedimentos metodológicos, nos dados a compor possíveis indicadores de avaliação ou a representar bem como a explicar a Vitalidade Urbana, nas técnicas de processamento das informações e nos métodos de análise, dificultando a replicação sistemática e a possível comparação de resultados. Além disso, para além de constatar,

estatisticamente, o papel ou contribuição das variáveis explicativas à expressão da Vitalidade Urbana, percebeu-se a classificação do potencial ou grau de Vitalidade Urbana via atribuição de valores ao pixel, o qual não representa uma localização específica ou demonstra o vínculo junto a um efetivo elemento morfológico. Por outro lado, na análise vetorial que utiliza dados considerando setores censitários, não necessariamente afere a Vitalidade Urbana precisamente em um ou outro trecho de rua específico.

Este trabalho propôs-se a responder às questões de pesquisa ao discutir “se a propriedade de acessibilidade, atributo espacial demonstrado pela medida de integração, seria a que potencialmente mais se relacionaria tanto a intensidade tanto de vida social quanto microeconômica presente nas situações urbanas?”; “se para além da propriedade de acessibilidade, haveria outra(s) propriedade(s) espacial (is) a também a explicar os padrões descritivos da Vitalidade Urbana?”; “em que condições atreladas à qualidade espacial, a densidade de elementos urbanos, associadas ao uso do solo/estoque imobiliário na figura de uma classificação tipológica funcional, pode vir a favorecer ou inibir a Vitalidade Urbana?”; e “quais os elementos da forma urbana que mais e menos atuam, quando analisados estatisticamente, para a Vitalidade Urbana?”. As hipóteses formuladas foram que “a Vitalidade Urbana seria influenciada por um conjunto diferenciado de condições, mas primariamente acompanharia as variações na estrutura espacial. Ou seja, sua ocorrência se daria em todo e qualquer lugar urbano em diferentes graus e/ou intensidades, porém sempre dependente da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano”; e que “os diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana, além da dependência da hierarquia espacial dada pela diferença de acessibilidade entre origens e destinos do sistema urbano, seria acompanhada da maior ou menor densidade ou intensificação de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial”.

Tendo como marco teórico-metodológico a Sintaxe Espacial, descreveu-se a estrutura e as propriedades espaciais da forma urbana, bem como os componentes morfológicos da forma urbana. O que permitiu, a partir dos padrões das relações espaciais globais e locais, identificar as linhas axiais mais acessíveis e que potencialmente desempenham, na estrutura urbana, o papel de *live centre lines* ou *core lines*. Além disto, houve a caracterização da densidade de elementos morfológicos, mas especialmente a quantificação da incidência das tipologias funcionais de uso misto, de uso não residencial ou de uso exclusivamente residencial. Já os componentes descritivos da Vitalidade Urbana das áreas de estudo foram analisados estatisticamente via correlação bivariada e regressão linear múltipla ora modelo configuracional ora modelo da forma urbana.

Assim, o objetivo geral deste trabalho, que era avaliar os fatores determinantes dos diferentes graus e/ou intensidades da Vitalidade Urbana em recortes de estudo em Santa Maria (RS) relacionando o movimento de veículos nas faixas de rolamento, a presença de pessoas nas calçadas e a ocorrência de atividades econômicas em geral presentes no nível do térreo das edificações ou nos lotes que constituem os espaços públicos a atributos morfológicos de configuração da malha e de densidade de elementos da forma urbana, foi alcançado.

Isto porque verificou-se que, com os resultados do Método 1: Modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, as variáveis sintáticas angulares explicaram a variância das variáveis dos padrões descritivos da Vitalidade Urbana em 43% a 59% para as áreas analisadas conjuntamente e de 22% a 76% para as áreas analisadas separadamente.

Já com os resultados do Método 2: Modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, para as áreas analisadas separadamente, na área Leste, as variáveis sintáticas angulares e morfológicas (no caso da densidade de área total construída por grupo de tipologias funcionais) explicaram 84% da variância da variável padrão de movimento de veículos e 79% da variância da variável padrão de presença de pessoas, e as variáveis sintáticas angulares e morfológicas (no caso da densidade do grupo de tipologias funcionais) explicaram 87% da variância da variável padrão de ocorrência de atratores urbanos. Em relação aos resultados do Método 1, um aumento de 8 a até 11% no coeficiente de determinação R² ajustado. Na área Central, as variáveis sintáticas angulares e morfológicas (tanto pela densidade do grupo de tipologias funcionais quanto pela densidade de cada tipologia funcional) explicaram 76% da variância da variável padrão de movimento de veículos, as variáveis sintáticas angulares e morfológicas (no caso da densidade de cada tipologia funcional) explicaram 81% da variância da variável padrão de presença de pessoas e 87% da variância da variável padrão de ocorrência de atratores urbanos. Em relação aos resultados do Método 1, um aumento de 8% a até 37% no coeficiente de determinação R² ajustado. Na área Oeste, as variáveis sintáticas angulares e morfológicas (no caso da densidade de cada tipologia funcional) explicaram 48% da variância da variável padrão de movimento de veículos, 46% da variância da variável padrão de presença de pessoas e 71% da variância da variável padrão de ocorrência de atratores urbanos. Em relação aos resultados do Método 1, um aumento de 16% a até 39% no coeficiente de determinação R² ajustado.

O primeiro objetivo específico foi explorar a distinção entre conceitos afins, porém não análogos à Vitalidade Urbana. Para isto, a partir do entendimento do reunir em diversidade, ou seja, do centralizar como base de apropriação e de superação para a produção do habitar e do

uso nas cidades e, ainda, da consciência do coletivo ou da copresença como base potencial para participação na vida pública e para as interações, constatou-se o papel preponderante da estrutura urbana a afetar os encontros. Posto que a Vitalidade Urbana se faz necessária ou é integrante das definições de Centralidade e Comunidade Virtual, além de se constituir como algo efetivamente quantitativo, admitiu-se contrapô-la às propriedades espaciais.

O segundo objetivo específico foi investigar o estado da arte acerca de como as condições geradoras da Vitalidade Urbana têm sido atualizadas e a Vitalidade Urbana, nos mais variados contextos, medida e representada. Para isto, em pesquisas seminais e artigos mais recentes foram apontados dados, procedimentos metodológicos, ferramentas de análise e os resultados alcançados envolvendo os aspectos a atuar para a ocorrência da Vitalidade Urbana. De todo modo, foi pela “lente” dos ingredientes de Jacobs (2011), por meio das condições originais geradoras, as quais relacionadas ao ambiente construído, que os lugares devem possuir para alcançar, ou majorar, a Vitalidade Urbana.

O terceiro objetivo específico foi avaliar a qualidade espacial dos recortes urbanos a partir das propriedades da estrutura espacial que afetam, em maior ou menor grau, a Vitalidade Urbana. Para isso, primeiramente, desenvolveu-se a descrição das variáveis consideradas explicativas da Vitalidade Urbana. Assim, os componentes e atributos configuracionais da forma urbana foram delineados a partir de análises sintáticas no Depthmap e no Network Reach Analysis (NRA). Já os componentes morfológicos da forma urbana, na figura do lote e da forma construída, foram associados à uma classificação tipológica vinculada à composição do uso do solo e, posteriormente, averiguada sobre a diversidade e a concentração destes elementos urbanos. Com relação aos componentes da Vitalidade Urbana, descritos por meio do padrão de movimento de veículos, de presença de pessoas e de ocorrência de atratores urbanos, estes foram abordados enquanto níveis de expressão, buscando uma relação com os demais componentes de análise.

O quarto objetivo específico foi analisar estatisticamente (via técnica de dependência entre variáveis a partir de correlação bivariada e de modelos de regressão linear múltipla) os recortes urbanos sob parâmetros dos atributos morfológicos configuracionais e de densidade de elementos urbanos em relação aos dados descritivos da Vitalidade Urbana. Para isto, foram desenvolvidas análises junto aos grupos de variáveis explicativas para os dados descritivos de veículos, pessoas e atividades econômicas, avaliando se a configuração espacial, na figura da medida sintática de integração, possibilita explicar os diferentes níveis ou graus de incidência da Vitalidade Urbana. E, ainda, investigando se os componentes da forma urbana, na figura da

concentração de elementos morfológicos associados à composição do uso do solo do ambiente construído, enquanto convergência de padrões urbanos, contribuem para a Vitalidade Urbana.

O quinto e último objetivo específico foi definir sob quais parâmetros e em que circunstâncias a Vitalidade Urbana é gerada assim como favorecida ou inibida: se em termos morfológicos configuracionais e se pela ocorrência de quais tipologias funcionais. Para isto, foram rodados modelos para cada variável de resposta diferente. Como as variáveis explicativas configuracionais do grupo 2, obtidas via análise mapa axial segmentado, foram as que ofereceram modelos com maior capacidade explicativa, utilizou-se nos modelos seguintes do Método 2 essas medidas, acompanhadas por variáveis morfológicas, isto a fim de averiguar se o valor de coeficiente de determinação R^2 ajustado aumentaria.

6.1.1 Síntese dos resultados

A partir dos dados coletados nos trechos das áreas de estudo, correlações de *Spearman* entre as medidas sintáticas obtidas via análise segmentada e as tipologias funcionais sugeriram qual a tendência do padrão de localização espacial. Para todas as áreas analisadas em conjunto ou em separado, verificou-se a tendência de as tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura, assim como o agrupamento de tipologias de uso exclusivamente residencial, apresentarem uma relação inversa com as medidas de integração e de escolha. Ou seja, a quantidade de incidência dessa tipologia ou desse grupo de tipologias diminuiu à medida que houve aumento no valor da gradação de acessibilidade ou na facilidade para a realização dos deslocamentos. Quanto à tipologia residencial em altura, observou-se uma tendência de preferência por localizações em trechos com valores relativamente maiores para a medida de integração global.

Para o sistema urbano como um todo e para as áreas delimitadas, constatou-se a tendência de que a ocorrência de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial esteja vinculada a, ou acompanhe, trechos com aumento nos valores das medidas de integração e de escolha globais. Para as medidas de integração e escolha locais, a tendência de ocorrência dessas tipologias mostrou-se menor, esse padrão, no entanto, não foi observado na área Leste para a tipologia funcional de uso misto e para a tipologia de uso misto em baixa altura. Sobre a tipologia funcional mista em altura, majoritariamente incidente na área Central, verificou-se a preferência de localização por trechos mais acessíveis na escala global do que na escala local. Sobre a ocorrência da tipologia funcional de atividades econômicas em altura, também predominante na área Central, observou-se a mesma tendência de associação com a medida de

integração global. Por fim, para a tipologia funcional de atividades econômicas de baixa altura, verificou-se a tendência de localização em trechos com aumento nos valores da medida de integração global, esse padrão, na área Leste, também foi acompanhado pelo aumento nos valores das medidas de escolha global e de integração local.

Após averiguação empírica, observou-se que cada área de estudo apresentou um padrão de Vitalidade Urbana próprio. Partindo da hipótese central de investigação, conforme os resultados do Método 1: Modelo de análise configuracional urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, essa tese parcialmente comprovou que a Vitalidade Urbana primariamente acompanharia as variações de acessibilidade e dos caminhos mais diretos, rápidos e curtos para a realização do movimento na estrutura espacial, isto porque a qualidade de ajuste não indicou a explicação da variância dos dados a partir de coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80.

Mas para a área Leste, todos os padrões descritivos da Vitalidade Urbana apresentaram a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular local. E para a Central, apenas o padrão movimento de veículos apresentou a constatação de um padrão crescente com a variável integração angular global. Ou seja, demonstrando comportamento previsto pela teoria sintática da configuração espacial ser a principal geradora dos padrões de movimento natural.

Na área Central, tanto o padrão de presença de pessoas quanto o padrão de ocorrência de atratores urbanos apresentaram maior associação com a medida de integração global. E na área Oeste, todos os padrões descritivos da Vitalidade Urbana apresentaram maior associação com a medida de escolha.

Já com os resultados do Método 2: Modelo de análise da forma urbana e Vitalidade Urbana das áreas de estudo, para as áreas analisadas separadamente, esta tese comprovou que a Vitalidade Urbana primariamente acompanharia as variações na estrutura espacial, e seria acompanhada da maior ou menor densidade ou intensificação de tipologias funcionais de uso misto e de uso não residencial. Mas a qualidade de ajuste, salvo para o padrão movimento de veículos e padrão de ocorrência de atratores urbanos na área Leste e para o padrão de presença de pessoas e para o padrão de ocorrência de atratores urbanos na área Central, não indicou, assim como para as áreas analisadas conjuntamente, a explicação da variância dos dados a partir de coeficientes de determinação R^2 ajustado maiores que 0,80. Ainda assim, a inserção das variáveis morfológicas colaboraram para o aumento dos coeficientes de explicação obtidos no Método 1, e especificamente junto aos modelos com a densidade de tipologias funcionais, os coeficientes de explicação mostraram-se mais altos, tanto próximos quanto até maiores que 0,80.

Para as áreas analisadas conjuntamente, no modelo 1, apesar do coeficiente de determinação R² ajustado, de 0,77, ter sido o mais alto dentre os demais modelos do Método 2 para explicar a variável de resposta pessoas, as variáveis explicativas significativas do modelo (o mesmo ocorreu com o modelo para atividades econômicas), foram apenas as configuracionais. Para a variável de resposta veículos, a única variável de efeito preditivo negativo foi a variável morfológica de densidade de lotes. No modelo 2, o coeficiente de determinação R² ajustado não foi mais alto para explicar a variável de resposta veículos e pessoas em relação aos valores do modelo 1, mas as variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica média da Área Construída desempenhando efeito preditivo positivo. Entre os modelos 3 e 4, quando inseridas as variáveis morfológicas com a atribuição do tipo de tipologia funcional inserida nos lotes (considerando ora a área total construída ora a densidade), para as variáveis de resposta pessoas e atividades econômicas, mostraram-se significativas e de efeito preditivo positivo as variáveis referentes às tipologias de uso não residencial e de uso misto, indicando que o padrão de presença de pessoas e de ocorrência de atratores urbanos seria diretamente afetado conforme os valores estimados de área total construída ou de densidade dessas tipologias nos trechos de rua. Já para a variável de resposta veículos, mostrou-se também significativa a variável referente ao uso exclusivamente residencial, porém de efeito preditivo negativo, indicando que o padrão de movimento de veículos seria inversamente afetado conforme os valores estimados de área total construída ou de densidade de tipologias residenciais presentes nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

Para as áreas analisadas separadamente, no modelo 1, os coeficientes de determinação R² ajustado mantiveram-se semelhantes aos valores dos demais modelos do Método 1, ou seja, as variáveis explicativas morfológicas significativas densidade de lotes, média da medida da testada dos lotes e área dos lotes não contribuíram para a qualidade do ajuste dos modelos. No modelo 2, todos os coeficientes de determinação R² ajustado foram mais altos se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta, e as variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica média da área construída.

No modelo 3, quando foram inseridas variáveis morfológicas com a atribuição da área total construída conforme o tipo de uso da tipologia funcional inserida nos lotes, todos os coeficientes de determinação R² ajustado foram mais altos se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta, e as variáveis explicativas significativas de

todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da área total construída das tipologias de uso misto.

No modelo 4, com a inserção de variáveis morfológicas com a atribuição da densidade de incidência do tipo de uso da tipologia funcional inserida nos lotes, os coeficientes de determinação R² ajustado foram também mais altos se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta. Para a variável veículos na área Central, o coeficiente de determinação R² ajustado alcançou 0,76, o mais alto ao lado do modelo 5, de todos os modelos do método 2, significando que as variáveis mantidas neste modelo explicaram 76% da variância da variável do padrão de movimento de veículos. Já para a variável atividades econômicas, nas áreas Leste e Central, os coeficientes de determinação R² ajustado atingiram 0,87, os mais altos de todos os modelos do método 2, significando que as variáveis mantidas nestes modelos explicaram 87% da variância da variável do padrão de ocorrência de atratores urbanos. As variáveis explicativas significativas da maioria dos modelos, com exceção das áreas Leste e Central para a variável de veículos, incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da densidade de tipologias de uso misto. Quando a variável morfológica da densidade de tipologias de uso exclusivamente residencial mostrou-se significativa nos modelos, o efeito preditivo foi negativo, indicando que o padrão de dados descritivos da Vitalidade Urbana (para veículos e pessoas na área Central, e para atividades econômicas nas áreas Leste e Oeste) seria inversamente afetado conforme os valores estimados dessa variável nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

No modelo 5, com a inserção de variáveis morfológicas com a atribuição da densidade de incidência de acordo com o tipo específico de tipologia funcional inserida nos lotes, os coeficientes de determinação R² ajustado foram ainda mais altos se comparados aos resultados do método 1 para explicar as variáveis de resposta. Para a variável veículos na área Central e para a variável atividades econômicas na área Oeste, os coeficientes de determinação R² ajustado atingiram, respectivamente 0,76 e 0,71, os mais altos de todos os modelos do método 2, significando que as variáveis mantidas nestes modelos explicaram 76% e 71% da variância da variável do padrão do movimento de veículos e de ocorrência de atratores urbanos. As variáveis explicativas significativas de todos os modelos incluíram, além das configuracionais, a variável morfológica da densidade de tipologias funcionais de atividades econômicas de baixa altura. Quando a variável morfológica da densidade de tipologias funcionais de uso residencial em baixa altura mostrou-se significativa nos modelos, o efeito preditivo foi negativo, indicando que o padrão de dados descritivos da Vitalidade Urbana (para veículos e pessoas na área Central, e para atividades econômicas nas três áreas delimitadas) seria inversamente afetado

conforme os valores estimados dessa variável nos trechos de rua selecionados para a análise amostral.

6.2 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DOS RESULTADOS DA PESQUISA

O estudo da Vitalidade Urbana a partir dos resultados obtidos em Santa Maria (RS) possibilitou contribuições e generalizações. No campo teórico permitiu associar um fenômeno de expressão social e econômica, no caso da Vitalidade Urbana descrita por meio de fatores dinâmicos, pelo movimento de veículos e presença de pessoas, e funcionais, pela ocorrência de atividades econômicas em geral, aos comportamentos verificáveis em sistemas espaciais explicados por meio da Teoria da Sintaxe Espacial (Hillier e Hanson, 1984; Hillier, 2007), produzindo evidências a respeito da diferenciação espacial em termos de acessibilidade e rotas de passagem e da densidade de formas construídas, especialmente aquelas associadas a uma diversidade representada por tipologias de uso misto e de uso não residencial.

Como o conceito de Vitalidade Urbana está vinculado à noção de diversidade, entre as condições geradoras apontadas por Jacobs (2011), a mais essencial trata da mistura de usos, e não dos usos separados. Já a associação às demais três condições, ampliar-se-iam as possibilidades para o desempenho de uma vida urbana, social e economicamente, mais diversa, intensa, distribuída temporalmente ao longo dos períodos do dia, com maior duração das permanências e interações, além de maior capacidade de adaptação. Por isso, a classificação adotada nessa tese, ao observar critérios arquitetônicos, como a volumetria dos edifícios e a capacidade de comportar maiores ou menores densidades habitacionais e/ou abrigar uma ou mais atividades econômicas, associada ao propósito funcional dos edifícios e lotes, resultou numa proposta de tipologias funcionais as quais, atreladas à disposição espacial na malha urbana, são capazes de contribuir para os diferentes níveis ou graus de manifestação da Vitalidade Urbana.

E como os efeitos dos atributos configuracionais sobre os encontros entre indivíduos seriam uma resultante da interação entre cidade e usuários, haveria uma Urbanidade expressa na forma urbana. Essa, se oposta a uma desurbanidade, atua para a Vitalidade Urbana. Amplia-se, assim, a articulação da rede de ruas, atrelada a uma qualidade espacial do espaço público, localmente conformada pela dimensão arquitetônica. E a maior influência à Vitalidade Urbana tenderá a ser resultado tanto do padrão facilitado de acessibilidade das ruas quanto do padrão de concentração de elementos urbanos, especialmente daqueles associados a uma diversidade tipológica capaz de comportar diferentes possibilidades de uso do solo e atividades.

A principal implicação teórica desta pesquisa foi a confirmação de que os municípios têm a possibilidade e a responsabilidade de adotar estratégias, as quais devem ser previstas nos planos diretores municipais, para o estabelecimento das hierarquias no sistema viário serem condizentes com os padrões de acessibilidade, com a identificação das *local core lines* e das *live centre lines* de cada centralidade, subcentro ou subárea. A partir de linhas axiais mais rasas ou com maiores valores de integração, contribui-se para a concentração do movimento natural, bem como distribuí-lo ao entorno, além de especificar, vinculadamente, orientações para a forma construída. A definição de um sistema viário principal, desde que avaliada a acessibilidade entre ruas locais e estruturadoras pelas medidas de integração global e local do sistema urbano, isto para além da observação do conjunto de vias que conectam partes do município, permitem o acesso eficiente e rápido entre os pares de origens e destinos mais importantes. E a relação de sinergia, por sua vez, mantém uma correlação entre as escalas local e global, por meio da priorização de linhas com maior integração local em relação às linhas com maior integração global.

Afinal, a rede de ruas, em termos do papel da inteligibilidade legado à capacidade de leitura/consciência da complexidade da estrutura espacial, e da funcionalidade enquanto acomodação flexível/inflexível ou adequada/inadequada de funções em geral no sistema urbano, influencia diretamente no planejamento da hierarquia viária e do uso do solo. Posto que a hierarquia estabelece as funções e atividades de cada via, determinando o papel na circulação de veículos e pedestres e, conseqüentemente, na alocação dos atratores urbanos. Em relação ao uso do solo, deve-se ter em conta a densidade de ocupação em cada trecho das vias, ou seja, a quantidade de pessoas e atividades presentes.

Assim, o planejamento adequado de vias com maior gradação de acessibilidade bem como as mais utilizadas para as rotas de deslocamento pode garantir o atendimento a uma maior, e concomitante, variedade de meios de transporte, sobretudo, os não motorizados, o incentivo à maior concentração demográfica e aumento do potencial construtivo desde que observadas a disponibilidade das infraestruturas, a localização funcional não especializada de atividades, mas sim buscando a combinação de usos pela diversidade derivada em tipologias com características específicas para comportar moradia, empregos e o apoio de pequenos negócios às rotinas de moradores e estranhos.

No campo metodológico, por sua vez, a descrição da Vitalidade Urbana considerou, pontual e especificamente, a escala do logradouro para a coleta de dados e assim privilegiou a inter-relação das escalas global e local. Isso permitiu atribuir o vínculo de lotes e edificações adjacentes ao trecho limitado a duas interseções consecutivas ou uma interseção e uma

extremidade de via, evitando a necessidade de interpretação como ocorre com a linha axial e a linha segmentada.

Em termos de aplicações práticas, menciona-se a possibilidade de, a partir da descrição da configuração espacial, identificar os espaços com potencial para desempenhar papel estruturador em cada centralidade urbana – no caso das *live centre lines* ou *core lines* – bem como a compreensão do estágio de replicação dos efeitos multiplicadores do movimento, que retroalimentam outros padrões de uso do solo e estimulam o aumento das densidades e dos usos derivados em locais com maior intensidade de movimento. Assim, ao ter explorado, averiguando nas faixas de acessibilidade de maior gradação do *ranking* da medida de integração como se comportavam os valores descritivos da Vitalidade Urbana e, concomitantemente, os componentes e atributos morfológicos da forma urbana, especialmente sobre a intensificação ou maior densidade de unidades ou área construída por tipologia funcional, os resultados ofereceram indícios sobre a convergência ou divergência de padrões urbanos e sobre a implicância que o alinhamento de processos, iniciado pela estrutura urbana, acarreta à Vitalidade Urbana.

No caso da área Leste, os maiores valores de densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto coincidiram com as faixas de maior acessibilidade, também consideradas como *live centre lines* ou *core lines*. E, mesmo que possam ser exemplos de padrões convergentes, com altos valores de ocorrência de atividades econômicas, o ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado dado que os valores do padrão de presença de pessoas mostraram-se baixos. Ou seja, mesmo que a área pareça apresentar um estágio de desenvolvimento de padrões urbanos compatibilizados entre si, a base para o crescimento e funcionamento conjunto dos padrões urbanos depende da replicação dos efeitos da convergência desencadeado pela estrutura urbana. Assim, infere-se que, nas faixas de maior acessibilidade, há uma certa limitação à multiplicação dos demais níveis de padrões urbanos, não necessariamente pela configuração espacial, mas talvez pela constituição do espaço público, caracterizado por largas avenidas/rodovias. A prioridade dada aos veículos motorizados, evidenciada pelo número significativo de faixas de rolamento e pela menor articulação com as demais partes do sistema urbano, aliada ao dimensionamento restrito das calçadas, dificulta que os níveis de movimento retroalimentem os demais padrões, limitando-os.

Portanto, na área Leste, a variação nos níveis de Vitalidade Urbana referente ao padrão descritivo presença de pessoas não foi explicada pela gradação dos *rankings* da medida de integração. No entanto, houve correspondência entre os maiores níveis de Vitalidade Urbana

registrados e uma quantidade expressiva de *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas maiores faixas de acessibilidade.

No caso da área Central, as faixas de maior acessibilidade, também consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidiram com os maiores valores dos padrões de presença de pessoas e de atratores urbanos, e as maiores densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões convergentes, cujo ciclo de feedback dinâmico parece ter sido iniciado, isto em função dos altos valores do padrão de localização de atividades econômicas a multiplicar os valores do padrão de presença de pessoas.

Portanto, na área Central, a variação nos níveis de Vitalidade Urbana, referentes aos padrões descritivos presença de pessoas e ocorrência de atratores urbanos, foi explicada pela gradação dos *rankings* da medida de integração. A correspondência dos maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados coincidiu com uma quantidade expressiva de *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas maiores faixas de acessibilidade. Assim, uma forma não linear de multiplicação de efeitos parece ter se desenvolvido, e a presença efetiva de pessoas em certas partes do sistema beneficiou-se com, do mesmo que influenciou, a distribuição de usos e das formas construídas.

No caso da área Oeste, nas faixas de maior acessibilidade, também consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidiram com os maiores valores dos padrões de movimento de veículos e de atratores urbanos, mas não foram acompanhados pelas maiores densidades de área construída e de tipologia funcional de uso misto. Seriam, portanto, exemplo de padrão convergente. No entanto, mesmo que tenha sido registrado um alto valor de densidade de tipologia funcional de uso não residencial, um ciclo de *feedback* dinâmico parece não ter sido iniciado posto que os valores do padrão de presença de pessoas mostraram-se baixos.

Nas faixas de maior acessibilidade, também consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidiram com os maiores valores do padrão de presença de pessoas e pela maior densidade de área construída por tipologia funcional de uso não residencial. Seriam, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de feedback dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de localização de atividades econômicas e pela menor densidade de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto.

Nas faixas de maior acessibilidade, porém não consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidiram com a maior densidade de tipologia funcional de uso não residencial. Seriam, portanto, exemplo de padrão convergente, cujo ciclo de feedback dinâmico não parece ter sido iniciado, isto em função do baixo valor do padrão de presença de pessoas.

Nas faixas de maior acessibilidade, porém não consideradas como *live centre lines* ou *core lines*, coincidiram com valores nulos dos padrões de movimento de veículos, de presença de pessoas e de atratores urbanos, e com ausência de densidades de área construída e de tipologias funcionais de uso não residencial e de uso misto. Seriam, portanto, exemplos de padrões divergentes, cujo ciclo de feedback dinâmico não tende a ser iniciado em função do predomínio da tipologia funcional de uso residencial.

Portanto, na área Oeste, a variação nos níveis de Vitalidade Urbana referentes a todos os padrões descritivos não foi explicada pela gradação dos rankings da medida de integração. E apesar de ter havido a correspondência dos maiores níveis de Vitalidade Urbana registrados em *live centre lines* ou *core lines* inseridas nas maiores faixas de acessibilidade, a quantidade foi bastante restrita.

6.3 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Apesar de terem sido encontrados resultados satisfatórios que permitiram responder às questões de pesquisa e verificar as hipóteses, é importante sinalizar que o benefício de possíveis generalizações para o incremento da Vitalidade Urbana deve abranger maior diversidade de amostras, assim incluindo outros municípios. Visto que esta pesquisa representou uma aproximação ao estudo da Vitalidade Urbana no contexto de cidades médias, no Brasil há uma grande diversidade de realidades urbanas compatíveis em termos populacionais, porém distintas em termos de características espaciais e de tipologias da forma construída, que necessitam serem exploradas em pesquisas futuras, a fim de melhor compreender a dinâmica de expressão de fatores dinâmico-funcionais do fenômeno urbano e qual a relação com as propriedades configuracionais e com as características morfológicas locais dos elementos urbanos.

A respeito do objeto empírico, nesse trabalho, as áreas de estudo não possuíam diferenças significativas no padrão tipológico da malha urbana, restringindo-se ao tipo de traçado em grelha, em detrimento do traçado em árvore. Assim, as variações na configuração espacial, tanto para o conjunto das relações estabelecidas entre os espaços quanto para a descrição precisa dessas relações, foram limitadas. No traçado em árvore, a organização é feita por meio de uma via principal, a partir da qual são ramificadas ruas sem saída, gerando rupturas ao movimento e aumentando a profundidade média da malha. Já no traçado em grelha, a continuidade das ruas resulta em uma malha com menor profundidade média. Assim, as permeabilidades estabelecem maiores possibilidades de atravessamentos e de formação de

anéis de rotas entre as barreiras. Portanto, sugere-se que estudos futuros incluam configurações mais diversas, pois a comparação entre as áreas é necessária para identificar possíveis diferenças e semelhanças nas implicações de arranjos espaciais sobre a Vitalidade Urbana.

A pesquisa revelou ser fundamental que as informações dos diversos cadastros e base de dados construídos e mantidos pela municipalidade, isto para a qualificação do planejamento e gestão do espaço urbano, mantenham a vinculação entre as feições dos diversos shapes. Também em vista dos dados de edificações cedidos pelo Instituto de planejamento de Santa Maria (IPLAN/SM) não apresentarem a área por economia ou por pavimento, apenas a área total construída e o total de unidades, o tempo disponível para a execução dos objetivos e para a realização da classificação tipológica foi um fator limitador no que se refere ao tamanho de amostra de dados coletados analisados nesta pesquisa. Nesse sentido, para sistematizar as informações sobre os atratores urbanos, sugere-se a discriminação da área construída conforme o tipo de uso e, ainda, a inclusão da classificação tipológica sugerida nesta tese. Ou seja, isso possibilitará abarcar realidades socioespaciais que, por exemplo, tenham em comum a característica morfológica configuracional em relação à profundidade topológica relativa ao centro global ou, ainda, que estejam inseridas nas diferentes centralidades ou subcentros das partes do sistema urbano, mas que podem se diferenciar localmente em termos de uso do solo e tipologias funcionais.

Ressalta-se, ainda, a limitação metodológica do tempo exigido para a execução da coleta de dados descritivos da Vitalidade Urbana, o que inviabilizou a adoção de uma amostra mais ampla. Nesta pesquisa, adaptou-se um procedimento manual de contagem do movimento de veículos nas faixas de rolamento e da presença de pessoas nas calçadas a partir de imagens recolhidas via *Google Street View* (GSV). Apesar do estabelecimento dos pontos de vista próximo aos cruzamentos e, quando necessário, junto ao meio do quarteirão, o resultado do enquadramento total do trecho expôs a necessidade de conferir a não duplicação da quantificação das informações contidas ao longo de um percurso.

Quanto à contemplação da variação temporal na seleção de unidades de análise, certificou-se eleger imagens captadas em, pelo menos, três diferentes anos (dentro do intervalo de 2011 a 2022). Como não houve controle das estações do ano ou intervalos horários, o que se configura como uma limitação, recomenda-se a realização da coleta de dados que cubram a ocorrência de fluxos e interações ao longo de distintos períodos do dia e da noite, para viabilizar a detecção das diferenças de intensidade dos fluxos, especialmente durante situações de pico. Em relação à contagem das pessoas nas calçadas, foram considerados ciclistas e pedestres, inclusive crianças, excluindo apenas as de colo, em ambas as calçadas do trecho em análise,

independentemente do sentido do deslocamento e da atividade realizada, se em movimento ou estacionária. Também não foram excluídos os indivíduos parados em pontos de ônibus, ao contrário, computou-se a presença de pessoas junto a mobiliários urbanos, como bancos. Assim, sugere-se uma análise desagregada ou discriminada do uso dos espaços pela realização de outros métodos de análise da vida pública, como o rastreamento e, mais especificamente, o mapeamento comportamental. Isso com o objetivo de informar dados como gênero, idade, se o indivíduo encontra-se sozinho ou acompanhado (por uma, duas, três ou mais pessoas), tempo de permanência (se por até 5min, de 5 a 15min, de 15 a 30min, de 30 a 60min, mais de 1h), tipo de atividade desenvolvida (se em pé ou sentado, observando ou assistindo, lendo, conversando bebendo e/ou comendo, trabalhando, exercitando-se), e o local (à sombra ou ao sol, se utilizando mobiliário urbano e qual seria).

Para o caso da não desagregação do padrão de presença de pessoas em pedestres em movimento e parados, pode ser interessante utilizar a medida de integração ponderada pela medida de escolha, a qual indicará os espaços com maior inteligibilidade e, portanto, maior potencial de serem utilizados simultaneamente como destino e rota de movimento. Esta medida poderia amenizar o problema de correlação entre variáveis quando se utiliza regressão, porém não substitui a análise isolada de cada medida individual de integração e escolha, principalmente quando são as especificidades do fenômeno as buscadas. Por fim, seria interessante testar também uma combinação das variáveis configuracionais ponderadas pelos atratores urbanos, pois se verificou que esses dois grupos de variáveis têm forte correlação, sendo difícil isolar o efeito de cada uma delas.

O desenvolvimento da metodologia de análise pode ser viabilizado pela disponibilização e processamentos de dados georreferenciados. Mas as análises estatísticas ocorreram, a partir da tabulação do banco de dados, nos softwares Excel, SPSS e R. Sugere-se que, além das estatísticas descritivas básicas, a análise estatística de dados espaciais seja realizada por meio de *scripts* utilizando o *plugin* Processing R Provider.

Em relação ao processamento dos dados, os modelos de regressão linear múltipla proveram resultados aceitáveis para responder às questões de pesquisa, porém se mostraram limitados para analisar variáveis correlacionadas/co-dependentes entre si, gerando dúvidas em relação a possíveis influências em alguns coeficientes de determinação. Assim, faz-se necessária uma ressalva acerca da generalização dos resultados referentes às variáveis. Como o método de seleção de variáveis Stepwise não necessariamente utiliza todas as variáveis independentes para compor os modelos ou, ainda, ao adotar como critério de seleção de variáveis o coeficiente de determinação ajustado, pode manter variáveis com nível de

significância menor que 0,05, porém significativas para o modelo, a discussão dos efeitos de cada variável fica restrita ao próprio modelo. Por outro lado, para cada dado descritivo da Vitalidade Urbana, os modelos dessa tese puderam ser comparados entre si, justamente por apresentarem as mesmas variáveis independentes. Assim, um passo futuro necessário ao aprofundamento desse estudo é a avaliação do tamanho dos efeitos causados por cada variável em cada modelo.

Faz-se necessário ressaltar que os valores absolutos das estimativas do coeficiente de determinação R^2 ajustado, no caso dos aumentos percentuais oferecidos pelos modelos, não informam, por si só, sobre a capacidade explicativa das variáveis, se não forem interpretados em conjunto com uma análise dos erros dos modelos e suas distribuições de probabilidade. Sendo assim, as diferenças observadas nos modelos do método 2 podem não ser tão expressivas quando efetivamente comparadas.

Também recomenda-se testar outras técnicas de processamento dos dados utilizando modelos de regressão linear simples. Isso poderia melhorar o desempenho dos modelos explicativos da Vitalidade Urbana, tanto no que se refere ao modelo de análise configuracional urbana quanto ao modelo da forma urbana, considerando que algumas variáveis independentes podem influenciar, além da variável dependente, outras variáveis independentes. De qualquer modo, é possível que cada variável explicativa tenha sofrido alguma influência em seus coeficientes de regressão, sendo necessária cautela, visto a técnica de regressão não ter possibilitado discernir essas influências. Outra possibilidade a ser considerada é a criação de modelos que segreguem os padrões descritivos da Vitalidade Urbana e verifiquem seu desempenho frente às variáveis explicativas.

Em relação à abordagem configuracional, ter procedido à análise sintática axial e segmentada, a partir de modelagem axial, e à análise sintática de alcance métrico, direcional e métrico e direcional, a partir de modelagem de trechos, possibilitou apreender os diferentes tipos de movimento, a lógica de concentração e distribuição de fluxos e presenças bem como de atratores urbanos nas partes da cidade. Reforça-se, assim, a importância de realizar uma análise exploratória preliminar, a fim de testar as correlações simples entre as variáveis e os dados descritos da Vitalidade Urbana antes do processamento dos dados. No caso deste trabalho, foram suficientes as versões angulares globais e locais de integração e escolha. No entanto, o processamento em conjunto dificultou o entendimento do comportamento individual de cada variável. Parece ser necessário, portanto, adotar apenas uma das variáveis ou uma variável ponderada, como já mencionado, evitando a influência de uma sobre a outra. Por outro lado, ao adotar o menor “grão” de espaço público, no caso do trecho, e as medidas sintáticas de

alcance correlatas, as variáveis explicativas do sistema urbano considerado globalmente com base na unidade de análise do trecho de rua não apresentaram capacidade preditiva superior em comparação às variáveis explicativas obtidas pela análise segmentada.

Reforça-se a necessidade de incorporar aspectos configuracionais e de caracterização das formas construídas nas abordagens de planejamento urbano e nas prescrições específicas das legislações urbanísticas municipais. Sobre as propriedades configuracionais e a distribuição do uso do solo nas formas construídas, a dimensão sintática pode embasar diretrizes sobre como ocorreriam as relações de inserção (ou superposição) no tecido urbano e quais seriam as características mais adequadas dos elementos morfológicos bem como sustentaria decisões de zoneamento, pois, seria inerente à configuração espacial influenciar na localização dos padrões das atividades urbanas. O uso comportado nos estoques construídos, tanto ao nível da rua quanto acima dele, é alimentado e, simultaneamente, alimenta a rua. Indiscutíveis são, também, as questões relacionadas à forma arquitetônica, especificamente dos tipos edifícios enquanto usos capazes de acolher, modos de implantação no lote e as características no relacionamento com o espaço público, fatores essenciais para a promoção da Vitalidade Urbana. Assim, é fato que os instrumentos de uso e ocupação do solo têm o potencial de promover ou inibir a vida nas ruas.

Além disso, foi possível identificar quais características da malha viária promovem ou não uma configuração espacial favorável à economia de movimento, à qualidade de vida e à funcionalidade urbana. Com isso, projetistas de loteamentos poderiam manipular, de forma mais consciente, as variáveis de desenho urbano, enquanto gestores públicos poderiam prever os efeitos potenciais de intervenções na malha viária e nos lotes pela inserção de tipologias com determinadas características formais e funcionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinícius de Moraes (Orgs.). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012.

AGUIAR, Douglas Vieira de. Urbanidade e a qualidade da cidade. *In*: AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinícius de Moraes (Orgs.). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012. p. 61–79.

AGUIAR, Douglas Vieira de. **Alma espacial**: o corpo e o movimento na arquitetura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010.

AGUIAR, Douglas Vieira de. **Grid configuration and land use**: a syntactic study of Porto Alegre (Brasil). 1991. 568 f. Tese (Doutorado) – University of London, Bartlett School of Architecture and Planning, London, 1991.

AL-SAYED, Kinda; TURNER, Alasdair; HILLIER, Bill; IIDA, Shinichi; PENN, Alan. **Space Syntax Methodology**. A teaching textbook for the MSc Spatial Design: Architecture & Cities. 4. ed. London: Bartlett School of Architecture, UCL, 2014. Disponível em: <http://discovery.ucl.ac.uk/1415080/1/SpaceSyntax-fulltextbook_HigherRe.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BARRA, Tomás de la. Integrating Micro-Economic Models with Spatial Interaction Theory. **Transactions of the Martin Centre for Architectural and Urban Studies**, University of Cambridge, p. 231–273, 1979.

BARTON, Hugh. Land use planning and health and well-being. **Land Use Policy**, v. 26, n. SUPPL.1, p. 115–123, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.008>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

BATTY, Michael. Accessibility: In search of a unified theory. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 36, n. 2, p. 191–194, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b3602ed>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. Henri Lefebvre: o espaço, a cidade e o “direito à cidade”. **Revista Direito e Práxis**, vol. 11, n. 1, p. 349–369, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2179-8966/2020/48199>>. Acesso em: 2 jan. 2023.

CARMONA, Matthew; HEATH, Tim; OC, Taner; TIESDELL, Steven. **Public Places – Urban Spaces**. The dimensions of urban design. Abingdon; New York: Routledge, 2010.

CERVERO, Robert; KOCKELMAN, Kara. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 2, n. 3, p. 199–219, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CERVERO, Robert; SARMIENTO, Olga L.; JACOBY, Enrique; GOMEZ, Luis Fernando; NEIMAN, Andrea. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 3, n. 4, p. 203–226, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15568310802178314>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

CHEN, W Wangyang; WU, Abraham Noah; BILJECKI, Filip. Classification of urban morphology with deep learning: Application on urban vitality. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 90, p. 101706, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971521001137>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CORDEIRO, Gauss Moutinho; DEMÉTRIO, Clarice G. B. **Modelos Lineares Generalizados**: minicurso para o 12o SEAGRO e a 52a reunião anual da RBRAS. Santa Maria, 2007. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/365329297/Modelos-Lineares-Generalizados-Apostila-Gauss-Cordeiro>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

DANCEY, Christine; REIDY, John. **Estatística sem matemática para psicologia**: usando SPSS para Windows. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DE KOE, D. M. **Urban Vitality Through a Mix of Land-uses and Functions**: An Addition to Citymaker. Wageningen, 2013, 36 f. Minor Thesis. Wageningen University and Research Centre. Wageningen: WUR, 2013. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/273611>>. Acesso em: 7 out. 2021.

DELCLÒS-ALIÓ, Xavier; MIRALLES-GUASCH, Carme. Looking at Barcelona through Jane Jacobs's eyes: Mapping the basic conditions for urban vitality in a Mediterranean conurbation. **Land Use Policy**, v. 75, p. 505–517, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.026>>. Acesso em: 1 mar. 2023.

DELCLÒS-ALIÓ, Xavier; GUTIÉRREZ, Aaron; MIRALLES-GUASCH, Carme. The urban vitality conditions of Jane Jacobs in Barcelona: Residential and smartphone-based tracking measurements of the built environment in a Mediterranean metropolis. **Cities**, v. 86, p. 220–228, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.09.021>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

VIDAL DOMPER, Nuria; HOYOS-BUCHELI, Gonzalo; BENAGES ALBERT, Marta. Jane Jacobs's Criteria for Urban Vitality: A Geospatial Analysis of Morphological Conditions in Quito, Ecuador. **Sustainability**, v. 15, n. 11, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su15118597>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

ECHENIQUE, M. **Modelos matemáticos de la estructura urbana**: aplicaciones en América Latina. Buenos Aires: Ediciones SIAP, 1975.

FANG, Chuanglin; HE, Sanwei; WANG, Lei. Spatial characterization of urban vitality and the association with various street network metrics from the multi-scalar perspective. **Frontiers in Public Health**, v. 9, p. 1–13, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.677910>>. Acesso em: 7 jun. 2021,

FENG, Chen; ZHANG, Wenwen. Algorithms for the parametric analysis of metric, directional, and intersection reach. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 46, n. 8, p. 1422–1438, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/2399808319827299>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FIELD, Andy. **Descobrimo a estatística usando o SPSS**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIGUEIREDO, Lucas. Desurbanismo: um manual rápido de destruição de cidades. *In*: AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinícius de Moraes (Orgs.). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012. p. 209–234.

FREIRE, Mila; STREN, Richard (Orgs.). The Challenge of Urban Government Policies and Practices. **World Bank Institute (WBI) Development Studies**, Washington, D.C.: The World Bank, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1596/0-8213-4738-1>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

FUENTES, Luis; MIRALLES-GUASCH, Carme; TRUFFELLO, Ricardo; DELCLÒS-ALIÓ, Xavier; FLORES, Mónica; RODRÍGUEZ, Sebastián. Santiago de Chile through the Eyes of Jane Jacobs. Analysis of the Conditions for Urban Vitality in a Latin American Metropolis. **Land**, v. 9, p. 498, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/land9120498>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

GARAU, Chiara; ANNUNZIATA, Alfonso. A method for assessing the vitality potential of urban areas. The case study of the Metropolitan City of Cagliari, Italy. **City, Territory and Architecture**, v. 9, n. 1, p. 7, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40410-022-00153-6>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

GEHL, Jan. **Cities for People**. Washington: Island Press, 2010.

GÓMEZ-VARO, Irene; DELCLÒS-ALIÓ, Xavier; MIRALLES-GUASCH, Carme. Jane Jacobs reloaded: A contemporary operationalization of urban vitality in a district in Barcelona. **Cities**, v. 123, p. 103565, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103565>>. Acesso em: 2 mai. 2022.

HAIR JR., Joseph F.; BLACK, William. C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. **Análise multivariada de dados** [recurso eletrônico]. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HILLIER, Bill; VAUGHAN, Laura. The city as one thing. **Progress in Planning**, v. 67 (3), p. 205–230, 2007. Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/3272/>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

HILLIER, Bill. A theory of the city as object: or, how spatial laws mediate the social construction of urban space. **URBAN DESIGN International**, v. 7, n. 3, p. 153–179, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000082>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

HILLIER, Bill. Centrality as a process: accounting for attraction inequalities in deformed grids. **2th International Space Syntax Symposium**, v. 4 (3-4), p. 107–127, 1999a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1057/udi.1999.19>>. Acesso em: 27 ago. 2021.

HILLIER, Bill. Cities as movement economies. **Urban Design International**, v. 1, p. 41–60, 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.1057/udi.1996.5>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

HILLIER, Bill. **Space is the machine**: a configurational theory of architecture [recurso eletrônico]. London: Space Syntax, 2007. Disponível em: <<http://spaceisthemachine.com/>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

HILLIER, Bill. The hidden geometry of deformed grids: or, why space syntax works, when it looks as though it shouldn't. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 26, n. 2, p. 169–191, 1999b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b4125>>. Acesso em: 6 set. 2021.

HILLIER, Bill; BURDETT, Richard; PEPONIS, John; PENN, Alan. Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything? **Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour**, v. 3, n. 3, p. 233–250, 1987. Disponível em: <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/101/1/hillier-et-al-1987-creating-life.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2021.

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne; PEPONIS, John; HUDSON, John; BURDETT, Richard. Space Syntax: a different urban perspective. **Architects' Journal**, v. 178, n. 48, p. 47–63, 1983. Disponível em: <https://www.academia.edu/11342108/Hillier_B_Hanson_J_Peponis_J_Hudson_J_Burdett_R_1983_Space_syntax_a_different_urban_perspective_Architects_Journal_178_47_63>. Acesso em: 7 jun. 2021.

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space** [recurso eletrônico]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511597237>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

HILLIER, Bill; IIDA, Shinichi. Network and psychological effects in urban movement. *In*: COHN, A.G.; MARK, D.M. (Orgs.). **Spatial Information Theory**. COSIT 2005. Lecture Notes in Computer Science, vol 3693. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 475–490, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/11556114_30>. Acesso em: 24 mar. 2023.

HILLIER, Bill; PENN, Alan; HANSON, Julienne; GRAJEWSKI, Tad; XU, J. Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment & Planning B: Planning & Design**, v. 20, n. 1, p. 29–66, 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b200029>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

HILLIER, Bill; YANG, Tao; TURNER, Alasdair. Normalising least angle choice in Depthmap and it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space. **Journal of Space Syntax**, v. 3, n. 2, p. 155–193, 2012. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/16255392.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2021.

HOEK, Joos W. van den. The MXI (Mixed-use Index) an instrument for anti sprawl policy? **Proceedings of the 44th ISOCARP Congress**, p. 1–12, 2008. Disponível em: <https://www.isocarp.net/Data/case_studies/1195.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

HOLANDA, Frederico. **Brasília: cidade moderna, cidade eterna**. Brasília: FAU UnB, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101706>>. Acesso em: 5 set. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/universo-resultados-preliminares>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Versão 2.0**. Estrutura detalhadas e notas explicativas. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em:

<https://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&chave=&tipo=cnae&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0>. Acesso em: 3 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Revisado em 07/01/2019. 118 p. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

INDA, Pedro Augusto Alves de. **O planejamento urbano e seu impacto na tipologia arquitetônica, no bairro Cidade Baixa, em Porto Alegre**. 2003, 201 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre, RS, 2003.

IPLAN – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE SANTA MARIA. **Plano diretor de desenvolvimento territorial**. Santa Maria: IPLAN, 2018. Disponível em: <<http://iplan.santamaria.rs.gov.br/site/home/pagina/id/148>>. Acesso em: 4 fev. 2019.

JACOBS, Jacobs. **Morte e vida de grandes cidades**. 3 ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011 (1961).

JALALADDINI, Siavash; OKTAY, Derya. Urban Public Spaces and Vitality: a Socio-Spatial Analysis in the Streets of Cypriot Towns. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 35, p. 664–674, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.135>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

KIM, Suji. Urban vitality, urban form, and land use: their relations within a geographical boundary for walkers. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10633, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su122410633>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

KRAFTA, Romulo. Impressões digitais da urbanidade. *In*: AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinícius de Moraes (Orgs). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012. p. 115–133.

KRAFTA, Romulo. **Notas de aula de morfologia urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

LEFEBVRE, Henri. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999 (1970).

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. 5a. ed. São Paulo: Centauro, 2008 (1968).

LONG, Ying; HUANG, C. C. Does block size matter? The impact of urban design on economic vitality for Chinese cities. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 46, n. 3, p. 406–422, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/2399808317715640>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

LOPES, Miguel Nogueira; CAMANHO, Ana S. Public Green Space Use and Consequences on Urban Vitality: An Assessment of European Cities. **Social Indicators Research**, v. 113, n. 3, p. 751–767, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11205-012-0106-9>>. Acesso em: 5 set. 2022.

LYNCH, Kevin. **A Boa Forma da Cidade**. Lisboa: Edições 70, 2012 (1981).

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997 (1960).

MAAS, Paul R. **Towards a Theory of Urban Vitality**. 1984, 267 f. Dissertação (Mestrado) – University of British Columbia, Faculty of Graduate Studies, School of Community and Regional Planning. Vancouver, 1984. Disponível em: <<https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0096212>>. Acesso em 26 out. 2021.

MACIEL, Filipe Bassan Marinho. **Copresença em loteamentos residenciais dispersos de cidades médias brasileiras**. 2018, 203 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/179557>>. Acesso em: 6 mai. 2019.

MONTGOMERY, John. Making a city: urbanity, vitality and urban design. **Journal of Urban Design**, v. 3, n. 1, p. 93–116, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13574809808724418>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

MONTGOMERY, John. Urban Vitality and the Culture of Cities. **Planning Practice & Research**, v. 10, n. 2, p. 101–110, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02697459550036649>>. Acesso em: 7 mar. 2022.

MOURATIDIS, Kostas; POORTINGA, Wouter. Built environment, urban vitality and social cohesion: do vibrant neighborhoods foster strong communities? **Landscape and Urban Planning**, v. 204, p. 103951, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103951>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

NETTO, Vinicius de Moraes. A urbanidade como devir do urbano. *In*: AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinicius de Moraes (Orgs). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012. p. 33–59.

NETTO, Vinicius de Moraes. **Cidade & sociedade**: as tramas da prática e seus espaços. Porto Alegre: Sulina, 2014.

NETTO, Vinicius de Moraes; KRAFTA, Romulo. A forma urbana como problema de desempenho. *In*: NETTO, Vinicius de Moraes. **Cidade & sociedade**: as tramas da prática e seus espaços. Porto Alegre: Sulina, 2014. p. 317–364.

NETTO, Vinicius de Moraes; SABOYA, Renato Tibiriçá; VARGAS, Júlio Celso Borello. Does Architecture Matter to Urban Vitality? Buildings and the Social Life of Streets and Neighbourhoods. **Built Environment**, v. 48, p. 317–340, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.2148/benv.48.3.317>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

NETTO, Vinicius de Moraes; SABOYA, Renato Tibiriçá; VARGAS, Júlio Celso Borello; FIGUEIREDO, Lucas; FREITAS, Cássio; PINHEIRO, Maíra. The convergence of patterns in the city: (isolating) the effects of architectural morphology on movement and activity.

Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium, Santiago: Universidad Católica de Chile, 2012a. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/235436784_The_convergence_of_patterns_in_the_city_Isolating_the_effects_of_architectural_morphology_on_movement_and_activity>.

Acesso em: 14 mar. 2023.

NETTO, Vinicius de Moraes; VARGAS, Júlio Celso Borello; SABOYA, Renato Tibiriçá. (Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4 (2), n. 446, p. 261–282, 2012b. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/urbe.7400>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

OZBIL, Ayse; PEPONIS, John; STONE, Brian. Understanding the link between street connectivity, land use and pedestrian flows. **Urban Design International**, v. 16, n. 2, p. 125–141, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1057/udi.2011.2>>. Acesso em: 4 out. 2021.

PENN, Alan. Space syntax and spatial cognition: or, why the axial line? **Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium**, Atlanta, p. 11.1–11.17, 2001. Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/3419/>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

PENN, Alan, HILLIER, Bill, BANISTER, D., XU, J. Configurational Modelling of Urban Movement Networks. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 25 (1), p. 59–84, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b250059>>. Acesso em: 2 ago. 2021.

PEPONIS, John; ALLEN, Douglas; FRENCH, Steve; SCOPPA, Martin; BROWN, Jason. Street connectivity and urban density. **Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium**, Istanbul, p. 4.1–4.12, 2007. Disponível em:

<<http://spacesyntaxistanbul.itu.edu.tr/papers/longpapers/004%20-%20Peponis%20Allen%20French%20Scoppa%20Brown.pdf>>.

Acesso em: 19 mar. 2021.

PEPONIS, John; BAFNA, Sonit; ZHANG, Zongyu. The connectivity of streets: reach and directional distance. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v.35, p. 881–901, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b33088>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

PEPONIS, John; FENG, Chen; GREEN, David; HAYNIE, Dawn; KIM, Sung Hong; SHENG, Qiang; VIALARD, Alice; WANG, Haofeng. Syntax and parametric analysis of superblock patterns. **The Journal of Space Syntax**, v. 6, n. 1, p. 109–141, 2015. Disponível em: <<http://joss.bartlett.ucl.ac.uk/journal/index.php/joss/article/view/254>>. Acesso em: 30 set. 2021.

PUGALIS, Lee. The culture and economics of urban public space design: public and professional perceptions. **Urban Design International**, v. 14, n. 4, p. 215–230, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1057/udi.2009.23>>. Acesso em: 07 out. 2021.

RHEINGANTZ, Paulo. Narrativas ou traduções da urbanidade. *In*: AGUIAR, Douglas Vieira de; NETTO, Vinicius de Moraes (Orgs). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2012. p. 135–161.

RODRIGUE, Jean Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The Geography of Transport Systems**. Routledge: England, UK, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318837359_The_Geography_of_Transport_Systems>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SABOYA, Renato Tibiriçá; VARGAS, Júlio Celso Borello. Tipos arquitetônicos e vitalidade urbana: um estudo sobre as possíveis relações entre a arquitetura e o uso dos espaços públicos. **II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**, 2012, Natal/RN. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/235436771_Tipos_arquiteticos_e_vitalidade_urbana_um_estudo_sobre_as_possoiveis_relacoes_entre_a_arquitetura_e_o_uso_dos_espacos_publicos>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SABOYA, Renato Tibiriçá; NETTO, Vinicius de Moraes; VARGAS, Júlio Celso Borello. Fatores morfológicos da vitalidade urbana: uma investigação sobre o tipo arquitetônico e seus efeitos. **Arquitextos**, São Paulo, ano 15, n. 180.02, Vitruvius, maio 2015. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.180/5554>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SABOYA, Renato Tibiriçá; NETTO, Vinicius de Moraes; VARGAS, Júlio Celso Borello. Tipologias edilícias e vitalidade urbana: um estudo de caso em Florianópolis - SC. **XV Enanpur - Encontro da Associação Nacional de Planejamento Urbano**, Recife, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/245900055_Tipologias_edilicias_e_vitalidade_urbana_um_estudo_de_caso_em_Florianopolis_-_SC>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SCOPPA, Martin D.; PEPONIS, John. Distributed attraction: The effects of street network connectivity upon the distribution of retail frontage in the city of Buenos Aires. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 42, n. 2, p. 354–378, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b130051p>>. Acesso em: 3 abr. 2023

SILVA, Edson Luiz Bortoluzzi da. **O crescimento urbano e os processos de densificação e expansão**. 2018, 243 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/187431>. Acesso em: 27 mai. 2019.

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrame. A urbanização da sociedade: reflexões para um debate sobre as novas formas espaciais. *In*: DAMIANI, Amelia Luisa; CARLOS, Ana Fani Alessandri (Orgs.). **O espaço no fim do século: a nova raridade**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2001. p. 83–89.

STEADMAN, Philip. Developments in space syntax. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 31, p. 483–486, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/b3104ed>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SULIS, Patrizia; MANLEY, Ed; ZHONG, Chen; BATTY, Michael. Using mobility data as proxy for measuring urban vitality. **Journal of Spatial Information Science**, v. 16, p. 137–162, 2018. Disponível em: <<https://josis.org/index.php/josis/article/view/92/92>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

SUNG, Hyun-gun; GO, Doo-hwan; GYU, Chang. Evidence of Jacobs's street life in the great Seoul city: identifying the association of physical environment with walking activity on streets. **Cities**, v. 35, p. 164–173, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.07.010>>. Acesso em: 12 set. 2022.

TURNER, A. Angular Analysis. **Proceedings of the Third International Space Syntax Symposium**, Georgia Institute of Technology n. May, p. 30.1–30.11, 2001. Disponível em: <https://www.academia.edu/276357/Angular_Analysis>. Acesso em: 30 mar. 2021.

VAUGHAN, Laura; GRAJEWSKI, Tad. Space syntax observation manual. **“Space Syntax” Observations procedures manual**, University College London, 2001. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/244587782/Space-Syntax-Observation-Manual>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

WANG, Haofeng. Space Configuration and Movement Pattern of Chinese Traditional Settlement: a case study of Wangkou, Wuyuan County. **Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium**, Stockholm: KTH, 2009. Disponível em: <http://www.sss7.org/Proceedings/07%20Urban%20Structures%20and%20Spatial%20Distribution/126_Wang.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

WANG, Haofeng; SHI, Su; RAO, Xiaojun. A study of urban density in Shenzhen: the relationship between street morphology, building density and land use. **Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium**. Seoul: Sejong University, 2013. Disponível em: <http://sss9sejong.or.kr/paperpdf/ussecp/SSS9_2013_REF088_P.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

WHEELAN, Charles. **Estatística: o que é, pra que serve, como funciona**. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

YE, Min; WANG, Haofeng. Lineage structure and settlement form: understanding the spatial culture of vernacular villages in Huizhou Prefecture, China. **Proceedings of the 5th International Space Syntax Symposium**. Delft: Akkelies van Nes, p. 611–622, 2005. Disponível em: <<https://www.tib.eu/en/search/id/TIBKAT:540293644/>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

YE, Yu; VAN NES, Akkelies. Measuring urban maturation processes in Dutch and Chinese new towns: combining street network configuration with building density and degree of land use diversification through GIS. **The Journal of Space Syntax**, v. 4, n. 2, 2013. p. 18–37. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280520927_Measuring_urban_maturation_processes_in_Dutch_and_Chinese_new_towns_Combining_street_network_configuration_with_building_density_and_degree_of_land_use_diversification_through_GIS_Measuring_urban_mat>. Acesso em: 07 out. 2021.

YUE, Wenze; CHEN, Yang; THY, Pham Thi Mai; FAN, Peilei; LIU, Yong; ZHANG, Wei. Identifying urban vitality in metropolitan areas of developing countries from a comparative perspective: Ho Chi Minh City versus Shanghai. **Sustainable Cities and Society**, v. 65, p. 102609, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102609>>. Acesso em: 21 set. 2022.

YUE, Wenze; CHEN, Yang; ZHANG, Qun; LIU, Yong. Spatial explicit assessment of urban vitality using multi-source data: A case of Shanghai, China. **Sustainability**, v. 11, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su11030638>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

ZECHLINSKI, Ana Paula Polidori. **Configuração e Práticas no Espaço Urbano: uma análise da estrutura espacial urbana**. 2013, 150 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/85210>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

ZHOU, Jing. **Urban Vitality in Dutch and Chinese New Towns: a comparative study between Almere and Tongzhou**. 2012, 432 f. Dissertação (Mestrado) – Technische Universiteit Delft, Faculty of Architecture and the Built Environment, Department of Urbanism. Delft: TU, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.7480/abe.2012.3.43>>. Acesso em: 7 nov. 2022.