



2019

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA  
CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO  
PROCESSO DE MODIFICAÇÃO DE TIPO DE  
OCUPAÇÃO DE ZONAS RURAIS  
ESTUDO DE CASO EM ESTÂNCIA VELHA/ RS

FERNANDA BALESTRO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL  
NÍVEL MESTRADO**

**FERNANDA BALESTRO**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO PROCESSO DE  
MODIFICAÇÃO DE TIPO DE OCUPAÇÃO DE ZONAS RURAIS  
Estudo de Caso em Estância Velha/ RS**

**Porto Alegre  
2019**

FERNANDA BALESTRO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO PROCESSO DE  
MODIFICAÇÃO DE TIPO DE OCUPAÇÃO DE ZONAS RURAIS**

**Estudo de Caso em Estância Velha/ RS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano e Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR) da Universidade do Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lúcio Lopes Zampieri

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Geisa Zanini Rorato

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Balestro, Fernanda  
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO  
PROCESSO DE MODIFICAÇÃO DE TIPO DE OCUPAÇÃO DE ZONAS  
RURAIS Estudo de Caso em Estância Velha/ RS / Fernanda  
Balestro. -- 2019.  
218 f.  
Orientador: Fábio Lúcio Lopes Zampieri.

Coorientadora: Geisa Zanini Rorato.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa  
de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional,  
Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Configuração espacial. 2. Classificação do uso  
do solo. 3. Ocupação de zonas rurais. 4. Evolução  
urbana. 5. Expansão urbana. I. Zampieri, Fábio Lúcio  
Lopes, orient. II. Rorato, Geisa Zanini, coorient.  
III. Título.

FERNANDA BALESTRO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO PROCESSO DE  
MODIFICAÇÃO DE TIPO DE OCUPAÇÃO DE ZONAS RURAIS**

**Estudo de Caso em Estância Velha/ RS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano e Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR) da Universidade do Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Aprovada em 16 de setembro de 2019

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Clarice Maraschin

(examinadora interna do PROPUR – UFRGS)

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Livia Teresinha Salomão Piccinini

(examinadora interna do PROPUR – UFRGS)

Prof. Dr. Roberto Verdum

(examinador externo do POSGea – UFRGS)

*Aos meus pais, por tudo que ensinaram na vida. Vocês são os meus maiores exemplos.*

## AGRADECIMENTOS

*À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações e, acima de tudo, pelas enriquecedoras experiências proporcionadas durante o Curso de Mestrado, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro à execução desta pesquisa.*

*A meu parceiro de vida, Rafael, que está ao meu lado todos os dias, por todo seu amor, carinho, escuta, paciência e apoio. Por ter lido esta dissertação e escutado minhas explicações sobre sintaxe espacial, sobre Depthmapx e sobre tudo deste trabalho. Você é um presente na minha vida.*

*Aos meus pais, Edirci e Miriam, e meus irmãos, Ana Cristina e Giovani, por serem a melhor família que eu poderia ter e por todo o apoio incondicional de vocês em todos os momentos. Sobretudo, por me aceitarem e me amarem como sou.*

*À minha irmã, Ana Cristina, por ser a melhor amiga que eu poderia pedir na vida, por ler esta dissertação, corrigir, dar sugestões e, sobretudo, me ouvir.*

*Ao meu orientador e amigo, Fábio, por ter aceitado me orientar, por todos seus ensinamentos, por ler este trabalho e corrigi-lo, por elogiar e me incentivar, por acreditar em mim e nesta pesquisa. Minha gratidão a você é imensa.*

*À minha co-orientadora Geisa, por ler este trabalho, corrigi-lo, melhorá-lo com suas observações e sugestões, por ter aceitado o convite de co-orientação e acreditado em mim e neste trabalho. Suas contribuições foram essenciais para o resultado final e para me fazer ir além, pesquisar e escrever mais.*

*À professora Lívia Piccinini, por todas as conversas e acolhimento, por ter me aceitado em seu grupo de pesquisa, por acreditar em mim e me escutar, por todos os ensinamentos essenciais e por seu empenho em fazer a diferença no mundo. Você é uma inspiração.*

*À Prefeitura de Estância Velha e, em especial, ao servidor público Jonas Ebling Rambow, sem você este trabalho não existiria. Obrigada por todas as informações e dados, por ser tão prestativo, pelas histórias, explicações da cidade e por toda a sua dedicação à memória e à história de Estância Velha.*

*A todos os meus amigos, pelas risadas, por estarem ao meu lado e torcerem por mim.*

*Aos colegas do PROPUR, em especial Chrystiane, Francisco e Gabriela, pela amizade, pelos mates, pelas mensagens, pelos encontros e apoio mútuo.*

*Ao PROPUR e todo seu corpo técnico e acadêmico e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por serem âncoras e uma fonte de luz nestes tempos difíceis.*

*A todos que colaboraram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.*

O homem lavou o corpo e matou a sede  
E viu que a água era boa e limpou aos deuses  
Depois descobriu o fogo e logo inventou a roda  
Levando a cidade até onde não tinha nada

Pra completar seu percurso causou muito dano  
Agora precisa saber reparar seu engano

O peixe quer água – Antônio Villeroy

## RESUMO

Os processos de expansão urbana não se restringem ao interior dos perímetros urbanos delimitados, afetando as zonas rurais localizadas além deles. Estas zonas têm classificação de solo diferente da urbana e estão, legalmente, sujeitas a diferenciações quanto à finalidade de uso do solo que pode ocorrer nas mesmas, a qual deve ser rural. No entanto, exemplos de áreas rurais que estejam passando pelo processo de diminuição de suas zonas e mudança no tipo de ocupação que se encontra na mesma são encontrados em todo o território brasileiro. Em específico, a ocupação com fins urbanos no interior das zonas rurais, que acontecem sem planejamento e fora da zona periférica de expansão da cidade. Dentre os fatores que influenciam este fenômeno está a malha viária, a qual pode ser estudada do ponto de vista da relação entre os espaços de um sistema, sua configuração espacial, temática do presente trabalho. Esta pesquisa investigou a configuração espacial das zonas rurais e se a mesma está relacionada ao processo de modificação da ocupação do solo de fins rurais para fins urbanos. O Estudo de Caso foi o município de Estância Velha/RS, que apresenta um processo em andamento de mudança no tipo de ocupação em sua zona rural. A pesquisa é estruturada em metodologia principal e metodologias complementares. A principal é a Sintaxe Espacial, que avaliou a configuração espacial em dois períodos distintos, 1948-1965 e 2018. As complementares foram o levantamento de dados econômicos, populacionais e mapas históricos, para traçar a evolução urbana de Estância Velha; geoprocessamento e classificação supervisionada de uso do solo de imagens de satélite, para avaliar quantitativamente o tamanho da área urbanizada no município e identificar as tendências de expansão; e a análise qualitativa, que ilustra o problema com fotos *in loco* de situações verificadas. Os resultados encontrados mostram que as vias com maior potencial de movimento através do sistema (*through movement*) detiveram maior urbanização e a análise do sistema em conjunto com as barreiras legais e topográficas, sugere que estes locais, mesmo localizados próximos à vias com elevado potencial de movimento, constringem a expansão urbana. Dentre as medidas sintáticas utilizadas, *choice* e integração, os resultados apontam que a medida de *choice*, e não a medida de integração, é a medida mais indicada para análise de tendência de urbanização em regiões rurais, por independer do adensamento da malha ao redor do segmento.

**Palavras-chave:** Configuração espacial. Classificação do uso do solo. Ocupação de zonas rurais. Evolução urbana. Expansão urbana.

## ABSTRACT

The processes of urban expansion are not restricted to the interior of the delimited urban perimeters, affecting the rural areas beyond them. These zones have different land classification from urban areas and are legally subject to differentiation as to the purpose of land use that may occur in them, which must be rural. However, examples of rural areas undergoing the process of decrease in size and changes in the type of occupation are found throughout the Brazilian territory. Specifically, the occupation for urban purposes inside rural areas, which occur without planning and outside the peripheral expansion zone of the city. Among the factors that influence this phenomenon is the road network, which can be studied from the point of view of the relationship between the spaces of a system, its spatial configuration, purpose of the present work. This research investigated the spatial configuration of rural areas and whether it is related to the process of modifying land use from rural to urban purposes. The Case Study was the municipality of Estância Velha / RS, which presents an ongoing process of change in the type of occupation in its rural area. The structure of this research is composed of main methodology and complementary methodologies. The main methodology is Space Syntax, which evaluated the spatial configuration in two distinct periods, 1948-1965 and 2018. Complementary methodologies applied were the survey of economic data, population and historical maps, to trace the urban evolution of Estância Velha; geoprocessing and supervised land use classification of satellite images, to quantitatively assess the size of the urbanized area in the municipality and identify expansion trends; and the qualitative analysis, which illustrates the problem with *on-site* photos of verified situations. The results show that the roads with higher potential of movement through the system *experienced* greater urbanization and the analysis of the system together with the legal and topographic barriers, suggests that these places, although located near the roads with high potential of movement, constrain urban sprawl. Among the syntactic measures used, *choice* and integration, the results indicate that *choice*, and not integration, is the most suitable measure for urbanization trend analysis in rural regions, as it does not depend on the densification of the network around the segment.

**Keywords:** Spatial configuration. Land use classification. Occupation of rural areas. Urban Evolution. Urban Sprawl

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização e situação do município de Estância Velha .....	22
Figura 1.2: Vista aérea de local na zona rural de Estância Velha (Coordenadas aproximadas-29.624875, -51.202937).....	23
Figura 2.1: Padrões espaciais de crescimento urbano e espraiamento urbano .....	31
Figura 2.2: Relação esquemática de classificação do território municipal, possibilidades de ocupação, tributos incidentes e legislação vigente.....	40
Figura 2.3: Duas malhas urbanas simples, com configuração espacial diferente, ilustram de que forma a mesma interfere no movimento .....	50
Figura 2.4: Como os atratores (A), a configuração espacial (C) e o movimento (M) influenciam uns aos outros .....	51
Figura 2.5: Representação do espaço da cidade de Barnsbury (em branco estão as edificações) e mapa axial correspondente .....	53
Figura 2.6: Representação do mapa axial por meio de grafos .....	54
Figura 2.7: Exemplo das relações entre os espaços de um determinado prédio a partir de um de seus espaços (assinalado em preto).....	56
Figura 2.8: Cálculo da profundidade média axial e angular.....	60
Figura 2.9: Sobreposição de diferentes formas de representação dos sistemas: em vermelho, ITN (Ordnance Survey Integrated Transport Network), em azul, OSM ( <i>open street maps</i> ) e em verde, mapa axial.....	62
Figura 3.1: Delimitação da área de estudo.....	69
Figura 3.2: Fluxograma de pesquisa de legislação urbanística para Estância velha .....	73
Figura 3.3: Mapa base para a elaboração dos mapas de evolução de divisas territoriais ....	78
Figura 3.4: Fluxograma de geração do mapa de segmentos para análise configuracional para o período atual.....	89
Figura 3.5: Resultado das operações de obtenção da base de dados do OSM e filtro pelas feições desejadas .....	93
Figura 3.6: <i>Unlinks</i> do sistema e detalhe de viaduto e marcação de segmentos que não se conectam .....	94
Figura 3.7: Configuração incorreta de segmentos em um viaduto (à direita) e configuração correta (à esquerda) .....	95
Figura 3.8: Localização das imagens levantadas em campo .....	97
Figura 4.1: Recorte do mapa histórico de São Leopoldo (1870) para a região de Estância Velha, Ivoti e Lindolfo Collor e justaposição deste mesmo mapa à imagem de satélite atual .....	101
Figura 4.2: Mapa do município de São Leopoldo e seus distritos em 1956.....	103
Figura 4.3: Vista da área central de Estância Velha, cerca de 1959 .....	105

Figura 4.4: Curtume Bender em 1924.....	105
Figura 4.5: Escola técnica de curtimento em 1970.....	105
Figura 4.6: Evolução dos desmembramentos de municípios a partir do território de Estância Velha em 1960 até o ano de 2018 .....	106
Figura 4.7: Evolução do zoneamento urbano de Estância Velha desde 1955 até 2018 .....	108
Figura 4.8: Gráfico de comparativo temporal (1955-2018) entre população, variação percentual da população entre os períodos, participação da indústria no PIB e variação percentual da área rural.....	111
Figura 4.9: Mapa de toda extensão territorial de Estância Velha em 1955 e principais povoados .....	113
Figura 4.10: Primeiro perímetro urbano (1955) e principais vias de ligação regional .....	114
Figura 4.11: Perímetro urbano em 1982, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana .....	116
Figura 4.12: Constrições legais à ocupação urbana determinadas pelo zoneamento de 1983 .....	118
Figura 4.13: Topografia e relevo de Estância Velha.....	119
Figura 4.14: Perímetro urbano em 1987, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana .....	120
Figura 4.15: Perímetro urbano em 1994, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana .....	122
Figura 4.16: Perímetro urbano em 2004, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana .....	123
Figura 4.17: Perímetro urbano em 2012, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana .....	125
Figura 4.18: Novos zoneamentos da área de preservação ambiental.....	126
Figura 4.19: Densidades populacionais para os setores censitários na cidade de Estância Velha .....	128
Figura 4.20: Classificação e uso do solo para os anos de 1984 e 2017 .....	132
Figura 4.21: Classificação de uso do solo sobreposta para os anos de 1984 e 2017 .....	133
Figura 4.22: Localização das fotos selecionadas para ilustrar o levantamento de campo..	167
Figura 4.23: Conjunto das fotos 18,19,20 e 29.....	168
Figura 4.24: Conjunto das fotos 10, 13,14,15,16, 25, 26, 27 e 28 .....	171
Figura 4.25: Conjunto das fotos 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12,17, 23, 24 .....	174
Figura 4.26: Conjunto das fotos 1, 2, 3, 21 e 22 e imagem 1 e 2 .....	180

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Características das localidades rurais .....	29
Quadro 2.2: Processos sociais associados ao campo e à cidade de acordo com o período histórico .....	34
Quadro 2.3: Medidas sintáticas e nível de abrangência em relação ao sistema.....	55
Quadro 2.4: Características das medidas axiais integração e <i>choice</i> .....	59
Quadro 2.5: Diferenças entre as análises axial e angular .....	63
Quadro 3.1: Análise da legislação urbanística de Estância Velha e suas alterações na zona rural para o período de 1955-2018.....	74
Quadro 3.2: Leis utilizadas para a análise da evolução urbana de Estância Velha .....	77
Quadro 3.3: Dados cartográficos utilizados para elaboração dos mapas de evolução urbana de Estância Velha.....	79
Quadro 3.4: Período de operação dos satélites LANDSAT .....	82
Quadro 3.5: Imagens de sensoriamento remoto selecionadas para classificação de uso do solo.....	83
Quadro 3.6: Composições RGB utilizadas e informações realçadas.....	84
Quadro 3.7: Súmula dos indicadores de acurácia das classificações .....	87
Quadro 3.8: Categorias de malha viária dentro da área selecionada .....	90
Quadro 4.1: Ano de desmembramentos territoriais de São Leopoldo .....	104
Quadro 4.2: Variação da área rural em Estância Velha .....	109
Quadro 4.3: População de Estância Velha de 1960 até 2018 .....	110
Quadro 4.4: Participação da indústria no PIB de Estância Velha dos últimos 30 anos (1985-2015) .....	117
Quadro 4.5: Visão geral dos resultado para a medida de Integração Global (Rn) e para os raios 5.000m, 3.000m e 1.000m .....	142
Quadro 4.6: Resultados de integração global e integração para raio 5km para Estância Velha para os dois períodos analisados .....	147
Quadro 4.7: Resultado para a medida de <i>Choice</i> nos raios global, 10.000 m e 5.000 m ...	150
Quadro 4.8: Resultados de <i>choice</i> global ordenados por natural breaks e quantis para Estância Velha para os dois períodos analisados .....	154
Quadro 4.9: Resultados de <i>choice</i> para o sistema, o município de Estância Velha, a zona rural e o conjunto das principais vias .....	157
Quadro 4.10: Valores de início das faixas de decis para <i>choice</i> global e para raio 10 km..	160
Quadro 4.11: Sobreposição de análise de <i>choice</i> e ocupação e uso do solo.....	161

## LISTA DE SIGLAS

IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
ITR	Imposto sobre Território Rural
OSM	Open Street Maps
PIB	Produto Interno Bruto
PST	Place Syntax Tools
RCL	Road Centre Line
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SST	Space Syntax Tools
USGS	United States Geological Survey

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1	MODIFICAÇÃO NO TIPO DE OCUPAÇÃO DA ZONA RURAL DE ESTÂNCIA VELHA .....	21
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA.....	23
1.3	OBJETIVOS .....	23
1.3.1	<i>Objetivo geral .....</i>	<i>23</i>
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>24</i>
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	24
<b>2</b>	<b>REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL .....</b>	<b>26</b>
2.1	AS CIDADES E O RURAL .....	26
2.1.1	<i>Definição e características do 'rural' .....</i>	<i>27</i>
2.1.2	<i>Expansão urbana: a cidade avança sobre o rural.....</i>	<i>30</i>
2.1.3	<i>Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: modificação da relação rural-urbano.....</i>	<i>32</i>
2.1.4	<i>Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: vias regionais relevantes</i>	<i>36</i>
2.1.5	<i>Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: especulação imobiliária e fatores econômicos .....</i>	<i>36</i>
2.1.6	<i>Legislação brasileira: classificação e ordenamento territorial.....</i>	<i>38</i>
2.1.6.1	<i>Ocupação de solo urbano.....</i>	<i>42</i>
2.1.6.2	<i>Ocupação de solo rural.....</i>	<i>44</i>
2.1.6.3	<i>Legislação como fator regulador de expansão urbana .....</i>	<i>47</i>
2.2	ANÁLISE CONFIGURACIONAL DA CIDADE: SINTAXE ESPACIAL .....	48
2.2.1	<i>Origem, contexto e objetivos da Sintaxe Espacial .....</i>	<i>48</i>
2.2.2	<i>Influência da configuração espacial no movimento: Movimento Natural e Potencial de Movimento.....</i>	<i>50</i>
2.2.3	<i>Análise axial .....</i>	<i>52</i>
2.2.4	<i>Análise angular.....</i>	<i>59</i>
2.2.4.1	<i>Medidas e representação escolhidas para o Estudo de Caso .....</i>	<i>64</i>
2.2.5	<i>Considerações sobre a definição do tamanho do sistema: efeito de borda e movimento pela malha .....</i>	<i>65</i>
2.2.6	<i>Ferramentas para análise dos mapas .....</i>	<i>67</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>68</b>
3.1	DELIMITAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO OBJETO EMPÍRICO DE ESTUDO.....	68
3.2	ANÁLISE DA EVOLUÇÃO URBANA DE ESTÂNCIA VELHA.....	70
3.2.1	<i>Pesquisa documental: levantamento de dados cartográficos históricos.....</i>	<i>71</i>
3.2.2	<i>Pesquisa documental: levantamento de legislação urbanística municipal.</i>	<i>72</i>
3.2.3	<i>Composição de mapas de evolução urbana de Estância Velha .....</i>	<i>77</i>

3.3	CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO COM IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO.....	80
3.3.1	<i>Seleção e aquisição das imagens</i> .....	81
3.3.2	<i>Pré-processamento das imagens</i> .....	83
3.3.3	<i>Classificação das imagens</i> .....	84
3.3.4	<i>Análise pós-classificação</i> .....	85
3.3.5	<i>Pós-processamento</i> .....	87
3.4	ANÁLISE CONFIGURACIONAL.....	87
3.4.1	<i>Procedimento de geração dos mapas e aquisição de dados</i> .....	88
3.4.2	<i>Mapa de segmentos para o período atual (2018)</i> .....	92
3.4.3	<i>Análise configuracional para o período de 1948-1965</i> .....	95
3.5	LEVANTAMENTO DE CAMPO .....	96
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>100</b>
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA: AS ORIGENS DO MUNICÍPIO .....	100
4.1.1	<i>Limites municipais de Estância Velha desde sua fundação até hoje</i> .....	105
4.2	ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE ESTÂNCIA VELHA/RS.....	107
4.2.1	<i>Primeira delimitação do perímetro urbano: 1955</i> .....	111
4.2.2	<i>Segunda delimitação de perímetro urbano: 1982</i> .....	115
4.2.3	<i>Terceira delimitação de perímetro urbano: 1987</i> .....	120
4.2.4	<i>Quarta delimitação de perímetro urbano: 1994</i> .....	121
4.2.5	<i>Quinta delimitação de perímetro urbano: 2004</i> .....	122
4.2.6	<i>Sexta e vigente delimitação de perímetro urbano: 2012 - 2018</i> .....	123
4.2.7	<i>Conclusão do subcapítulo</i> .....	128
4.2.8	<i>Evolução da ocupação e uso do solo em Estância Velha/RS</i> .....	131
4.2.9	<i>Conclusão do subcapítulo</i> .....	137
4.3	ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DE ESTÂNCIA VELHA/RS .....	138
4.3.1	<i>Integração</i> .....	139
4.3.2	<i>Choice</i> ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.3.2.1	Período de 1948-1965.....	157
4.3.2.2	Período atual (2018).....	158
4.3.2.3	Distribuição dos dados em decis.....	159
4.3.3	<i>Conclusão do subcapítulo</i> .....	163
4.4	ANÁLISE DE PROGNÓSTICO DE OCUPAÇÃO .....	165
4.4.1.1	Sítios de lazer.....	167
4.4.1.2	Parcelamentos de solo e loteamentos irregulares.....	169
4.4.1.3	Evidência de formação de aglomerados .....	173
4.4.1.4	Existência de solo rural em áreas definidas como urbanas .....	179
4.4.2	<i>Conclusão do subcapítulo</i> .....	183
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>185</b>
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	199

<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>200</b>
<b>7</b>	<b>ANEXO A – MAPAS UTILIZADOS.....</b>	<b>209</b>
<b>8</b>	<b>ANEXO B – DADOS ECONÔMICOS DA COMPOSIÇÃO DO PIB DE ESTÂNCIA VELHA 216</b>	
	<b>APÊNDICE A – MATRIZ DE CONFUSÃO PARA A IMAGEM DE 1984 .....</b>	<b>217</b>
	<b>APÊNDICE B – MATRIZ DE CONFUSÃO PARA A IMAGEM DE 2017 .....</b>	<b>218</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Marshall Berman, em seu livro célebre “Tudo que é sólido se desmancha no ar” (1982) descreve Fausto, de Goethe, como “a tragédia do desenvolvimento”, uma representação do progresso a todo custo, sem preocupação com as consequências. Fausto, a partir de um pacto com o demônio Mefistófoles, inicia uma saga desenvolvimentista, de dominação dos recursos naturais e organização das forças de trabalho, passando por cima de tudo que pudesse ser considerado o velho mundo.

Sobre Fausto, Berman afirma (1982, p.94) que:

O peculiar ambiente que constitui o cenário do último ato do Fausto – o imenso canteiro de obras, ampliando-se em todas as direções, em constante mudança e forçando os próprios figurantes a mudar também – tornou-se o cenário da história mundial em nosso tempo. Fausto, o Fomentador, ainda apenas um marginal no mundo de Goethe, sentir-se-ia completamente em casa no nosso mundo.

Quando consideramos a forma como as cidades se expandiram e continuam se expandindo, por vezes desordenadamente e sem avaliação real das consequências de sua expansão, percebemos que Berman estava correto em afirmar que Fausto se sentiria à vontade em nossa época. E, passados mais de 30 anos da publicação deste livro, a visão predominante de desenvolvimento ainda se assemelha à descrita por ele. A expansão das cidades, intensificada a partir da primeira Revolução Industrial, fez com que alguns autores preconizassem, inclusive, uma urbanização total do território, com consequente eliminação das áreas verdes e rurais. Raquel Rolnik, arquiteta e pesquisadora da área de planejamento urbano e regional, explicita esta visão na seguinte passagem (2017a, p. 48):

O espaço urbano deixou assim de se restringir a um conjunto denso e definido de edificações para significar, de forma mais ampla, a predominância da cidade sobre o campo. Periferias, subúrbios, distritos industriais estradas e vias expressas recobrem e absorvem zonas agrícolas num movimento incessante de urbanização. No limite, este movimento tende a devorar todo o espaço, transformando em urbana a sociedade como um todo.

A visão de Rolnik parece alinhar-se a uma tendência histórica, onde o olhar sobre a cidade costuma se debruçar sobre o que está contido em seu núcleo e seu perímetro urbanos com pouca atenção para o que acontece para além destas fronteiras. Mundialmente, dentro do âmbito de pesquisas relativas a planejamento e desenvolvimento regional e a cidades, é histórica a tendência de considerar-se o urbano e o rural como dois universos completamente segregados e opostos, conforme afirma o geógrafo e pesquisador das relações urbano-rural Kenneth Lynch (2005). Constatação semelhante é feita por Santoro e Pinheiro (2004), ao

afirmarem que o campo do Planejamento Urbano e Regional, no que tange ao estudo das cidades brasileiras, sua evolução e seus tipos de ocupação, tem uma abordagem com base no urbano, com as áreas periféricas sendo consideradas como áreas de expansão da cidade.

O mundo realmente se encontra urbanizado e mais da metade da população reside em áreas urbanas, número que deve chegar a 68% em 2050, segundo projeções da ONU (UNITED NATIONS, 2018). A inversão da relação entre população que mora no campo e cidade, com a maior parte da população residindo em áreas urbanas, ampliou os desafios ambientais enfrentados pelas cidades, como segurança hídrica, segurança alimentar, poluição do ar, desastres naturais, mudanças climáticas e resíduos sólidos. É essa pauta da sustentabilidade ambiental a responsável por trazer para a discussão os problemas relacionados ao processo de intensa urbanização e seu avanço em direção às áreas rurais e aos recursos naturais.

O marco de início desta discussão é a realização da Conferência de Estocolmo, em 1972 (UNITED NATIONS, 1973) e a publicação do Relatório Brundtland, em 1984 (UNITED NATIONS, 1987). Nesse relatório (UNITED NATIONS, 1987), a ONU já apontava que a expansão descontrolada das cidades geralmente ocupava as áreas mais férteis, resultando em perdas preocupantes de terra para produção de alimentos. Afirma também que o desenvolvimento das áreas rurais é importante para garantir a segurança alimentar e a redução de risco de desastres (UNITED NATIONS, 2013). Mais recentemente, os desafios ambientais das áreas urbanas mereceram destaque na Nova Agenda Urbana, documento elaborado pela ONU por ocasião da conferência sobre assentamentos humanos Habitat III (ONU, 2016). Mencionam, ainda que de forma breve, a importância das áreas rurais para o enfrentamento dos desafios, em especial ao considerá-las como áreas importantes do ponto de vista ambiental e de disponibilidade de recursos naturais. Já as urbanistas brasileiras Raquel Rolnik (2017b) e Ermínia Maricato (2000a, p. 23, 2003, p. 4), ao analisar a problemática da urbanização sem planejamento brasileira, também atentam para os desafios ambientais das cidades, em especial os decorrentes da ocupação desenfreada das áreas de proteção permanente no entorno de corpos hídricos, sem, no entanto, se referirem especificamente ao papel das áreas rurais no enfrentamento destes desafios.

Percebe-se que as áreas rurais e de preservação ambiental são importantes para o funcionamento das cidades e para a sociedade, o que torna relevante a compreensão de suas dinâmicas de transformação e uso do solo, e que as mesmas sejam levadas em consideração dentro do escopo do Planejamento Urbano e Regional. No entanto, a temática de estudo das cidades englobando todo o seu território, áreas rural e urbana, ainda não é amplamente debatida e estudada dentro da área de Planejamento Urbano e Regional. Como exemplo, no Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – PROPUR, do período

de seu início, em 1970, até 2011, o planejamento territorial de zonas rurais, independentemente de como se definam as mesmas, não foi tratada em nenhuma das duzentas dissertações de mestrado concluídas, conforme levantamento de Oliveira (2011, p. 17). Mesmo legalmente, a obrigatoriedade da inclusão de todo o território do município dentro do Plano Diretor vem a ocorrer apenas em 2001, com a promulgação da Lei 10.257, o Estatuto da Cidade. Até então, os Planos Diretores consideravam apenas o perímetro urbano, com raras exceções. Ainda assim, Maluf (2004, p. 38) critica “o nítido viés urbano do enfoque adotado no Estatuto da Cidade, que toma o rural como uma ‘extensão do urbano’ e propõe como diretriz a ‘urbanização do rural’”.

Enquanto parte integrante dos municípios, a zona rural tem uma classificação de solo diferente da urbana e legalmente está sujeita a diferenciações quanto à finalidade de uso do solo que pode ocorrer na mesma, a qual deve ser rural. No entanto, a permanência das zonas rurais ao longo do tempo não é um fenômeno estático e dinâmicas externas ou internas à mesma podem fazer com que ocorram mudanças no tipo de uso do solo, inclusive para usos urbanos. A compreensão destas dinâmicas acarreta na identificação dos fatores que colaboram para a alteração no tipo de ocupação e uso do solo em áreas rurais. Ustaoglu e Williams (2017) citam a existência de fatores econômicos, bióticos e físicos, demográficos e sociais, tecnológicos, de urbanização e de políticas espaciais para a transformação de áreas agrícolas em usos urbanos. O cenário brasileiro indica, além destes, o fator da desigualdade social, que faz com que parte da população de baixa renda ocupe irregularmente áreas de preservação ambiental e áreas verdes e periféricas da cidade por falta de alternativa habitacional (MARICATO, 1999, 2003).

Os processos de expansão urbana não se restringem ao interior dos perímetros urbanos delimitados e afetam o que está além deles. Exemplos de áreas rurais que estejam passando pelo processo de diminuição de suas zonas e mudança no tipo de ocupação que se encontra na mesma são encontrados em todo o território brasileiro. Além das ocupações irregulares, existem loteamentos populares e condomínios de alto padrão, destinados à população com alto poder aquisitivo que busca, em áreas menos densas e afastadas dos centros urbanos, uma melhor qualidade de vida (CAIADO; SANTOS, 2006, p. 8). No Rio Grande do Sul, é notável a presença de empreendimentos do tipo ‘condomínio fechado’ e loteamentos irregulares localizados fora do perímetro urbano. Notícias em veículos de comunicação locais relatam o aumento deste tipo de ocupação em Caxias do Sul e em Porto Alegre e Região Metropolitana (ALMEIDA; TREZZI, 2017; KLÓSS, 2016). Ocupações irregulares, pequenos sítios de lazer, condomínios fechados e loteamentos irregulares localizados em área denominadas rurais são indicativos de que há um fenômeno de

modificação no tipo de ocupação e uso do solo nestes locais, cujas motivações não possuem causa única.

Estes exemplos ilustram a necessidade de maior compreensão e aprofundamento acerca do que acontece fora do núcleo urbano das cidades, incluindo os processos de ocupação e uso do solo, já que elas estão sujeitas à processos e dinâmicas muito semelhantes aos que ocorrem nas áreas urbanas. Em específico, a ocupação com fins urbanos nas zonas rurais, que acontecem sem planejamento e fora da zona periférica de expansão da cidade. Esse processo é complexo, o que significa que inúmeros fatores contribuem para sua ocorrência e que os mesmos interagem entre si (CILLIERS, 2002, p. 2). Dentre os fatores, aponta-se que a malha viária influencia e direciona a expansão urbana (PANERAI, 2014; VILLAÇA, 2001a). A malha viária pode ser estudada do ponto de vista da relação entre os espaços de um sistema, sua configuração espacial, temática do presente trabalho. A proposta do mesmo é investigar a configuração espacial das zonas rurais e se a mesma pode estar relacionada ao processo de modificação da ocupação do solo de fins rurais para fins urbanos. O espaço é onde os processos sociais apresentam sua materialidade, ou seja, ele não é apenas consequência material de comportamento social, é um comportamento social em si mesmo (HILLIER; VAUGHAN, 2007). A análise das lógicas espaciais das práticas sociais é estudada pela Teoria e Métodos da Sintaxe Espacial. Um de seus principais pesquisadores, Bill Hillier (2010, p. 53), observa que:

É necessário ver a rede espacial como um sistema semiautônomo, o que quer dizer que, mesmo que ela seja moldada e influenciada por forças sociais e econômicas externas, ainda não compreendemos exatamente o funcionamento do todo, a não ser que consideremos que isso envolve o escopo de leis espaciais internas. Assim, é através do intermédio destas leis que os processos econômicos e sociais são capazes de se materializar no espaço. Certamente, a mesma coisa pode ser dita da sociedade.

Ou seja, o espaço é uma variável que deve ser considerada tanto quanto as variáveis sociais e econômicas para compreendermos os processos de ocupação e uso do solo nas cidades. O estudo da configuração espacial pode fornecer respostas importantes para a compreensão das dinâmicas de evolução espacial das cidades como um todo, incluídas aí as zonas rural e urbana. Estudos feitos com aplicação da Sintaxe Espacial trouxeram resultados que mostram que a configuração espacial de um sistema está relacionada com a medida de seu potencial de movimento, ou seja, com a maior ou menor probabilidade de um espaço concentrar fluxos de pessoas ou veículos (HILLIER; IIDA, 2005; HOLANDA, 2002; PENN et al., 1998; PEPONIS et al., 2007). No entanto, a maior parte destes estudos está focado em centros urbanos, locais que possuem uma malha densa (READ, 2005). Outro aspecto é que a pesquisa bibliográfica não encontrou estudos que utilizassem a Sintaxe Espacial com a

intenção de investigar a ocupação de áreas rurais (locais de malha esparsa). Mesmo estudos recentes que utilizaram malhas viárias maiores não tiveram como objetivo a avaliação de zonas rurais (KOLOVOU et al., 2017). Assim, considera-se que a presente pesquisa pode contribuir cientificamente com este campo de estudo ao realizar um estudo da configuração espacial de uma zona rural para dois períodos de tempo com o intuito de avaliar se a mesma influenciou a ocupação e o uso do solo ao longo do tempo e se influencia o processo de modificação de uso do solo de fins rurais para fins urbanos que parece estar ocorrendo em uma zona definida como estudo de caso, o município de Estância Velha. Os estudos de configuração espacial podem ser analisados em conjunto com outros fatores que influenciam na questão que se pretende investigar através deste método, complementando a análise dos resultados. A investigação da presente pesquisa estuda a configuração espacial em conjunto com a legislação de ordenamento e uso do solo aplicável, os fatores econômicos e a contextualização histórica, econômica e populacional do local.

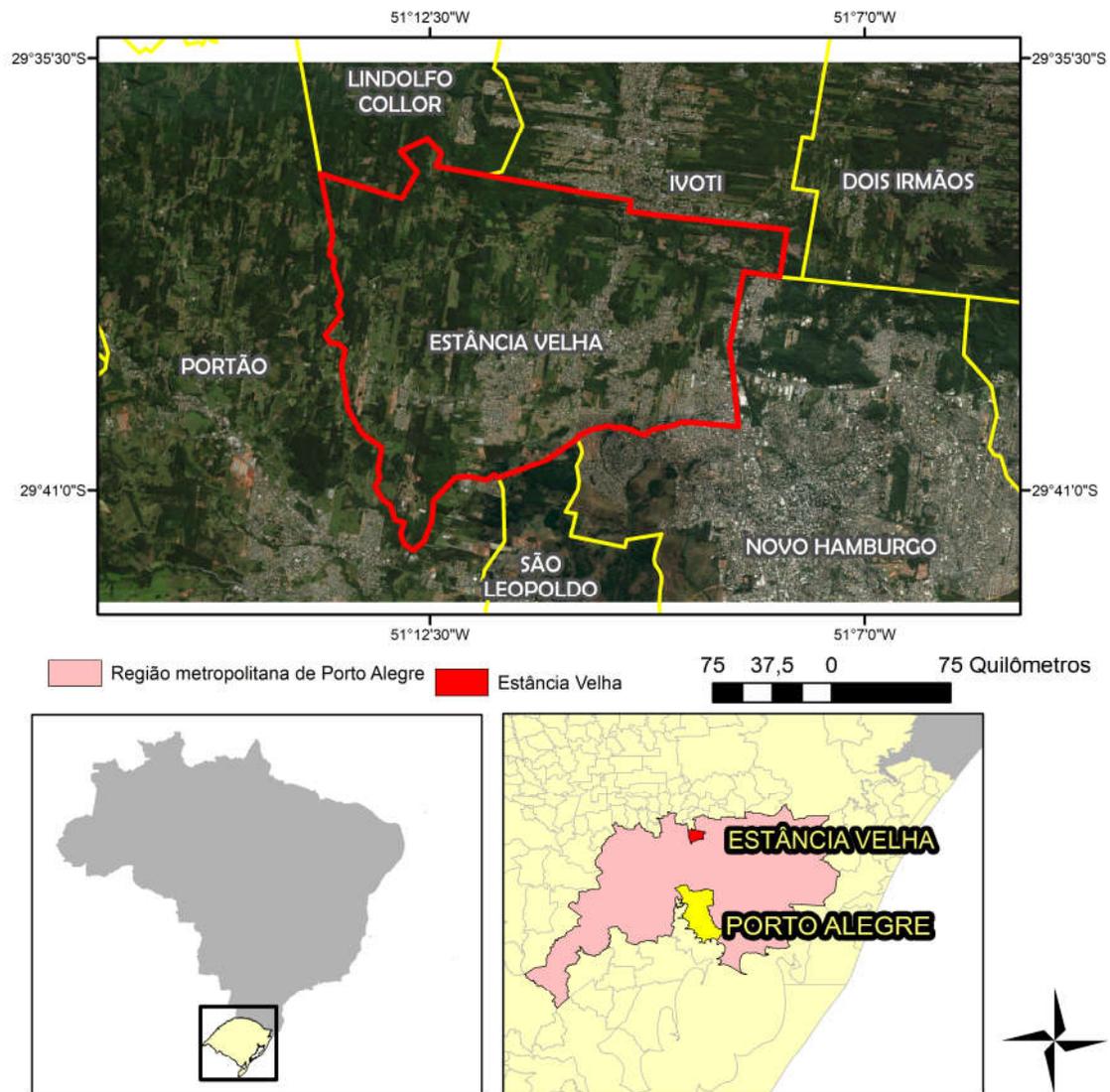
### **1.1 Modificação no tipo de ocupação da zona rural de Estância Velha**

O município de Estância Velha/RS foi escolhido como estudo de caso por apresentar mudanças em sua zona rural e estar localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A escolha pela RMPA deve-se ao fato da facilidade de acesso da pesquisadora à região e porque a mesma atende ao requisito de apresentar mudanças na tipologia das ocupações em suas zonas rurais municipais. Ainda, verificou-se que, atualmente, os processos de mudança de uso do solo verificados no município não são devido à instalação de empreendimentos de grandes proporções (empresa de grande porte, campus universitário, shopping center), que se transformam em atratores de fluxo independentes da configuração espacial do local. A localização e situação do município em relação à capital estadual são apresentadas na Figura 1.1. O município apresenta 47 mil habitantes segundo a projeção do IBGE para 2017.

Desde a sua emancipação de São Leopoldo, em 1959, Estância Velha vem passando por reduções em sua zona rural. A última, em 2012, ocorreu com a promulgação do último Plano Diretor municipal que, além de promover a regularização fundiária de uma ocupação irregular localizada no interior da zona rural, ampliou o perímetro urbano consideravelmente, incorporando áreas com características rurais. Na zona rural remanescente há evidências da ocorrência de parcelamentos irregulares e adensamento populacional, com fracionamento e venda de lotes pequenos de terra que alteram a ocupação do solo de fins rurais para fins urbanos. A questão é ilustrada pela Figura 1.2 que mostra uma imagem da zona rural de

Estância Velha feita por um drone. Na imagem pode-se perceber a ocorrência de adensamento via a construção de casas, formando núcleos.

Figura 1.1: Localização e situação do município de Estância Velha



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

Figura 1.2: Vista aérea de local na zona rural de Estância Velha (Coordenadas aproximadas- 29.624875, -51.202937)



Fonte: foto com uso de drone em 18/03/2018. Autora (BALESTRO, F.)

Na imagem está representada a Rua 13 de Maio, principal via da zona rural. A foto acima não representa um caso isolado para esta via ou mesmo para a zona rural, uma vez que este tipo de ocupação é verificado em outros pontos. O estudo da configuração espacial da zona rural deste município poderá auxiliar na compreensão dos processos de ocupação para além dos limites do perímetro urbano do município. A investigação da presente pesquisa irá verificar de que formas a configuração espacial colabora para a modificação no tipo de ocupação e uso de solo que é verificado empiricamente na zona rural de Estância Velha.

## 1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão que motivou esta pesquisa é a seguinte: a configuração espacial das zonas rurais pode ser um indicativo de transformações tipológicas de uso do solo?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Avaliar como a configuração espacial, aliada à legislação e a fatores econômicos, influenciou nas transformações do uso do solo na zona rural do município de Estância Velha/RS desde a sua emancipação até 2018.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Serão desenvolvidos seis objetivos específicos no decorrer deste trabalho:

1. Avaliar a evolução do perímetro urbano de Estância Velha para o período de 1955 até 2018;
2. Mensurar as mudanças dos diferentes tipos de uso do solo, por meio de análise de imagens de satélite, para dois períodos de tempo distintos, 1984 e 2017;
3. Analisar a evolução da ocupação urbana em Estância Velha em conjunto com fatores históricos, socioeconômicos, legais e barreiras que interferiram na mesma;
4. Comparar medidas sintáticas e suas relações com a redução da área rural para dois períodos de tempo distintos (1948-1965 e 2018);
5. Avaliar como as propriedades configuracionais avaliadas pelos Métodos da Sintaxe Especial se relaciona com as mudanças de uso do solo, verificadas entre os dois períodos (1948-1965 e 2018);
6. Analisar o prognóstico de ocupação da zona rural de Estância Velha pela identificação de alguns tipos de uso do solo na zona rural evidenciados em imagens feitas *in loco*.

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em cinco capítulos. No primeiro, apresenta-se introdução ao assunto pesquisado e sua justificativa, a delimitação da questão, os objetivos e a estrutura de apresentação da pesquisa.

O segundo capítulo é a revisão teórica-conceitual da pesquisa, que está centrada em dois grandes eixos. O primeiro está focado na definição do 'rural', na relação 'urbano/rural', e nos fatores que contribuem para as mudanças no tipo de ocupação e de uso do solo. ecorrente de questionamentos relacionados ao tema da flexibilização do perímetro urbano e à expansão urbana. O segundo está focado na análise configuracional do espaço urbano, com enfoque na Sintaxe Espacial.

O terceiro capítulo descreve a metodologia prática da pesquisa, considerando os métodos e procedimentos utilizados para a pesquisa documental, obtenção dos mapas, dados e legislação necessários para as análises de evolução de perímetro urbano e geração dos mapas para análise configuracional, para a produção dos mapas de cobertura do solo e da mancha urbana e para o levantamento de campo. A opção pela escolha dos métodos é justificada neste capítulo.

O quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa, dividido em subcapítulos de acordo com a metodologia aplicada. Apresentam-se as análises de evolução do perímetro urbano de Estância Velha, da ocupação e uso do solo, da análise configuracional e do

levantamento de campo e avaliação de um prognóstico de ocupação, sua interpretação e conclusões parciais para cada subcapítulo.

O capítulo final apresenta as principais conclusões obtidas, as considerações finais sobre o trabalho e encaminhamentos futuros para a pesquisa. A ele se seguem os demais elementos do trabalho: as referências bibliográficas, anexos e apêndices.

## 2 REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

O referencial teórico do presente trabalho aborda os temas pertinentes ao seu desenvolvimento e à análise crítica dos resultados, bem como subsidia as discussões finais. O capítulo foi dividido em duas grandes áreas temáticas: as cidades e o rural e a análise configuracional da cidade por meio da Sintaxe Espacial, principal metodologia aplicada. Na primeira área, busca-se compreender o que são as zonas rurais dentro da cidade, como sua ocupação e transformação se deu ao longo do tempo, quais fatores influenciam a sua ocupação e quais as bases legais para isso. O 'rural' (e o que o define, suas relações, histórico e outros aspectos) é uma área de estudo bastante ampla, sobre a qual especialmente as áreas da sociologia e geografia se debruçaram, analisando as características espaciais e as características de construção social do rural. Assim, ressalta-se que não se pretende esgotar essa temática, mas apresentar os tópicos relacionados ao rural necessários ao embasamento das discussões aqui propostas.

Na segunda parte, apresenta-se os conceitos-chave relacionados à Teoria e Métodos da Sintaxe Espacial, aplicados para a análise da configuração espacial proposta e discussão e compreensão dos resultados. Nesta parte são empregados autores da área e a abordagem é feita desde a apresentação da Sintaxe Espacial, seus objetivos e pressupostos e o contexto histórico, até os métodos para análise da configuração espacial e interpretação dos resultados em relação à realidade física observada. Com referência a este último tópico, são apresentados os principais resultados e estudos de casos de aplicações práticas que correlacionam os resultados da análise configuracional com o movimento de pedestres e veículos, e a forma como os mesmos estão relacionados às mudanças no tipo de ocupação e uso do solo e implicações para o que a presente pesquisa investiga.

### 2.1 As cidades e o rural

O presente capítulo parte do conceito de rural e suas características para abordar o que influencia na modificação deste território. São apresentados fatores como a relação com o urbano, alguns processos e dinâmicas urbanas e fatores que influenciam a expansão urbana. Ainda, a legislação aplicável que regula o uso do solo é apresentada. É necessário que se tenha uma compreensão destes tópicos, uma vez que colaboram para que a ocupação urbana avance do núcleo urbano em direção às regiões rurais. Como o principal objetivo do presente trabalho é a avaliação da configuração espacial, os demais fatores são abordados de forma sucinta.

### 2.1.1 Definição e características do 'rural'

A palavra 'rural' é empregada de forma ampla e difusa, nas mais diversas pesquisas, documentações, políticas públicas, conversas informais, notícias, entre outros. Seu significado não é único para seus diferentes usos e tampouco o seu emprego se refere, necessariamente, ao mesmo objeto. Isso porque não há um conceito preciso, amplamente aceito e consensual sobre o 'rural'. A mesma varia de acordo com critérios adotados, de ordem institucional, legal, social, entre outros. Diversos autores pontuam que sua definição é difícil e que varia de local para local, , conseqüentemente, é tema de amplo debate e controvérsias (DAVID L. BROWN; KAI A. SCHAFFT, 2011; LYNCH, 2005; SARACENO, 1994; SCHNEIDER, 2003; TORRE; WALLEY, 2016; VEIGA, 2007) Assim, é essencial a delimitação clara do conceito adotado e de suas limitações e conseqüências ao se trabalhar com esta temática.

Isto porque, na prática, qualquer definição que se adote acarretará em uma escolha de abrangência e priorizará uma determinada visão do assunto (legal, institucional, social, etc). Foucault (2017, p. 52) diz que as definições carregam consigo um poder grande em relação à sociedade, pois envolvem a definição de discursos e práticas que vêm associados às mesmas, visão compartilhada por Acselrad (1999, p. 81). No caso das atribuições dos conceitos de rural e 'urbano' existe um arcabouço de práticas legais, políticas públicas, impostos devidos, acesso a financiamentos, empréstimos bancários, serviços e infraestrutura, entre outras conseqüências, decorrentes do enquadramento de uma área em uma ou outra denominação.

A distinção mais simples que pode ser feita diz respeito às populações e considera como rural quem vive no campo e urbano quem vive na cidade. Embora tenha limitações, a mesma é eficiente para realizar comparações, como de evolução das populações e tendências demográficas mundiais. A ONU, por exemplo, faz uso deste sistema binário (urbano e não-urbano) para a divulgação de seus dados demográficos anuais. Cada país informa individualmente os seus dados, que são utilizados para a composição das estatísticas de percentual da população mundial residindo em áreas rurais e urbanas e tendências de urbanização (UNITED NATIONS, 2018). A principal limitação desta estatística reside, justamente, no fato de que não existem critérios universais de definição desta classificação, que comporta, desta forma, diferentes realidades demográficas, territoriais e sociais dentro de si, que variam de acordo com a convenção de cada país.

O Brasil adota um conceito binário de divisão territorial entre rural e urbano, estabelecida pelo Decreto-Lei nº de 311 de 1938. Este conceito determina o 'rural residual' ao delimitar os critérios de urbanidade e o restante, por exclusão, é definido como território rural.

A divisão territorial é feita a nível municipal, por meio de instituição de lei de perímetro urbano, que indica a linha divisória oficial entre as áreas 'urbana' e 'rural', "servindo tanto para fins urbanísticos quanto tributários" (IBGE, 2001, p. 116). Um aspecto desta classificação binária, que não antevê situações intermediárias, é a inevitável consequência da diminuição do rural residual ao longo do tempo, que pode ser ocasionada pelo próprio poder público municipal, responsável por definir a divisão de seu território, ou pode ser ocasionada pelo fato de que o acesso a infraestruturas e serviços básicos e um mínimo de adensamento são suficientes para que a população seja classificada como "urbana". Com isso, o meio rural corresponde aos remanescentes ainda não atingidos pelas cidades e sua emancipação social passa a ser vista — de maneira distorcida — como "urbanização do campo" (ABRAMOVAY, [s.d.], p.2).

O Decreto-Lei de 1938 é amplamente questionado por autores como Veiga (2007) e Abramovay (2000) que consideram suas definições de rural e urbano desatualizadas frente às realidades territoriais que são encontradas atualmente no país. Ao longo do tempo já existiram tentativas de alteração de pontos deste decreto, tanto pelo número elevado de municípios que foram criados como pela definição de vilas e pequenos aglomerados como 'urbano'. Os critérios para a criação de novos municípios foram alterados desde então, mas a classificação do território permanece inalterada, e segue sendo adotada pelos municípios para seus zoneamentos municipais.

O tipo de divisão previsto através do traçado no mapa de uma linha divisória não prevê uma área de transição ou os gradientes de urbanização e uso misto, encontrados principalmente nas zonas periféricas. A dificuldade de se traçar uma linha no território para fazer esta divisão binária, e a necessidade de estabelecer zonas de transição são questões reconhecidas também pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística - IBGE que, como resposta a isso, ampliou as categorias de classificação dos setores censitários a partir do Censo de 1991. Essa classificação é dada por frações de área (o setor censitário) de acordo com suas características e é mais abrangente. Além de incluir os setores censitários nas situações urbana ou rural, estabelece outros oito tipos, que distinguem as áreas urbanizadas das não urbanizadas, assim como diferenciam os aglomerados rurais entre si (IBGE, 1990). Apesar disso, do ponto de vista legal e para finalidades oficiais que derivam do mesmo, ainda está em vigor o Decreto-Lei nº 311 que faz a divisão do território por meio de linhas (não de áreas) e cuja classificação é binária.

Afora a classificação do que é rural pela definição legal brasileira ou adotada internamente por órgãos e instituições públicos, existe a identificação do mesmo por características associadas ao 'rural'. Estas características descritivas são úteis pois permitem a avaliação das transformações nestas zonas de forma objetiva, ao verificar se determinadas características deixaram de existir ou existem em menor grau em relação a um período de

tempo anterior. Elas também auxiliam na identificação dos processos sociais e econômicos que estão por trás do que se observa na materialidade. Paul J. Cloke (2006, p. 20), em seu livro “Conceitualizando a ruralidade”, diz que a construção da ruralidade é feita por três estruturas interconectadas, cada uma com características próprias, que ajudam a compreender a complexidade do fenômeno, as quais seriam (grifo nosso):

1. A primeira é de natureza funcional e serve para identificar características marcantes da ruralidade, como o uso extensivo da terra (geralmente agrícola), assentamentos pequenos e dispersos, ou com respeito a qualidades ambientais e comportamentais associadas à vida no campo.
2. A segunda envolve uma perspectiva mais política e econômica, baseada na ideia de que certos problemas estruturais que afetam as populações, geralmente se apresentam de maneira diferente nas zonas rurais devido às suas características diferenciadas, as quais incluem: um ambiente agradável que atrai turistas, aposentados e todos moradores que não são economicamente ativos; o reconhecimento de que estas áreas não são acessíveis devido à carência de infraestrutura apropriada; e o grande valor atribuído à boa vontade e atitudes de autoajuda.
3. A terceira e final estrutura para a compreensão do rural diz respeito à ruralidade como uma construção social e dá ênfase à dimensão cultural, o que quer dizer aos valores culturais e rurais associados às áreas rurais e ao modo de vida rural, em geral.

Cloke caracteriza o rural por meio de suas características físicas do lugar (espaciais) e características que dizem respeito a quem está no lugar (ocupação das pessoas, cultura). Sorokin, Zimmerman e Galpin (apud GABE, 2017) apresentam diferenciações similares às de Cloke, as quais são apresentadas de forma esquematizada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Características das localidades rurais

Característica			Descrição
1	Ocupacional	População de ocupação agrícola	Principal característica da população é a atividade agrícola (cultivo e coleta de plantas e criação? de animais)
2	Ambiental	Maior contato com a natureza em geral	A população usualmente precisa trabalhar ao ar livre para exercer suas atividades domésticas e produtivas
3	Tamanho das comunidades	Tamanho menor dos aglomerados populacionais	Em função do caráter da produção agrícola (precisam de mais espaço e proximidade da terra cultivada)
4	Densidade populacional	Baixa densidade de ocupação das áreas	Em função do caráter da produção agrícola (precisam de espaço e mantêm áreas naturais preservadas)
5	Homogeneidade das populações	Características psicossociais mais homogêneas	Menor divisão do trabalho. Menor uniformidade social. Maior homogeneidade social.
6	Diferenciação, estratificação e complexidade social	Corpo social' mais simples	Menor diferenciação social. Menor estratificação social. Menor complexidade social.

Característica		Descrição
7	Mobilidade social	Menor mobilidade territorial, ocupacional, econômica e vertical
8	Direção de migração	Migração unidirecional (campo-cidade)
9	Interação social	Sistema de interação menos complexo, dinâmico e intensivo
		Menos deslocamentos internos (circulação diária, mudança de residência) e externos (intercomunidades). Menos mudanças socioeconômicas e ocupacionais durante a vida.
		Processos de migração da população rural do campo para a cidade são comuns e aceitos.
		O sistema de interação rural é menos diversificado externamente e tem um número de padrões sociais. Porém, as relações são mais duradouras.

Fonte: SOROKIN; ZIMMERMAN; GALPIN (1991) apud GABE, M. (2017, p. 62)

As características apresentadas para a ruralidade são semelhantes em ambos os trabalhos citados e, tradicionalmente, atribuídas às localidades rurais. Elas surgiram em um período histórico diferente do atual, conforme será apresentado em um próximo item (2.1.3). Entretanto, as mesmas ainda continuam a fazer parte do imaginário do rural e são utilizadas para caracterizá-lo, bem como identificar traços de ruralidade dentro do perímetro urbano.

O presente trabalho se baseia na definição de rural conforme a legislação brasileira, ou seja: será considerado como território rural o que está localizado fora do perímetro urbano definido por lei municipal. Essa definição é a mais pertinente para o presente trabalho, uma vez que o objetivo é a investigação sobre a influência da configuração espacial para a ocupação com fins urbanos em áreas rurais, um tipo de ocupação que não é condizente com o que seria permitido pela legislação para o local, mas que pode ser influenciada pela configuração espacial e culminar com a modificação da classificação do território devido ao adensamento. As características descritivas das zonas rurais serão empregadas com a finalidade de evidenciar indícios desta modificação e evidências do processo investigado.

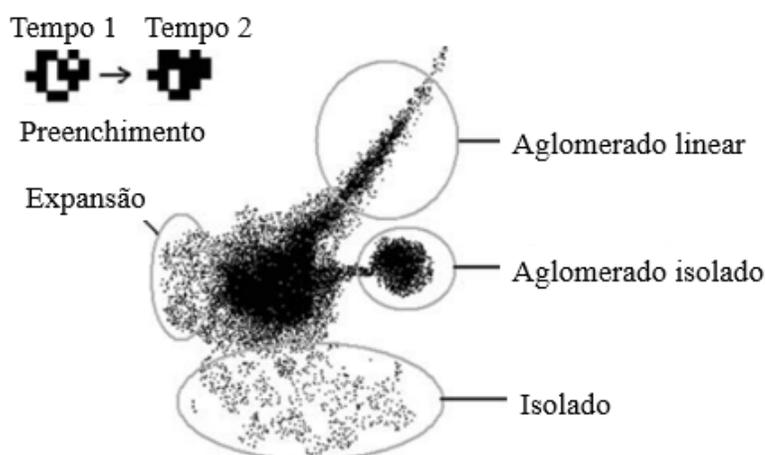
O processo de crescimento das cidades leva, necessariamente, à conversão de terras rurais em terras urbanas. Assim, na sequência, é abordado de forma sucinta o tópico de expansão urbana, com o objetivo de descrever como se dá, espacialmente, o crescimento das cidades.

### 2.1.2 Expansão urbana: a cidade avança sobre o rural

O estudo do crescimento urbano é definido por Bhatta como o estudo das cidades em termos de sua expansão física e demográfica (2010, p. 1). A expansão física que resulta do crescimento das cidades ao longo do tempo envolve, de forma geral, a expansão dos perímetros urbanos e a consequente conversão de solo rural em solo urbano. Dentro do objetivo proposto para o presente trabalho, portanto, cabe abordar, ainda que de forma breve, como se dá espacialmente a expansão destas fronteiras e o avanço sobre o rural.

Philippe Panerai descreve que o modo de crescimento, do ponto de vista espacial, pode ser contínuo ou descontínuo (2014, p. 55). No processo de *crescimento contínuo*, as extensões se fazem pelo prolongamento direto de porções urbanas já construídas, enquanto no processo de *crescimento descontínuo*, a ocupação do território se apresenta de forma mais aberta, e há o surgimento de novas áreas, isoladas em relação às áreas já existentes, as quais preservam rupturas naturais ou agrícolas entre as partes e as novas extensões, permitindo, assim, a eclosão da aglomeração (PANERAI, 2014, p. 57–58). Wilson et al. (2003)<sup>1</sup> detalham mais as categorias de crescimento urbano, em especial a descontínua. Os autores identificaram três categorias de crescimento urbano: preenchimento interno, de expansão, e periférico, sendo o crescimento urbano periférico discriminado, ainda, em isolado, aglomerado linear e em aglomerado isolado, conforme pode ser visto na Figura 2.1.

Figura 2.1: Padrões espaciais de crescimento urbano e espraiamento urbano



Fonte: Bhatta (2010, p.11). Tradução: BALESTRO, F. (2019)

Para Herold et al. (2005), a evolução espacial da forma urbana é entendida através de um processo de duas fases: de difusão, no sentido de dispersão, e de coalescência, no sentido de agrupamento. O autor afirma que, a partir de um núcleo urbano inicial (uma ‘mancha de área construída’), localizado em uma paisagem que apresente possibilidades de expansão (não saturada), inicia o processo de dispersão, que estimula o surgimento de novos núcleos não contíguos a este primeiro núcleo urbano inicial (acrescimento de ‘manchas’ na paisagem). Concomitantemente a esse processo de difusão, ocorre o “crescimento orgânico”

<sup>1</sup> A tradução adotada para os termos no original são: *infill*, preenchimento interno, *expansion*, expansão, *outlying*, periférico, sendo que o crescimento urbano periférico foi dividido em *isolated*, isolado, *linear branch*, aglomerado linear, e *clustered branch*, aglomerado isolado. A tradução adotada para *urban sprawl* foi espraiamento urbano.

das manchas já existentes, seja pelo preenchimento de bordas ou vazios internos, ou pela extensão das bordas. A evolução espacial continua e evolui para a *coalescência* das manchas urbanas individualizadas, até a saturação do sistema e formação de um núcleo urbano único.

O processo descrito mostra que o surgimento de aglomerados urbanos de forma descontínua, dentro da zona rural, faz com que a região localizada nos arredores imediatos a essas manchas se urbanize. Ainda que esses aglomerados possam assumir diferentes formas espaciais, as quais, segundo Herold et al (2005) e Bhatta (2010), tenderão a passar pelo processo de coalescência, ou seja, tenderão a evoluir de forma a integrar o núcleo urbano original. Subsequente à expansão urbana e dentro do contexto do presente trabalho, serão abordados de forma breve alguns dos fatores que contribuem para a expansão urbana, além do crescimento demográfico, uma vez que esta expansão se direciona às zonas rurais municipais e cabe analisar o que influencia este direcionamento da expansão. Inicialmente é abordado o papel da infraestrutura viária como direcionador da expansão urbana.

### 2.1.3 Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: modificação da relação rural-urbano

Serão abordados o contexto histórico da relação entre o 'rural' e o 'urbano' e alguns acontecimentos-chave responsáveis que levaram a uma modificação nesta relação, com a finalidade de se compreender de que forma isto impacta no tipo de ocupação e uso do solo nas zonas rurais. Historicamente, antes que as cidades se estabelecessem e se fortalecessem, o poder e a riqueza estavam localizados no campo. O filósofo e sociólogo Henri Lefebvre situa que este fato começa a mudar no início da pré-revolução industrial, a partir do século XIV, com o estabelecimento da cidade política que é centrada na escrita como forma de exercício do poder, por meio de leis e taxas (LEFEBVRE, 2003). Entre os séculos XV e XVI a cidade consolida sua importância, prevalecendo sobre o rural e ali tem início a oposição entre as duas faces: urbanidade (aculturada) e rusticidade (ingênua e bruta) e surge a imagem da cidade (LEFEBVRE, 2003, p. 12, grifo no original).

Segundo Lefebvre, o crescimento das cidades é impulsionado pela transição para a cidade industrial, que se dá quando ocorre a primeira revolução industrial, na Europa, no final do século XVIII e início do século XIX. As indústrias, inicialmente, estavam localizadas no campo devido à proximidade com os recursos naturais utilizados como matérias-primas, fazendo com que surjam aglomerados de pessoas e o tecido urbano se espalhe, tomando o lugar do que existia antes da chegada das mesmas (LEFEBVRE, 2003, p. 14). A partir da industrialização a oposição entre campo e cidade, com características distintas marcantes, já não é mais válida. Um dos motivos para isso é que até o início da industrialização, o rural de fato tinha características homogêneas e contínuas, e podia ser definido como um sinônimo de

'agrícola', pelas atividades que nele eram desempenhadas, de agricultura e criação de animais. Havia uma distância entre o rural e o urbano: física e de características da população. Porém, estas fronteiras começam a se dissolver com a industrialização, em um processo contínuo e intensificado pelas subseqüentes revoluções industriais (a segunda ocorre a partir da segunda metade do século XIX até a segunda guerra mundial, e a terceira inicia na seqüência, a partir da segunda guerra mundial e segue atualmente).

Dentro do contexto brasileiro, dois importantes autores, Milton Santos, em seu livro "A Urbanização Brasileira" (1993), e Ignácio Rangel, em seu texto "A questão agrária brasileira" (1960), comentam sobre as mudanças ocorridas no período do final do século XVIII e do século XIX, onde observou-se, no mundo e no Brasil, a mecanização do território e a transição para uma agricultura capitalista<sup>2</sup>. A mecanização do território e dos processos agrícolas trouxe consigo grandes mudanças na organização das relações existentes entre o trabalho, os trabalhadores no campo e os proprietários de terras. Conforme pontuado por Milton Santos (1993), se antes o trabalhador do campo praticava uma agricultura mais dependente de sua mão de obra direta, buscando a subsistência e atendendo a mercados locais e próximos do local de produção, a mecanização do território traz uma diversificação de culturas e um aumento de produção, que permite a exportação de produção agrícola e acarreta na transição de agricultura de subsistência para agricultura intensiva que atende ao mercado. Outra mudança que a mecanização ou modernização da agricultura traz é um enorme contingente de trabalhadores rurais para as cidades. Ou seja, a migração que ocorre do campo para a cidade não acontece apenas pela presença de atrativos nas cidades, mas também pela falta de trabalho que surge no campo e vem a compor a gênese dos problemas urbanos verificados atualmente nas cidades (RANGEL, 2004).

Outro ponto relevante é que, no Brasil, o período que se inicia após o final da segunda guerra mundial é marcado pela expansão sobre o território, com a construção de uma rede de infraestrutura que permite tanto a integração como uma informatização da região, através da disponibilização de serviços de telecomunicações (inicialmente via rádio) (MARICATO, 2000b, p. 130; SANTOS, 1993). É a "informatização" do território, que acontece graças aos avanços da tecnologia (SANTOS, 1993). Essa época ilustra uma sociedade que estava mudando e se modernizando, em especial no campo, resultando em um país de enormes

---

<sup>2</sup> Lefebvre levanta uma questão semelhante (embora a proposta de sua discussão dialética tenha implicações mais profundas do que o presente trabalho se propõe a fazer) ao dizer que a "a agricultura se converteu em uma forma de produção industrial, tornando-se subordinada às suas demandas e regida por suas limitações impostas" e que "O crescimento econômico e a industrialização se tornaram autolegitimantes, estendendo seus efeitos a regiões, territórios, regiões, nações e continentes inteiros" (LEFEBVRE, 2003, p. 3).

dimensões que realizava investimentos em infraestrutura visando a unificação e a integração de suas regiões, o que permitiu que a ocupação e as atividades fossem descentralizadas.

Viu-se que há um contexto mundial para a mudança destas relações, dentro do qual o Brasil se encaixa com suas particularidades. Esse contexto tem como marcos temporais as Revoluções Industriais. Elas delimitam os períodos de transição entre as fases históricas dos meios de produção do capitalismo, nas quais a coerência e relações sociais anteriores são dissolvidas (LIMONAD; MONTE-MÓR, 2015, p. 111). O Quadro 2.2 sintetiza as mudanças de conteúdo e função relacionadas aos meios rural e urbano para cada marco das revoluções industriais. Gradualmente, os conteúdos e funções associados a estes meios distintos se fundem, até que ambos tenham como função exercer as mesmas atividades de indústria e serviços.

Quadro 2.2: Processos sociais associados ao campo e à cidade de acordo com o período histórico

Período	Meio	Conteúdo	Função
1ª Revolução Industrial ≈1760 a 1840	Cidade	Urbano	Política, comércio, serviços
	Campo	Rural	Agricultura, indústria
2ª Revolução Industrial ≈1870 a 1914	Cidade	Urbano	Política, indústria, serviços
	Campo	Rural	Agricultura
3ª Revolução Industrial ≈XX e XXI	Cidade	Urbano/rural	Política, indústria, serviços
	Campo	Rural/urbano	Agricultura, indústria, serviços

Fonte: Limonad e Monte-Mór (2015, p. 112). Tradução de BALESTRO, F. (2019)

Na prática, isso significa que as diferenças marcantes entre o que é considerado como “rural” ou “urbano” se tornam mais difusas e que estes dois universos se encontram muito próximos (DAVID L. BROWN; KAI A. SCHAFFT, 2011; SARACENO, 1994; TORRE; WALLET, 2016). Como explica Santos, “O espaço se torna fluido, e tudo nele tem grande mobilidade” (SANTOS, 1993, p. 39). A era da informação (disponível e acessível) e da globalização, também aproxima as características de desejos e de consumo das populações, homogeneizando valores e modo de pensar (TORRE; WALLET, 2016, p. 18). Isso quer dizer que desde a Terceira revolução Industrial (Quadro 2.2), não faz mais diferença morar no “campo” ou na “cidade”, pois com a disponibilidade de informação o indivíduo pode acessar informações e se comunicar com o mundo de onde quer que esteja, bem como seu local de residência não precisa estar, necessariamente, próximo ao seu trabalho dada a disponibilidade de infraestrutura de mobilidade. O fenômeno de diluição de fronteiras entre rural e urbano é observado em escala mundial, conforme observado por diversos autores (DAVID L. BROWN; KAI A. SCHAFFT, 2011; SARACENO, 1994; SCHNEIDER, 2009; TORRE; WALLET, 2016; VEIGA, 2007).

Acompanhando a diluição do espaço e das fronteiras, novas tendências são observadas, migratórias e econômicas. Saraceno (1994, p. 323) afirma que a partir dos anos 70 demógrafos começaram a perceber uma tendência de inversão de fluxo migratório, com o retorno de parte da população para as áreas rurais, que ocorria de forma espontânea e sem a existência de políticas públicas. A população que hoje reside ou se muda para regiões rurais é formada não apenas por pessoas ligadas à terra: existem pessoas que trabalham em grandes fazendas (mas não possuem fazendas próprias), aposentados que se mudam em busca de 'amenidades rurais' e pessoas que trabalham em regiões localizadas fora da zona rural (SARACENO, 1994, p. 327). Parte da explicação reside no 'encurtamento das distâncias', decorrente das melhorias das infraestruturas. Outra das motivações é o alto custo de vida, de moradia e de criação de filhos que vem sendo verificado nas cidades e cuja taxa de crescimento é superior ao crescimento da renda (SARACENO, 1994, p. 328).

Os autores que estudam o tema apontam também para a diversificação das atividades na zona rural, que hoje já não se dedicam apenas à produção primária, incorporando lazer, turismo, serviços, agroindústrias e indústrias. Saraceno (1994) chama a isso de 'difusão espacial das atividades econômicas', que passam a incluir as zonas rurais. Para ela, até os anos 70, as oportunidades de emprego e as indústrias beneficiaram as cidades, ou seja, existia uma coincidência espacial entre o processo de urbanização e o processo de industrialização, mas tal correspondência espacial não é mais necessária, o que descentraliza os processos de ocupação e de uso do solo.

No presente trabalho, as relações de diluição de fronteiras e mudança no tipo de ocupação são entendidas como um dos múltiplos fatores que ajudam a explicar o porquê do tipo de ocupação em zonas rurais estar mudando. A disponibilidade de infraestrutura e a informalização do território diminuíram as distâncias e as relativizaram, permitindo que as pessoas se sintam conectadas a todo instante e próximas a tudo. Esta nova realidade contribui para a desespacialização das moradias, isto é, permite que as pessoas residam mais distante de seu trabalho ou mesmo que o exerçam de sua residência. Esse fato, aliado a uma busca pelas amenidades rurais, como mais espaço e contato com a natureza, pode ter um papel de impulsionar essas ocupações de forma diferente do que acontecia no passado. Dando sequência à abordagem dos fatores que interferem na mudança do tipo de ocupação das zonas rurais, o próximo subcapítulo trata das mudanças recentes nas relações entre o rural e o urbano e suas consequências para as ocupações do território.

#### 2.1.4 Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: vias regionais relevantes

Esta pesquisa analisará a influência da configuração espacial na mudança do tipo de ocupação de áreas rurais, uma ideia que está ligada à malha viária como um atrator de ocupação urbana. Esta ideia de que as vias e rodovias são direcionadores do crescimento urbano e ao longo das quais o crescimento se localiza é apontada por Philippe Panerai (2014) e Flávio Villaça (2001b). Villaça (2001b, p. 69) diz que o crescimento é altamente influenciado pela estrutura de rodovias e ferrovias regionais, uma vez que estas vias facilitam o transporte intraurbano e acabam atraindo expansão urbana por esse motivo. Logo, vias que possuem importância no deslocamento regional tenderão a atrair moradores, que irão se assentar ao longo das vias (VILLAÇA, 2001, p.70). Ou seja, para Villaça parece haver íntima relação entre as vias regionais de transporte e o crescimento físico das cidades que ocorre de forma mais rarefeita e nucleada do que o estimulado por ferrovias (VILLAÇA, 2001b, p. 70).

Panerai (2014, p. 60) também menciona a importância das rodovias. O autor afirma que as estradas e caminhos antigos são linhas de crescimento, elementos que regulam a expansão urbana, ao longo das quais as cidades crescem e se espalham. Ou seja, vias que se configurem como caminhos regionais e estradas históricas ou que tenham importância para o deslocamento serão direcionadoras da expansão urbana, que ocorrerá na extensão das mesmas. Finalmente, além dos fatores que influenciam nas mudanças do tipo de ocupação e uso do solo e na expansão urbana em direção às zonas rurais abordados até o presente momento, será abordado na sequência o fator econômico, ligado ao mercado imobiliário.

#### 2.1.5 Fatores que influenciam na ocupação de zonas rurais: especulação imobiliária e fatores econômicos

São inegáveis os fatores econômicos por trás da construção das cidades e da ocupação dos espaços, sejam eles urbanos ou rurais. O mercado de terras é entendido como aquele no qual há títulos de propriedade, que são passíveis de serem comercializados pelo conjunto dos agentes econômicos em troca de dinheiro, isto é, que são passíveis de serem negociáveis por dinheiro e cujas trocas permitam, eventualmente, que se possa auferir ganhos monetários (REYDON apud GONÇALVES, 2002, p. 31). Alguns fatores são importantes com relação ao mercado de terras, conforme Reydon apud Gonçalves(2002, p. 31):

- a) os preços do mercado de terras são formados por expectativas: o que lhe garante características de ativo e lhe torna alvo de especulação; e, b) o mercado de terras é concorrencial: agentes com expectativas diferentes demandam e ofertam terra em condições diferentes.

Os aspectos econômicos ligados à aquisição da terra são relevantes, especialmente aqueles relacionados à sua localização dentro da cidade. Por exemplo, nas bordas de áreas urbanas coexistem as atividades rurais e a expectativa de ganho dos proprietários, especuladores e incorporadores imobiliários (BRANDÃO e FEDER, 1995, p.8). Assim, cidades que aumentam seu perímetro urbano trazem o efeito da especulação imobiliária mais para perto da zona rural remanescente. Isto especifica um tipo de dinâmica no mercado de terras referente a estas áreas próximas da linha divisória de perímetro urbano, onde ocorre aumento de preços e diminuição das atividades rurais, uma vez que o ganho com a venda das terras toma um prospecto mais interessante (ibid, p.8).

KANDIR apud GONÇALVES (2002, p. 1) define que

especular significa estocar algo na esperança de realizar uma transação vantajosa no futuro, quando, então, seu preço estaria superior ao preço atual. Este ativo, enquanto especulativo, se assemelha ao capital, embora não o seja, pois ele “valoriza” ou, mais propriamente, aumenta de preço.

Pode-se avaliar que o tipo de ocupação junto às bordas da zona rural é um importante fator que influencia na mudança de ocupação, uma vez que coloca em movimento esta dinâmica de mercados. Os proprietários de terras rurais desenvolvem uma expectativa com relação à mudança na ocupação, de fins rurais para fins urbanos e de maiores ganhos comercializando as terras do que realizando investimentos agrícolas. E os especuladores imobiliários podem comprar estas terras ainda a um valor acessível com a expectativa de transformá-las em produto imobiliário ou retê-las para que valorizem.

A existência de loteamentos, indústrias ou outras ocupações intensivas tende a ser um indicativo de que as áreas imediatamente ao redor começarão a ser enxergadas pela população como áreas passíveis de densificação e prospectadas para compra pelo mercado imobiliário. Neste ponto, Gonçalves (2002, p. 23) afirma que o modelo de crescimento das cidades brasileiras, que assume um caráter desordenado, acaba por favorecer este padrão de urbanização, de especulação imobiliária com a consequente periferização dos assentamentos humanos. A expansão indevida do perímetro urbano sobre áreas onde predomina a produção agrícola pode desestabilizar a atividade produtiva. A tendência das propriedades serem fragmentadas, o surgimento de loteamentos e a elevação do preço de mercado das terras são fatores que influenciam nessa direção (SANTORO; PINHEIRO, 2004, p. 16).

As terras localizadas fora do perímetro urbano e distantes do centro da cidade têm o caráter de serem comercializadas por valores mais baixos. O valor da terra urbana no Brasil, inacessível à grande parte da população, também fomenta essas dinâmicas imobiliárias, uma vez que acaba sendo mais acessível para uma parcela da população comprar de forma

irregular um lote na zona rural ou, ainda, pode ocorrer o surgimento de ocupações irregulares. Maricato (1999, 2003) aponta que a desigualdade social do Brasil é item essencial para a questão fundiária e faz com haja ocupação de terras de forma irregular, por parte da população de baixa renda que não tem como formalmente acessar o mercado de moradia, as quais são toleradas pelo poder público; tal posição também é ressaltada por Rolnik (1999). As autoras também destacam que muitas destas ocupações ocorrem em áreas de preservação ambiental e nas periferias das cidades, comprometendo recursos ambientais. Villaça, ao analisar as questões de localização e acessibilidade e o quanto esses fatores influenciam a ocupação dos espaços intraurbanos dentro da cidade por diferentes classes sociais, resalta que esses mesmos fatores se aplicam ao espaço regional (rural), embora em menor intensidade (VILLAÇA, 2001a, p. 70).

É, portanto, razoável afirmar que ocupações que não sejam condizentes com o uso previsto em lei para o território terminam por comprometer a continuidade temporal deste como rural. Dado que a presente pesquisa não tem como intuito aprofundar-se em dinâmicas econômicas ou no funcionamento do mercado imobiliário e sua relação com renda, o qual é sujeito a dinâmicas próprias e particulares, será adotado nesta pesquisa, para análise de prognóstico para o futuro, que evidências de parcelamentos de propriedades e a existência de núcleos adensados dentro dos territórios rurais se constituem em um elemento que resulta em pressão do ponto de vista de mercado imobiliário. Também nesta categoria entram a implantação de empreendimentos imediatamente junto dos limites do perímetro urbano e os avanços de perímetro urbano onde, em seu interior, coexistam os dois tipos de atividade.

Os fatores abordados até aqui influenciam – ou direcionam - a expansão urbana e a ocupação de zonas rurais. Os mesmos incorrem tanto sobre áreas rurais quanto urbanas, variando, especialmente, na intensidade com que os processos ocorrem. Um ponto em comum entre todos os fatores abordados e sua área de ocorrência (rural ou urbana) é sua sujeição às leis existentes. Assim, sua análise deve ser realizada em conjunto com a legislação que ordena a ocupação e o uso do solo no Brasil, a qual é sistematizada no próximo subcapítulo.

#### 2.1.6 Legislação brasileira: classificação e ordenamento territorial

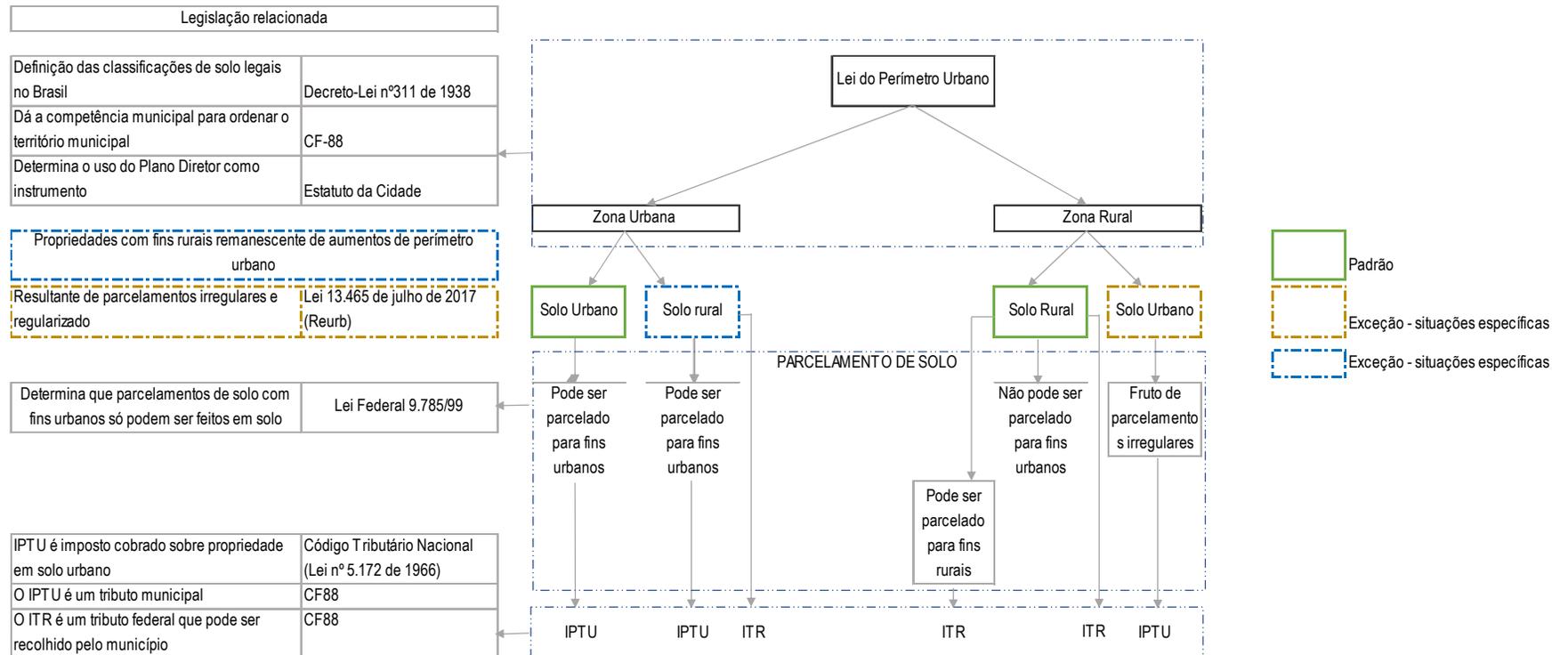
A legislação é um dos fatores que regula a expansão urbana, ao definir onde e como se dará a ocupação do território. O planejamento do território brasileiro é sujeito a leis específicas, que governam as possibilidades de usos e de ação dentro de cada porção de terra nacional. A compreensão sobre as possibilidades, as responsabilidades, a jurisdição e as materialidades do território passam pela compreensão das bases da legislação ao qual o

mesmo está sujeito. Este subcapítulo apresenta de forma sucinta as leis relevantes que regem como se dá a ocupação dos territórios no Brasil, rurais e urbanos. Um resumo da legislação aplicável é apresentado na Figura 2.2.

Juridicamente, a primeira questão é o fato de que as leis que se aplicam ao território brasileiro diferem de acordo com o enquadramento legal da área, sendo que existem apenas duas possibilidades legais de classificação territorial segundo as leis brasileiras, ou o território é urbano, ou o território é rural. Conforme mencionado anteriormente, para o presente trabalho, a definição do que é rural e do que é urbano dentro do território municipal será adotada conforme o definido em lei para o município, uma vez que é este rural legal que está sujeito a restrições no tipo de ocupação de seu território.

No Brasil existem três níveis de legislação, municipal, estadual e federal, sendo as duas últimas esferas as responsáveis pelas normas gerais acerca do ordenamento do território. A lei que dá a definição de rural e urbano no Brasil é o Decreto-Lei nº 311, de 1938, conforme abordado anteriormente. O decreto que foi promulgado durante o Estado Novo sob comando de Getúlio Vargas tinha como objetivo a organização do território brasileiro e regulamentou a distinção entre cidade e vila, garantiu que seus nomes fossem os mesmos do município e distrito que sediavam, hierarquizou as divisões territoriais administrativa e judiciária, estabeleceu número mínimo de moradias para novas cidades e vilas e garantiu o mapeamento de todos os municípios (LIMA, 2016, p. 85). Foi um importante marco para o país, tanto pela organização territorial que derivou do mesmo quanto por ter sido a primeira vez que todos os municípios foram contabilizados, levantados e mapeados. Neste decreto ficou determinado que as cidades (sedes de municípios) e as vilas (sedes de distritos) são urbanas e, o restante, rural. E, conforme Lima, “A delimitação dos espaços urbanos é importante, pois tem efeitos no controle do território” (2016, p. 75, grifo nosso).

Figura 2.2: Relação esquemática de classificação do território municipal, possibilidades de ocupação, tributos incidentes e legislação vigente



Fonte: BALESTRO, F. (2018)

Além da União e os Estados, desde a Constituição Federal de 1988, os municípios foram elevados à categoria de entes federativos (BEZERRA, 2009), sendo de sua competência o planejamento e o controle do uso do solo urbano<sup>3</sup>. A divisão territorial, portanto, é de atribuição de cada município, o qual tem poder legal para legislar sobre o seu território. Entre as zonas urbanas e rurais municipais, essa divisão é feita por meio de uma linha separatória definida em lei municipal, a Lei de Perímetro Urbano. Este limite legal é definido por cada município e tem atribuições tributárias e urbanísticas (TAVARES, 2003, p. 36). A lógica continua sendo a mesma: o que estiver fora do perímetro urbano delimitado será considerado como rural.

Os municípios detêm autonomia para alterar e ampliar seu perímetro urbano (com conseqüente redução da zona rural. Até recentemente, essa alteração era feita sem grande necessidade de estudos ou embasamentos. Em nível estadual, o Rio Grande do Sul dispunha de uma lei de 1994, a Lei 10.116/94 (RIO GRANDE DO SUL, 1994), que abordava a temática. Porém, esta lei define apenas que “A transformação de área rural em urbana ou de expansão urbana, através da delimitação e alteração do perímetro urbano, far-se-á por lei municipal”, não especificando a necessidade de estudos ou justificativas para que o poder municipal faça a alteração.

Por outro lado, em nível federal, o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece as “diretrizes gerais da política urbana”, ao definir o Plano Diretor como o instrumento de planejamento urbano, dentro do qual estará disciplinado o uso do solo previsto, faz com que os estudos e a participação pública sejam necessários à definição das zonas urbanas da cidade quando da etapa de elaboração e aprovação do mesmo. Cabe ressaltar que o Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001) não tratava do perímetro urbano até 2012, quando foi alterado pela promulgação da Lei Federal de 12.608/12 (BRASIL, 2012). É a partir deste momento que estudos técnicos passaram a ser exigidos para que o município faça ampliações de perímetro urbano<sup>4</sup>:

---

<sup>3</sup> Art. 30, Título III (Da organização do Estado), Capítulo IV (Dos municípios) e artigo 30. VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (BRASIL, 1988).

<sup>4</sup> “Art. 42-B. Os Municípios que pretendam ampliar o seu perímetro urbano após a data de publicação desta Lei deverão elaborar projeto específico que contenha, no mínimo:

I - demarcação do novo perímetro urbano;

II - delimitação dos trechos com restrições à urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais;

III - definição de diretrizes específicas e de áreas que serão utilizadas para infraestrutura, sistema viário, equipamentos e instalações públicas, urbanas e sociais;

Com o perímetro urbano definido, ocorre a separação entre o que é urbano e o que é rural e o território está caracterizado legalmente. Neste ponto, se iniciam as diferenças legais entre como deve se dar a ocupação do solo. Existem situações distintas de parcelamento, que se referem ao tipo de parcelamento (com fins urbanos e com fins rurais) e ao tipo de solo onde será realizado o parcelamento (solo rural ou solo urbano). Ainda, o que é considerado solo urbano e o que é considerado solo rural pode ser diferente da definição legal de zona rural e do perímetro urbano no município. Isso porque é possível existir áreas classificadas como rurais dentro do perímetro urbano do município. Dado o tema do presente trabalho, a ocupação com fins urbanos em zonas rurais, é preciso compreender quais as leis que regem a ocupação do solo com fins urbanos. A delimitação territorial impõe uma diferenciação muito clara do ponto de vista legal, com respeito à forma como este território pode ser ocupado e a que leis o mesmo está submetido. Ambos os casos de solo urbano e solo rural serão abordados na sequência, a fim de clarear a organização legal destes territórios.

#### 2.1.6.1 Ocupação de solo urbano

Definido o perímetro urbano por meio de lei municipal, o solo localizado no interior do mesmo é classificado como solo urbano. Quanto à questão de sua ocupação, a mesma é governada, em esfera federal pela Lei Lehman, a Lei Federal nº 6.766/79 (BRASIL, 1979), alterada pela Lei 9.785/99 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e especifica esse parcelamento só é permitido em zonas urbanas<sup>5</sup>, definidas pela lei de perímetro urbano e regulamentadas pelo Plano Diretor do município. O perímetro urbano pode ser ampliado pelo poder municipal a fim de regularizar ocupações fora da zona urbana e por necessidade de ampliação da zona urbana devido ao crescimento da cidade. Núcleos informais, ocupações irregulares, loteamentos e parcelamentos de solo ilegais surgem em zonas distantes dos centros urbanos, onde não estava prevista a urbanização pelo Plano

---

IV - definição de parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e contribuir para a geração de emprego e renda;

V - a previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, quando o uso habitacional for permitido;

VI - definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultural; e

VII - definição de mecanismos para garantir a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização do território de expansão urbana e a recuperação para a coletividade da valorização imobiliária resultante da ação do poder público.

<sup>5</sup> Texto da Lei Lehman, em seu Art. 3º: “Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.”

Diretor e fora do perímetro urbano e a única forma de regularização prevista até 2017 era por meio das ampliações do perímetro urbano, o que resultava em ampliações consideráveis, além do necessário e que englobavam áreas rurais. Recentemente, a promulgação da Lei 13.465 de julho de 2017 (Reurb) trouxe mudanças relativas à regularização fundiária e passou a permitir a existência de solo urbano localizado em zona rural (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) Com a promulgação desta lei, no meio de zonas rurais passa a ser possível encontrar solo classificado como urbano (com incidência de IPTU)<sup>6</sup>.

As situações de ocupações irregulares acabam por definir uma transformação da zona rural em urbana, visto que até recentemente a única forma de regularizar estes núcleos era estendendo o perímetro urbano. No momento em que passam a ser parte da zona urbana, cabe à Prefeitura Municipal o provimento de infraestrutura básica<sup>7</sup>, não requerida para zonas rurais. Ainda, o aumento do perímetro urbano para englobar ocupações irregulares situadas dentro da zona rural faz com que grandes extensões de terra rurais se tornem aptas à urbanização.

Finalmente, a definição do perímetro urbano no município está ligada à organização da ocupação e do uso do solo, a qual é tratada pelo Plano Diretor<sup>8</sup> que é o instrumento legal responsável por determinar o macrozoneamento do município e todas as possíveis ocupações. O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) inovou neste sentido ao definir que o planejamento urbano passasse a ser realizado para a extensão de todo o território municipal, incluídas aí as zonas rurais<sup>9</sup>. Antes disso, durante muito tempo os planos diretores referiam-se apenas ao Perímetro Urbano do município, excluindo do planejamento tudo o que estivesse fora dele (OLIVEIRA, 2011, p. 15). Fixa-se então o marco temporal do ano de 2001 como o ano em que a zona rural (tal como é definida por lei) passa a ser alvo do Planejamento Territorial Municipal.

---

<sup>6</sup> Anteriormente existia a previsão de que a sede de distritos fosse considerada urbana também, mas esse elemento não é comum visto que um município só se subdivide em mais de um distrito quando dentro dele existem povoados expressivos em termos populacionais, mas que estão muito afastados da área urbana principal.

<sup>7</sup> A Lei 9.785/99 (BRASIL, 1999) define: §6º - A infraestrutura básica dos parcelamentos situados em zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de: I - vias de circulação; II - escoamento das águas pluviais; III - rede para o abastecimento de água potável; e IV - soluções para o esgotamento sanitário e para energia elétrica domiciliar.”

<sup>8</sup> A Lei 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, determina em seus artigos 40, 41 e 42 da que o plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

<sup>9</sup> O parágrafo 2º do artigo 40, fixa que “o plano diretor deverá englobar o território do município como um todo” (Lei 10.257/2001).

O poder público municipal tem a competência de regular e planejar a ocupação do município, de exercer o poder de polícia e de fiscalizar como se dá essa ocupação. Para tanto, deve contar com instrumentos de planejamento urbano que regulem, da mesma forma que regulam para a zona urbana, as edificações, o tipo de ocupação e o adensamento permitidos na área rural. No caso em que estas informações não estejam explicitadas em lei, no Plano Diretor, a gestão territorial e a fiscalização poderão ser dificultadas. Muitos Planos Diretores municipais trazem pouca informação para suas zonas rurais, limitando-se ao tipo de atividade permitida.

#### 2.1.6.2 Ocupação de solo rural

Na zona rural legal municipal não é permitido o parcelamento do solo para fins urbanos. O parcelamento de imóvel rural (localizado em zona rural) para fins urbanos só é possível se a lei municipal redefinir o seu zoneamento, transformando a zona rural onde se encontra o imóvel em zona urbana ou de expansão urbana (STIFELMAN; GARCEZ, [s.d.]). Dentro da zona rural produtiva, o tipo de parcelamento permitido é o parcelamento com fins rurais, que é regulamentado pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), através da Instrução INCRA nº17-b/80 e o qual deve manter o tamanho mínimo da gleba (a qual é definida de acordo com a região do país) para permitir a manutenção de atividade agrícola. A regulamentação de parcelamento de solos para fins rurais obedece a normas especiais editadas pela legislação agrária<sup>10</sup>. Ela não é feita pela mesma lei que regula os solos urbanos, a Lei 6766/79, pois a mesma não trata do tema, no entanto ela possui um artigo de interesse ao tema, ao definir em seu artigo 50 que o parcelamento irregular de solo com fins urbanos sem autorização expressa do órgão competente é crime<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Estatuto da Terra (BRASIL, 1964), seu regulamento, Decreto n.º 59.428/66 (sobre colonização e outras formas de acesso à propriedade) (BRASIL, 1966), pela Lei n.º 5.868/72 (cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural) (BRASIL, 1972), pelo Decreto-Lei n.º 58/37 (Dispõe sobre o loteamento e a venda de terrenos para pagamento em prestações.) (BRASIL, 1937) e pela Instrução do INCRA n.º 17-b/80 (INCRA, 1980). (STIFELMAN; GARCEZ, [s.d.], p. 2)

<sup>11</sup> Art. 50. Constitui crime contra a Administração Pública.

I - dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, sem autorização do órgão público competente, ou em desacordo com as disposições desta Lei ou das normas pertinentes do Distrito Federal, Estados e Municípios;

II - dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos sem observância das determinações constantes do ato administrativo de licença;

Todos os imóveis rurais estão submetidos ao INCRA e às leis agrárias, sendo este instituto o responsável por dar a anuência para desmembramentos das glebas rurais. O Estatuto da Terra (BRASIL, 1964), lei que dispõe sobre os direitos e obrigações concernentes aos bens imóveis rurais, ao definir o que é considerado um imóvel rural, salienta que um imóvel pode ser considerado como tal independentemente de sua localização<sup>12</sup>. Isso indica que um imóvel com fins rurais pode estar localizado em área considerada urbana. De fato, o Decreto n.º 55.891/65 (BRASIL, 1965), que regulamenta o 5º artigo do Estatuto da Terra, refere-se mais uma vez à localização, mencionando que a mesma pode se dar em perímetros urbanos, suburbanos ou rurais dos Municípios. As áreas definidas como rurais, ainda que fora da zona definida como rural pelo município, responderão a legislações federais e ao INCRA. Um outro ponto a ser levado em consideração é que a legislação apresentada define que qualquer parcelamento de solo encontrado em zona rural que seja inferior ao tamanho de lote mínimo rural, bem como o parcelamento com a finalidade de estabelecer pequenos sítios de lazer, também é ilegal, pois constitui em parcelamento de solo com fins urbanos que não pode ser feito de forma regular em *áreas produtivas*.

Entretanto, em zonas rurais se observa frequentemente a utilização da área para fins de condomínios fechados, sítios de lazer, parcelamentos. Este tipo de parcelamento, pela normativa do INCRA, é entendido como parcelamentos com fins urbanos em áreas rurais. Esta normativa diz que são finalidades urbanas “os parcelamentos com vistas à formação de núcleos urbanos, ou à formação de sítios de recreio, ou à industrialização”. Este órgão deverá ser informado sobre parcelamentos com essa finalidade e dar sua anuência (INCRA, 1980), que está subordinada ao atendimento de determinadas condicionantes<sup>13</sup> pelas áreas. A redação acima também está presente no artigo 96 do Decreto 59.428/66 (política de acesso

---

III - fazer ou veicular em proposta, contrato, prospecto ou comunicação ao público ou a interessados, afirmação falsa sobre a legalidade de loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, ou ocultar fraudulentamente fato a ele relativo.

<sup>12</sup> Art 4º : “[...] prédio rústico de área contínua qualquer que seja a sua localização que se destina à exploração extrativa, agrícola, pecuária ou agro-industrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada” (BRASIL, 1964).

<sup>13</sup> a) por suas características e situação, seja própria para a localização de serviços comunitários das áreas rurais circunvizinhas;

b) seja oficialmente declarada zona de turismo ou caracterizada como estância hidromineral ou balneária;

c) comprovadamente tenha perdido suas características produtivas, tornando antieconômico seu aproveitamento.

à propriedade rural)<sup>14</sup>. Após todos os trâmites legais, caberá ao INCRA, frente a requerimento do proprietário, a atualização do cadastro do imóvel.

Além das leis que regulam a ocupação e o uso do solo, faz-se relevante o Código Tributário Nacional (Lei nº 5.172 de 1966). Neste, fica determinado em seu artigo nº 32, que a cobrança do 'Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana' (IPTU) recai apenas sobre propriedades localizadas no interior da zona urbana (excluídas as propriedades consideradas como rurais, mesmo que localizadas dentro da zona urbana). O efeito prático disso é que empreendimentos com fins urbanos localizados na zona rural seguirão pagando o 'Imposto sobre Propriedade Territorial Rural', devido em parte ao governo federal, e de valor inferior ao valor que corresponderia à terra urbana caso se aplicasse o IPTU. Este é um fator relevante,

uma vez que muitos parcelamentos irregulares, executados em zonas rurais, mas com fins urbanos, não observaram as exigências da Lei n.º 6.766/79, sendo interessante a continuidade dessa condição de irregularidade tanto para o loteador – que não precisa executar todas as obras de infraestrutura nem outorgar escritura pública de transferência do domínio dos lotes, quanto para os adquirentes, que preferem a incidência do ITR à do IPTU (STIFELMAN; GARCEZ, [s.d.], p. 3).

O Código Tributário Nacional (Lei n.º 5.172/66) traz em seu bojo uma definição de zona urbana (para fins de incidência de imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana), no art. 32, §1º e §2º<sup>15</sup>. Quanto às propriedades rurais, sobre as mesmas incide o ITR – Imposto Sobre a Propriedade Territorial Rural. A Lei n.º 5.868, para fins de incidência do imposto sobre a propriedade territorial rural, considera imóvel rural aquele que se destina

---

<sup>14</sup> Ele diz que projetos de loteamentos rurais, com objetivo de urbanização, industrialização ou sítio de recreio, para serem aprovados, só pode ser feitos em áreas que já sejam consideradas urbanas (ou em planos de urbanização); se foi oficialmente declarada zona de turismo, estância hidromineral ou balneária; ou que comprovadamente tenha perdido suas características produtivas (agropastoris). As comprovações requeridas para a aprovação dos usos acima poderão ser feitas por declaração da Municipalidade e/ou por um laudo assinado por profissional técnico habilitado.

<sup>15</sup> §1º – Para os efeitos desse imposto, entende-se como zona urbana a definida em lei municipal, observado o requisito mínimo da existência de melhoramentos indicados em pelo menos 2 (dois) dos incisos seguintes, construídos ou mantidos pelo Poder Público:

I – meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;

II – abastecimento de água;

III – sistema de esgotos sanitários;

IV – rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar;

V – escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de 3 (três) quilômetros do imóvel considerado.

§2º – A lei municipal pode considerar urbanas as áreas urbanizáveis, ou de expansão urbana, constantes de loteamentos aprovados pelos órgãos competentes, destinadas à habitação, à indústria ou ao comércio, mesmo que localizados fora das zonas definidas nos termos do parágrafo anterior.

à exploração agrícola, pecuária, extrativa, vegetal ou agroindustrial, independentemente de sua localização, e tiver área superior a 1 (um) hectare, levando em consideração, dessa forma, dois aspectos – destinação e dimensão, com prevalência deste último, de modo que as áreas menores que um hectare deverão ser consideradas urbanas (em sentido amplo).

O ITR é um imposto federal e, de acordo com a Constituição Federal, 50% da arrecadação do mesmo cabe aos municípios, sendo que aqueles municípios que optem por fazer a fiscalização e cobrança do imposto podem ficar com a totalidade de sua arrecadação. A atribuição de fiscalizar, lançar e cobrar o ITR pode ser delegada pela União ao Distrito Federal e aos municípios por meio de convênios, conforme estabelecido na Lei nº 11250, de 27 de dezembro de 2005 e também garantido pela Constituição Federal (em ser art. 153, parágrafo 4 e inciso III).

Finalmente, com relação aos tributos territoriais, recentemente, a promulgação da Lei nº 13.465, de 2017 trouxe a possibilidade de regularização de propriedades irregulares localizadas dentro da zona rural e abriu uma possibilidade da existência de solo urbano dentro da zona rural e, com isso, de cobrança de IPTU mesmo sem a realização das obras necessárias de infraestrutura. O tipo de imposto que incide sobre a área tem uma relação direta com a administração pública, uma vez que, a partir da incidência do mesmo, e dado que ele está atrelado à prestação de serviços públicos, as populações destas ocupações urbanas dentro da zona rural que agora estão regularizadas passarão a cobrar os serviços pelos quais estão pagando. Possivelmente, isto trará conflitos futuros e maior pressão de urbanização da zona rural dentro da qual estão localizadas estas pequenas áreas urbanas.

### 2.1.6.3 Legislação como fator regulador de expansão urbana

A legislação é um dos fatores que regula a expansão urbana ao determinar como se dará a ocupação do solo. As três esferas de poder, federal, estadual e municipal têm competências para organizar o território, sendo que ao município cabe o papel de definir seu zoneamento. Por meio desse, o poder municipal pode regular a expansão urbana, direcionando-a e/ou limitando-a. No entanto, para Raquel Rolnik (1999, p. 1), a cidade não é o resultado apenas da legislação e, sim, consequência da relação que a legalidade urbana estabelece com o funcionamento concreto dos mercados imobiliários que atuam na cidade. De fato, a existência de um regramento por si só, não determina que o mesmo será cumprido à risca e, na prática e as cidades brasileiras exibem contrastes entre a cidade legal e a cidade ilegal, ou irregular. O presente trabalho utiliza como embasamento que as ocupações e o uso do solo devem seguir a legislação ao qual o território está sujeito, e a análise é feita por esse

viés. Em específico, a legislação urbanística municipal que regula a ocupação da área de estudo é utilizada, uma vez que é a mesma que define o macrozoneamento rural e urbano.

## 2.2 Análise configuracional da cidade: Sintaxe Espacial

O presente capítulo aborda como o espaço contribui para a mudança de ocupação e uso do solo, sendo o embasamento teórico-metodológico desta investigação dado pela Sintaxe Espacial. O grande diferencial da teoria da sintaxe espacial (que será detalhado ao longo do presente capítulo) é analisar o espaço e a forma de suas relações, por meio de propriedades expressas matematicamente. Ou seja, a complexidade do espaço é tratada como elementos simples que conservam a relação hierárquica entre os espaços do sistema, considerando que as outras camadas que compõe o espaço complexo real (sociais, históricas, estruturais e culturais, entre outras) estão impressas no mesmo pelas suas relações e que suas propriedades matemáticas são capazes de revelar muito acerca do que acontece com respeito aos elementos não representados. O detalhamento da Sintaxe Espacial é apresentado nos subcapítulos subsequentes.

### 2.2.1 Origem, contexto e objetivos da Sintaxe Espacial

A Teoria da Sintaxe Espacial surgiu nas décadas de 1970-80 e foi desenvolvida na Bartlett School of Architecture and Planning / UCL, Londres, onde Bill Hillier, Julienne Hanson e colaboradores almejavam entender porque, de um ponto de vista espacial, edificações e ambientes construídos se constituem de determinadas formas e porque ocupam apenas um pequeno espaço no universo teórico das possibilidades urbanas e arquitetônicas (GIL; COELHO, 2017, p. 13.11). O marco teórico-metodológico é o livro *The social logic of space*, de 1984, fruto de uma coautoria entre Hillier e Hanson.

Na época, diversas teorias estudavam as relações espaciais e a morfologia urbana. A maior parte empregava um viés cultural e social, onde a dimensão espacial era representada como uma consequência de fatores culturais e sociais. Porém, as pesquisas que originaram a Teoria da Sintaxe Espacial questionavam o quanto o próprio espaço poderia influenciar estes aspectos culturais e sociais, com consequências que pudessem ser observadas. Ou seja, ao mesmo tempo em que moldamos o espaço, somos moldados por ele. Hillier e Hanson colocam esta questão da seguinte forma: (1984, p. 27):

Mas, por mais abrangente que seja, a ligação entre a sociedade e o espaço não pode se limitar a questões de cultura e estilo de vida. Diversas evidências sugerem que o espaço está ligado ainda mais profundamente às maneiras

pelas quais as formações sociais adquirem e mudam sua própria forma. (...) essas mudanças parecem não ser tanto um subproduto das mudanças sociais, mas uma parte intrínseca delas e, até certo ponto, causadoras delas.

A sociedade e o espaço são intimamente ligados para a Sintaxe Espacial, que estuda esta ligação por meio de sua ideia central, a configuração espacial. Esta é definida como a relação complexa entre qualquer par de espaços individuais em relação a outros espaços contextuais (HILLIER; VAUGHAN, 2007, p. 207), ou seja, como cada um dos espaços está relacionado a todos os outros do sistema. A configuração espacial desempenha um papel fundamental na ligação da forma física com a função, pois o espaço não é simplesmente um fundo inerte dos comportamentos humanos, mas uma característica intrínseca do arranjo funcional, que influencia e é influenciado por estas relações.

Esta noção se apresenta nesta teoria por meio da constatação de que as cidades são duas coisas ao mesmo tempo: uma ampla coleção de edificações unidas pelo espaço e um sistema complexo de atividades humanas, e são as interações entre ambas que as conectam (HILLIER; VAUGHAN, 2007, p. 1). Em outras palavras, o desenvolvimento da Teoria da Sintaxe Espacial se iniciou com a observação de que o espaço é a dimensão comum que une a cidade física, a materialidade, com a cidade social. Todas as nossas interações sociais (trabalhar, conversar, relacionar-se, etc) acontecem em um meio físico, em um espaço complexo, o qual, por sua vez, também interfere na maneira como estas interações ocorrerão. Outro ponto é a observação de que a cidade é, notadamente, heterogênea: diferentes espaços e diferentes partes da cidade têm características diferentes, seja com relação à presença de comércio e pessoas quanto à criminalidade, por exemplo, o que motiva a busca por entender se o espaço colabora para o surgimento destas diferenças. São elas que norteiam o estudo da sintaxe espacial, como é explicado por Hillier e Vaughan (2007, p. 2):

Através da apreensão de como descrever e analisar diferentes configurações espaciais (por exemplo, conjuntos habitacionais diferentes e áreas urbanas com padrões distintos na cidade) e padrões espaciais na cidade, a sintaxe espacial pretende permitir que se visualize quaisquer influências que possam decorrer de fatores sociais para a construção destes padrões espaciais e, também, explorar as consequências para as relações sociais, de como as mesmas poderiam ser e como são, na prática.

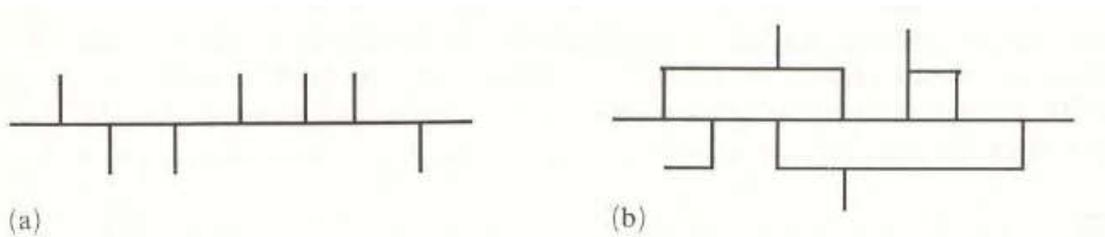
Assim, a configuração é importante por expressar uma propriedade espacial essencial: que uma configuração espacial não apenas parece, mas é diferente quando vista a partir de pontos de vista distintos no layout e é através desta propriedade que o espaço adquire significado social e tem consequências sociais (Hillier & Vaughan, 2007, p. 108). Entre as consequências sociais observáveis estão as densidades de ocupação e uso do solo, a

criminalidade, a localização de comércio e a mudança do tipo de ocupação do solo, esta última o tema de estudo do presente trabalho.

### 2.2.2 Influência da configuração espacial no movimento: Movimento Natural e Potencial de Movimento

Uma forma simples e intuitiva de ilustrar a influência da configuração espacial na forma como as pessoas se movimentam pela cidade é apresentada na Figura 2.3. Intuitivamente sabe-se que, para a figura (a), a via central terá mais pessoas passando através da mesma; já na figura (b), também é mais provável que se registre maior fluxo de pessoas pela via central, e, em seguida, pelas vias secundárias que estão mais conectadas. Também é possível imaginar que um comércio estará preferencialmente localizado em uma via mais central, onde mais pessoas irão circular, e onde seja mais fácil de se chegar de um extremo da malha ao outro do que pelas vias secundárias, por exemplo. A capacidade intrínseca da malha urbana de influenciar o movimento denominou-se “movimento natural” (*natural movement*) (HILLIER et al., 1993, p. 32) e à probabilidade de um trecho de concentrar mais movimento é chamada de *potencial de movimento*.

Figura 2.3: Duas malhas urbanas simples, com configuração espacial diferente, ilustram de que forma a mesma interfere no movimento



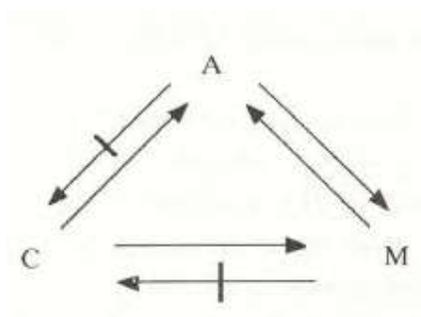
Fonte: Hillier et al (1993)

Cabe dizer que os estudos não buscaram propor que a configuração espacial da malha urbana seja o *principal* ou o *único* gerador de movimento, mas, sim, o *gerador primário* (HILLIER et al., 1993, p. 31), ou seja, que a mesma, por si só, influencia como as pessoas transitam pela cidade (HILLIER, 2007). Quanto aos atratores, os mesmos também atuam no sentido de gerar movimento, potencializando o efeito da malha por locais de maior potencial de movimento. Hillier et al (1993, grifo nosso) e Penn (1998) afirmam que as propriedades configuracionais do sistema (relacionadas à acessibilidade ou à segregação dos espaços e, também, ao potencial de movimento nos espaços) influenciam a localização dos atratores, e

não o contrário (o comércio, por exemplo, irá naturalmente ter maior tendência de se instalar onde há mais possibilidade de fluxo). Cutini (2001) também explorou a relação entre a malha e a localização de atratores, concluindo que a malha influencia os comércios livres (*free market*), mas que atividades do tipo monopolistas atrairão fluxo independentemente das características configuracionais de sua localização.

A relação entre malha e comércio pode ser explicada a partir da Figura 2.4, que ilustra as relações que se dão entre configuração espacial, fluxos de movimento e atratores. Dali, tem-se que os atratores e o movimento podem influenciar um ao outro, mas as demais relações não são bilaterais. Isto quer dizer que, enquanto a configuração pode influenciar a localização dos atratores, os mesmos não podem alterar a configuração, e o mesmo é verdade para o movimento.

Figura 2.4: Como os atratores (A), a configuração espacial (C) e o movimento (M) influenciam uns aos outros



Fonte: (HILLIER et al., 1993, p. 31)

A sintaxe espacial diferencia os movimentos pela malha urbana em dois tipos, o “to movement” e o “through movement”, ou seja, o movimento **para** algum lugar e **através** de algum lugar (HILLIER; VAUGHAN, 2007, p. 213). A avaliação do movimento pela malha leva em consideração que, partindo de uma dada localização A em direção a uma localização B, são necessárias decisões sobre o percurso como um todo (to movement) e, adicionalmente, ao longo do trajeto, decisões individuais de percurso (through movement), de forma que espaços mais acessíveis apresentarão maior potencial de movimento e serão mais utilizados do que espaços mais segregados no sistema. Ainda, o “to movement” está associado à medida sintática de integração e o “through movement” está associado à medida sintática de *choice*.

Os valores destas medidas avaliam o *potencial de movimento*, ou seja, a probabilidade de determinados trechos/segmentos da malha concentrarem deslocamentos sobre eles (de pedestres ou veículos). Como temos duas medidas, associadas a dois tipos de movimento

distintos, também tem-se dois tipos de potencial de movimento. O potencial de movimento medido pela medida *choice* avaliará o movimento do tipo “through movement”, associado à malha estruturadora de movimento da cidade e, às vias principais, e o potencial de movimento avaliado pela medida de integração avaliará o “to movement”, ou a facilidade de chegarmos a cada um dos locais da malha, associado às vias secundárias e à identificação de centralidades locais e globais. Espera-se que as espaços com conectividade maior do que outras (e, portanto, mais facilmente acessadas) atraiam maior fluxo de tráfego, mais pedestres e aumentem a densidade do uso do solo das áreas circundantes (HILLIER; IIDA, 2005; HILLIER; VAUGHAN, 2007).

A quantidade de estudos que buscaram verificar se há correlação positiva entre as análises da configuração espacial efetuadas pela sintaxe espacial e o movimento pela malha (veicular e de pedestres) é significativa, sendo que os resultados encontrados e as conclusões dos estudos convergem para o entendimento de uma correlação positiva e relevante. Alguns estudos são Hillier et al (1993); Cuttini (1999); Turner (2001); Hillier e Iida (2005); Peponis et al. (2007); Vaughan (2007); Jiang (2009); Harder et al. (2012). Os autores citados avaliaram a correlação entre a configuração do sistema e o movimento (veicular e de pedestres), que por sua vez influencia o tipo e a densidade de ocupação e de uso do solo, para núcleos urbanos (onde as malhas viárias são densas). As evidências mostraram que a densidade e o tipo de uso do solo identificado estão relacionados com configuração espacial. A configuração espacial, portanto, tem efeitos nos potenciais de movimentos e na probabilidade de fluxos da malha urbana em diferentes escalas, local (bairros) e global (cidade, município e região), nas malhas urbanas que independem de atratores<sup>16</sup> construídos e que independem até mesmo da distância medida em metros ou quilômetros (HILLIER, 2007; HILLIER et al., 1993).

### 2.2.3 Análise axial

A primeira forma de analisar o espaço proposta pela sintaxe espacial, definida no livro *The Social Logic of Space* (1984), foi a análise axial. O procedimento inicia pela decomposição

---

<sup>16</sup> Segundo Zampieri (ZAMPIERI, 2012) “Os atratores são a parte privativa do sistema urbano, são construídos pela sociedade para suprir as suas necessidades de moradia, trabalho e os suportes a estas atividades”.

convexa<sup>17</sup> e depois axial<sup>18</sup> dos espaços de assentamentos humanos analisados. Esta decomposição é a base da elaboração dos mapas axiais, nos quais as linhas axiais são utilizadas para representar ligações ininterruptas de movimento ou visibilidade. A primeira etapa de elaboração do mapa axial é a decomposição do espaço analisado no menor número possível de espaços convexos que cubram todo o sistema. Após, o mapa axial é propriamente elaborado, traçando-se no sistema de espaços abertos o menor número de linhas retas que passam através de todos os espaços convexos, sendo que todas as barreiras devem estar separadas entre si por linhas axiais (HOLANDA, 2002, p. 92). A Figura 2.5 mostra como é o mapa axial resultante para a cidade de Barnsbury, que foi traçado com base na planta da cidade onde os espaços abertos estão em preto e as edificações, em branco. Nota-se que não há a necessidade de uma correspondência exata entre os eixos viários e o mapa axial, desde que preservadas as conexões entre os espaços.

Figura 2.5: Representação do espaço da cidade de Barnsbury (em branco estão as edificações) e mapa axial correspondente



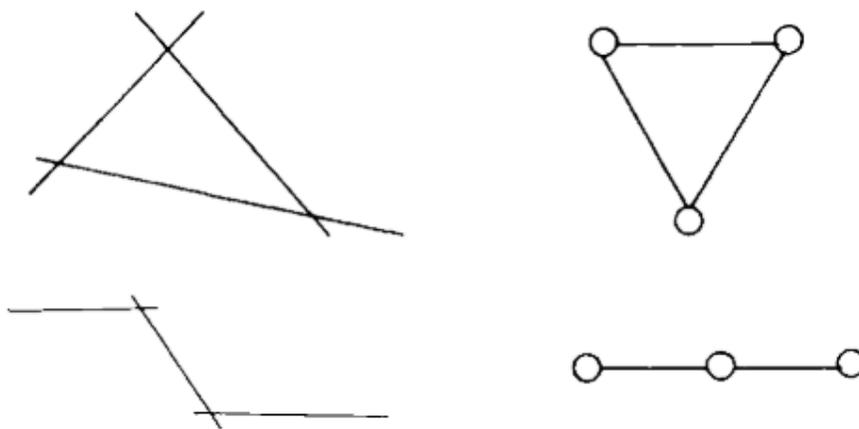
<sup>17</sup> A decomposição em espaços convexos de um mapa é a decomposição do espaço analisado no maior número de espaços “gordos” que possam ser desenhados sem que nenhuma linha que cruze este espaço atravesse suas barreiras (HILLER; HANSON, 1984, p. 97–98).

<sup>18</sup> A linha mais longa que atravessa um espaço sem cruzar por nenhuma barreira do mesmo (HILLER; HANSON, 1984, p. 97–98).

Fonte: UCL Space Syntax (disponível em <http://otp.spacesyntax.net/applying-space-syntax/urban-methods-2/representations-of-space/>)

Com o mapa axial traçado, pode-se partir para a representação das relações topológicas do espaço e da representação do mesmo por meio de grafos, onde cada ponto representa um espaço e as linhas representam suas ligações. Relações topológicas são aquelas que se estabelecem entre dois espaços sem considerar-se os atributos geométricos. Logo, passos topológicos entre um ponto A e B contabilizam a quantidade de espaços pelos quais se deve passar para fazer o trajeto, independentemente da distância percorrida entre os mesmos.

Figura 2.6: Representação do mapa axial por meio de grafos



Fonte: (HILLER; HANSON, 1984, p. 94)

A representação do sistema por meio de grafos conserva as relações entre os espaços (ponto que interessa à análise), ainda que não mantenha a forma dos mesmos e facilita a visualização destas relações. Além disso, permite que estas relações sejam lidas por programas de computador. A partir do mapa axial, os espaços são analisados e são calculadas para cada linha axial ou espaço convexo alguns parâmetros, os quais são denominados de “*medidas sintáticas*”, cujo cálculo e significado é apresentado na sequência para as medidas de profundidade, conectividade, controle, integração e *choice* (uma síntese das medidas e sua abrangência é apresentada no Quadro 2.3).

Quadro 2.3: Medidas sintáticas e nível de abrangência em relação ao sistema

Propriedade	Tipo
<b>Conectividade</b>	Local
<b>Controle</b>	Local
<b>Profundidade</b>	Local e global
<b>Integração</b>	Local e global
<b>Choice</b>	Local e global

Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

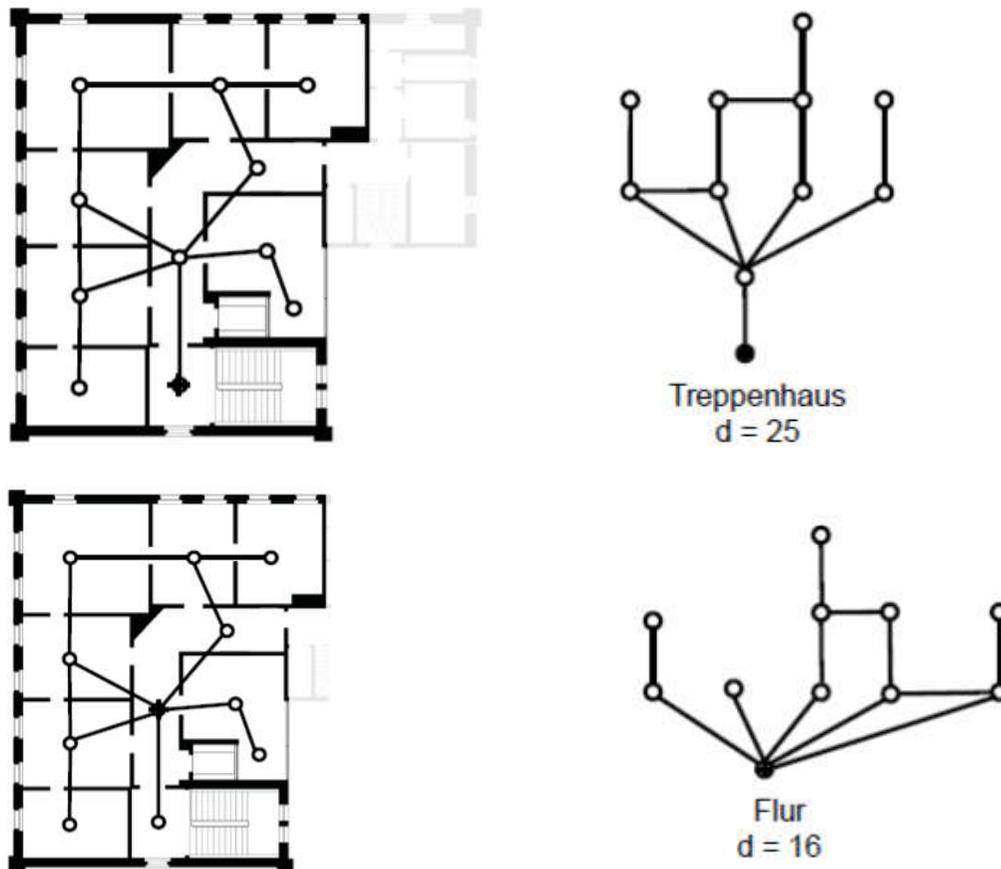
No quadro especificado, a coluna de ‘tipo’ está relacionada a como as medidas podem ser processadas e o quanto do sistema estão analisando para cada linha. As medidas de profundidade, integração e *choice* podem ser calculadas para raios específicos, com o intuito de analisar a influência do sistema com um fator de distância ou passos topológicos máximo desejável, que permita analisar um local específico, por exemplo. Já as medidas locais (conectividade e controle) avaliam apenas as relações de cada linha.

A medida de **conectividade** é a primeira que pode ser calculada para um mapa axial, que diz respeito ao número de linhas diretamente conectadas a uma linha qualquer e é uma propriedade local. Já a medida de **controle** diz respeito ao grau de controle de uma linha axial em relação a suas linhas vizinhas imediatas. Seu cálculo é feito da seguinte forma: cada linha tem um número *n* de vizinhos, os quais, por sua vez, têm um valor de conectividade. Cada um destes vizinhos dará à esta linha, portanto, o inverso de seu valor de conectividade, e estes são então somados para cada espaço de recepção para dar o valor de controle daquele espaço (HILLER; HANSON, 1984, p. 109; JIANG; CLARAMUNT, 2002, p. 298). Espaços que têm um valor de controle maior que 1 exercerão um controle forte e aqueles abaixo de 1 serão espaços de controle fraco (HILLER; HANSON, 1984, p. 109). O controle é uma medida local, uma vez que leva em conta apenas as relações entre um espaço e seus vizinhos.

Outra propriedade que pode ser determinada para os espaços a partir do desenho do mapa axial e dos grafos é a **profundidade** de um dado espaço do sistema em relação aos outros. A noção de profundidade está relacionada a quantos passos topológicos (ou seja, quão profundo) cada linha axial ou espaço convexo está de todos os outros do sistema (HILLER; HANSON, 1984, p. 108). Ela está diretamente ligada à assimetria de um espaço, já que os espaços só podem ser profundos em relação uns aos outros quando há a necessidade de se passar por espaços intermediários para se chegar a um determinado ponto (HILLER;

HANSON, 1984, p. 108). Um exemplo das diferenças de profundidade dos espaços em relação ao sistema é apresentado na Figura 2.7. Nela, pode-se observar que a profundidade varia devido às diferentes configurações espaciais, ou seja, às diferentes relações que pontos de partida distintos possuem com os outros espaços do sistema (pode ser mais fácil ou mais difícil chegar até ele). Porém, como a profundidade média do sistema também é calculada, cada linha pode ter uma profundidade em relação ao sistema.

Figura 2.7: Exemplo das relações entre os espaços de um determinado prédio a partir de um de seus espaços (assinalado em preto)



Fonte: extraído de Bauhaus-Universität Weimar (SCHNEIDER, [s.d.]

Matematicamente, o cálculo da profundidade total (*total depth, TD*) (1) é dado por:

$$Profundidade\ total\ (TD) = \sum_{j=1}^{K-1} d_{ij} \quad (1)$$

onde  $K$  é o número total de nós em um grafo e  $d_{ij}$  é o nível de profundidade no sistema do nó  $i$  ao nó  $j$ . A profundidade média (*mean depth, MD*) (2) do sistema é a média das profundidades médias de todas as linhas.  $K$  é o número de linhas do sistema e é dada por:

$$\text{Profundidade média (MD)} = \frac{TD}{K - 1} \quad (2)$$

É com base nestes cálculos que se calcula a assimetria relativa (*relative asymmetry, RA*) (3) e a assimetria relativa real (*real relative asymmetry, RRA*) (4), que são utilizadas no cálculo da principal medida utilizada na análise axial, a **integração global ou integração Rn**. A medida de RA compara quão profundo o sistema é, a partir de um determinado ponto com relação a quão profundo ou raso ele teoricamente *poderia* ser. A mínima profundidade possível seria se todos os espaços estivessem diretamente conectados ao mesmo e a máxima profundidade possível seria quando todos os espaços estivessem em um arranjo linear a partir do mesmo (HILLER; HANSON, 1984, p. 108).

As fórmulas de RA (1) e RRA (2) são apresentadas abaixo:

$$\text{Assimetria relativa (RA)} = \frac{2(MD - 1)}{K - 2} \quad (3)$$

$$\text{Assimetria relativa real (RRA)} = \frac{RA}{D_k} \quad (4)$$

onde  $D_k$  é dado por  $D_k = N \log_2 \left( \frac{N+2}{3} \right) - (N - 1)$  e denota a profundidade total da raiz em um grafo em formato de diamante.  $D$  é um fator de normalização que varia em função do número de linhas (HILLER; HANSON, 1984, p. 112). A normalização elimina o efeito do tamanho do sistema, permitindo que os sistemas sejam comparáveis entre si. É importante notar que a medida da assimetria relativa real não é a medida de integração (5), que é obtida por meio de sua recíproca (HOLANDA, 2002, p. 459):

$$\text{Integração} = \frac{1}{RRA} \quad (5)$$

A integração global é a principal medida para a sintaxe espacial. Conforme Hillier (1996), quanto menos profundo o espaço, mais *integrado* e acessível a todo o sistema ele está, e quanto mais profundo o espaço, mais *segregado* e menos acessível este está. Ela representa o quão fácil é de se chegar àquele ponto partindo-se de todos os outros pontos do sistema. Assim, a medida de 'Integração global' (Rn) (*closeness*) estará informando o grau de

acessibilidade que uma dada via (linha) tem com relação a cada uma das outras do sistema que está sendo estudado (que poderá ser uma região metropolitana, uma cidade, um bairro, uma edificação) (ZAMPIERI, 2012).

A integração pode ser calculada também para diferentes raios, que são dados em passos topológicos. O cálculo da integração, nestes casos, é computado apenas até o número de passos topológicos desejados e seu tamanho varia de acordo com o objetivo do estudo. Raios locais costumam capturar o movimento de pedestres, que fazem viagens mais curtas e analisam a malha urbana de forma mais local, enquanto que raios globais (ou maiores) costumam obter correlações com movimentos de larga escala, como movimentos veiculares, que fazem viagens mais longas e leem a malha de forma mais global (HILLIER, 2007, p. 101). A integração local (*local integration*) (6) é dada por (ZAMPIERI, 2006, p. 69):

$$LI = d_n^{mean} = \frac{\sum_{r=0}^n kd}{\sum_{r=0}^n k} \quad (6)$$

onde k é o número de nós total e d é a profundidade de raio local.

Finalmente, se apresenta a medida de centralidade por intermediação, (*betweenness centrality*). Matematicamente é similar à medida de sintaxe espacial de *choice*. Ela calcula a frequência de um nó em todos os caminhos possíveis para alcançar outros nós na rede, exibindo os caminhos mais curtos de todas as origens para todos os destinos. A medida de *Choice Global* é uma medida dinâmica de “fluxo” através do espaço (KLARQVIST, 1993, p. 12). As medidas mais altas indicam que muitos dos caminhos mais curtos do sistema passam por aquele segmento e que, portanto, deverá concentrar mais movimento no sistema. Ao contrário da integração, esta medida não é normalizada para o caso de análises axiais.

Assim como para a medida de integração, a mesma pode ser calculada para diferentes raios, que devem ser definidos de acordo com o objetivo do estudo. A medida de *choice global* de uma cidade, por exemplo, frequentemente identifica os limites naturais das áreas e vias mais utilizadas para tráfego rápido, mas, restringindo o raio, a medida pode revelar uma estrutura de escala muito mais fina, refletindo o fato de que viagens curtas tenderão a priorizar mais vias locais (VAUGHAN, 2007, p. 219). A medida *choice* (7) é calculada por (FREEMAN, 1977):

$$Choice = g(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (7)$$

onde  $\sigma_{st}$  é o número total de caminhos mais curtos entre os nós s e t e  $\sigma_{st}(v)$  o número de caminhos que passam pelo nó v.

Finalmente, a escolha das propriedades do espaço que serão avaliadas e a escolha dos raios irá depender da avaliação do pesquisador, que deve levar em consideração os objetivos de sua investigação e a área a ser pesquisada. O Quadro 2.4 sintetiza as características apresentadas ao longo do texto para as duas principais medidas de centralidade, integração e *choice*.

Quadro 2.4: Características das medidas axiais integração e *choice*

INTEGRAÇÃO	CHOICE
Associada ao potencial de “ <i>to movement</i> ”	Associada ao potencial de “ <i>through movement</i> ”
Centralidade <i>closeness</i>	Centralidade por intermediação ( <i>betweenness</i> )
Acessibilidade de cada trecho, centralidades locais e globais	Caminhos mais rápidos de um ponto ao outro do sistema

Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

A análise da configuração espacial de um sistema revela, ainda, outras características espaciais do mesmo. A medida de integração permite que se identifique o “núcleo integrador”, que são os espaços mais facilmente acessíveis ou melhor integrados sistema como um todo (RIGATTI, 2002, p. 41). Usualmente o núcleo integrador é considerado como o conjunto de 10% das linhas mais integradas do sistema (RIGATTI, 2002, p. 41).

As aplicações práticas da análise axial são bastante variadas e a metodologia já foi utilizada para a análise de diversos problemas urbanos, com correlações positivas com predição de fluxo de pedestres e veículos, criminalidades, e o processo de *way finding* (HILLIER; IIDA, 2005; HOLANDA, 2002; PENN et al., 1998; PEPONIS et al., 2007). A elaboração de mapas axiais é considerada um fator limitante, bem como a quebra da linearidade de vias tortuosas, representadas por vários eixos e, portanto, como se fossem várias mudanças de direção, o que nem sempre é percebido como tal na navegação urbana. Turner (2001) propõe uma nova forma de análise, a Análise Angular, elaborada a partir da decomposição segmentada da rede espacial a qual é apresentada na sequência.

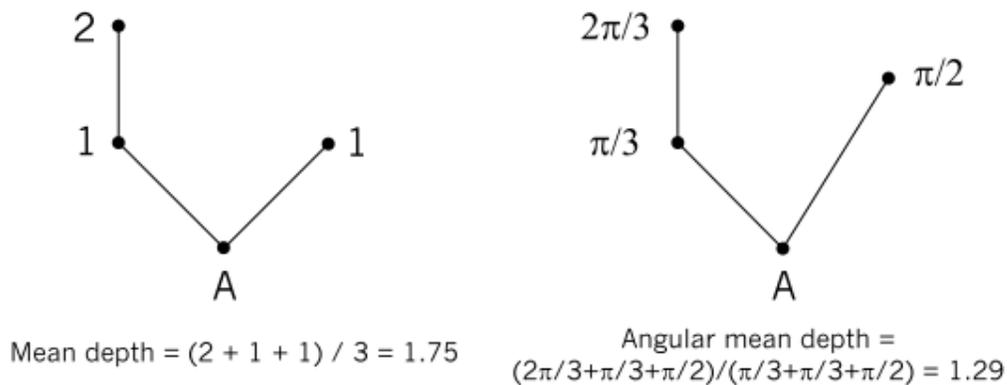
#### 2.2.4 Análise angular

A análise angular surge depois da análise axial e foi apresentada por Turner em 2001, com o intuito de apresentar um aprimoramento da medida da integração que levasse em

consideração uma característica geométrica do sistema. Assim, ele se baseou em pesquisas que sugerem que os ângulos das mudanças de direção importam na forma como as pessoas se orientam pela malha urbana e deveriam ser considerados com pesos diferentes a depender de seu valor. Um pequeno deslocamento de 15 graus, por exemplo, não é percebido como uma mudança de direção, enquanto que valores próximos de 90 graus são considerados como ângulos retos e percebidos como uma mudança de direção efetiva (TURNER, 2001, p. 2). Tendo esta constatação em mente, Turner buscou incorporar o conceito de ponderação pelo ângulo de mudança de direção aos mapas axiais, formulando a Análise Angular.

A diferença entre a análise angular e a análise axial é que na análise angular os grafos são ponderados pelo ângulo entre os segmentos para o cálculo das medidas sintáticas, ao invés de um grafo não ponderado (como na análise axial). Desta forma, o cálculo da profundidade é feito pela soma dos ângulos de cada mudança de direção, do segmento de início de análise até qualquer outro segmento do sistema (TURNER, 2001, grifo nosso). Esta soma angular resultante é considerada como sendo o “custo” de cada viagem através do grafo e, desta forma, é possível calcular o caminho mais curto (mais econômico) para ir de um ponto ao outro (TURNER, 2007, p. 3). Uma comparação entre a maneira de calcular a profundidade axial e angular é apresentada na Figura 2.8.

Figura 2.8: Cálculo da profundidade média axial e angular



Fonte: (TURNER, 2001, p. 4)

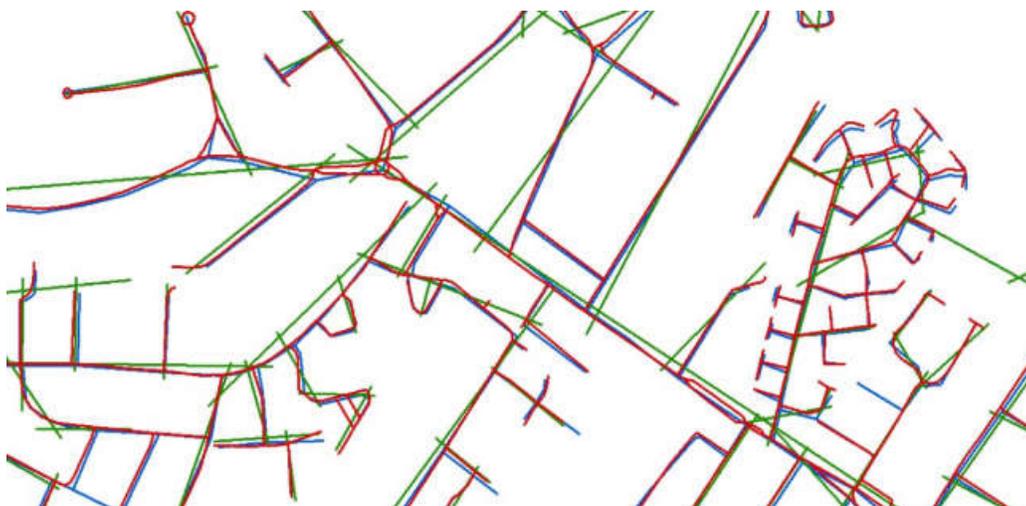
Inicialmente, quando foi desenvolvida, a análise angular partia de um mapa axial, no qual era efetuada a conversão das linhas axiais para segmentos. Já havia, no entanto,

discussões e estudos dentro da comunidade acadêmica acerca da utilização de ferramentas em SIG, cuja evolução alavancou a investigação da aplicação de bases disponibilizadas desta forma dentro da sintaxe espacial. Uma das motivações para isso foi o fato de que as linhas axiais não existem na realidade, elas fazem parte de um conceito que é utilizado para representar espaços em pequena escala. Isso quer dizer que, na prática, o que ocorria era que os mapas axiais não tinham uma correspondência direta com elementos reais, como a malha viária e a geração do mapa axial era um processo lento, o que limitava a escala de análise (DHANANI et al., 2012; JIANG; CLARAMUNT, 2002). Críticas ao mapa axial e seu processo de geração também apontam para o fato de que os mapas axiais para um mesmo lugar podem ser diferentes entre si, dado o processo de produção (RATTI, 2004).

Diante das questões apresentadas, alguns autores procuraram desenvolver algoritmos para a geração de mapas axiais como Turner, Penn e Hillier (2005) e Jiang e Claramunt (2002), sendo que os últimos buscaram, ainda, a integração junto a softwares de SIG. Turner (2007) argumentou que essas inovações melhoraram a representação das estruturas urbanas, mas não a análise da representação. Foi então proposta a utilização de *road centre lines (RCL)* que são dados de linhas vetoriais que representam o centro geográfico das vias de transporte (TURNER, 2005, 2007). A utilização de RCL apresenta algumas características interessantes, como a disponibilidade de malhas viárias em SIG (com destaque para a plataforma *Open Street Maps, OMS*, que disponibiliza bases viárias de forma gratuita) e a correspondência direta com sistemas reais, solucionando as questões referentes às dificuldades que existiam de geração de mapas para áreas maiores e de diferentes mapas para uma mesma localidade.

Porém, a utilização de RCL não é condizente com a análise axial, apenas com a análise angular, dada a sensibilidade da análise axial ao número de segmentos do mapa, que é significativamente maior em mapas de segmentos gerados por *road centre line* (TURNER, 2007, p. 3). A explicação para isso reside na forma de representação dos mapas, que são compostos por vários pequenos segmentos, que seriam computados como diversos passos topológicos, dando um valor de profundidade irreal (a diferença entre as representações está ilustrada na Figura 2.9). A análise angular não tem efeitos negativos relacionados a este fato, já que o custo a ser computado para um trecho que foi quebrado em vários pequenos segmentos é a mudança angular, cuja soma resultante será igual à soma caso fosse computado um único trecho (TURNER, 2007, p. 3).

Figura 2.9: Sobreposição de diferentes formas de representação dos sistemas: em vermelho, ITN (Ordnance Survey Integrated Transport Network), em azul, OSM (*open street maps*) e em verde, mapa axial.



Fonte: DHANANI et al., 2012, p. 10

As bases de *Open Street Maps*, OSM, têm sido utilizadas para geração de mapas de RCL, sendo consideradas consistentes para análise angular de mapas de segmentos (DHANANI et al., 2012). É de particular interesse a sua aplicação em análises configuracionais de grandes áreas de estudos, em escalas transnacionais, nacionais, regionais e metropolitanas, como nos estudos de Braga et al. (2017) e Serra e Hillier (2017) que se tornaram viáveis graças a bases de dados vetoriais da malha viária. A utilização de mapas de segmentos gerados por *road center lines* apresenta boa correlação com o movimento de veículos, avaliada a partir de análises estatísticas (SERRA; HILLIER, 2017; TURNER, 2007, p. 2). Isto quer dizer que a análise angular pode ser utilizada como um bom indicador de probabilidade de fluxo de veículos em um dado segmento da malha viária. A hierarquia das vias (principais e secundárias) que é evidenciada pela medida de *choice* (centralidade betweenness) na análise angular é precisa em detectar o real uso das malhas viárias (HILLIER; IIDA, 2005; SERRA; HILLIER, 2017, p. 11), apontando claramente onde há mais fluxo entre os possíveis caminhos de origem-destino no sistema.

As possibilidades de integração da sintaxe espacial com as bases em OSM e com SIG (GIL, 2015a) representam uma evolução na aplicabilidade da sintaxe espacial como ferramenta de revelação de propriedades espaciais que elucidam ou contribuem para a elucidação de processos sociais nas cidades. Expostas as duas formas diferentes para

análise de mapas lineares dentro da sintaxe espacial, o Quadro 2.5 apresenta as principais diferenças entre as duas formas de análise, para fins de comparação.

Quadro 2.5: Diferenças entre as análises axial e angular

Característica	Análise axial	Análise angular
<b>Mapa de processamento</b>	Axial	Segmentado (a partir do mapa axial ou por road centre line)
<b>Distância</b>	Passos topológicos	Soma Angular
<b>Tipo de raios para análises locais</b>	Passos topológicos	Principalmente raio métrico Topológico Angular
<b>Normalização</b>	Integração: RRA	Integração: NAIN
	<i>Choice</i> não é normalizada	<i>Choice</i> : NACH

Fonte: organizado por BALESTRO, F. (2018)

Uma última nota com relação à análise angular se refere à normalização das medidas sintáticas, um processo que permite a comparação entre diferentes sistemas, independentemente do tamanho. A análise axial apresenta o processo de normalização para a medida de integração pela divisão por um valor tabelado, já a medida de *choice* não é normalizada. Para a análise angular Hillier, Yang e Turner (2012) propuseram uma metodologia de normalização para as medidas sintáticas de *choice* (*normalized angular choice*, NACH) e de integração (*normalised angular integration*, NAIN). As medidas normalizadas de NACH e NAIN permitiriam a comparação entre sistemas diferentes e entre segmentos diferentes. Porém, existem problemas associados a medida NACH (HILLIER; YANG; TURNER, 2012, p. 190):

[...]Existem dois problemas com a aplicação de NACH para as cidades [...]. O primeiro está relacionado à utilização de raios pequenos, proximidade com as bordas do sistema ou em locais que não estão completamente urbanizados. O desenvolvimento parcial destas áreas leva à criação de pequenos aglomerados com baixa profundidade angular.

Os pesquisadores observaram que nestes casos, os segmentos apresentaram valores normalizados condizentes com áreas de muito movimento e comércio, o que não condizia com a realidade, em virtude da não urbanização da região. Como o Estudo de Caso é feito

com o enfoque de análise de uma área não urbanizada, optou-se por não se utilizar as medidas normalizadas em virtude da possibilidade de as mesmas apresentarem valores não condizentes com a realidade.

#### 2.2.4.1 Medidas e representação escolhidas para o Estudo de Caso

O que interessa ao presente trabalho é avaliar um processo que está em andamento: a mudança no tipo de ocupação e a formação de aglomerados de casas da zona rural de Estância Velha. Com a análise da configuração espacial, por meio da sintaxe espacial, espera-se ser possível tecer considerações sobre o desdobramento deste processo, se há indicativos e explicações, do ponto de vista configuracional, para as observações empíricas. Avaliar-se-á os potenciais de movimento proporcionados pela configuração espacial em conjunto com as mudanças de ocupação e uso do solo que estão ocorrendo neste local e com o histórico de ocupação e crescimento urbano do município.

A sintaxe espacial, historicamente vem trabalhando com malhas densas, analisando núcleos urbanos ou regiões urbanizadas. Também é mais comum dentro da sintaxe espacial o emprego e a avaliação da configuração espacial por meio da medida de integração, sendo que a medida de *choice* é menos estudada (HILLIER; YANG; TURNER, 2012). Neste caso, ao invés de trabalhar com uma malha densa, que é a aplicação mais comum dentro da sintaxe espacial, o estudo será aplicado a uma malha esparsa, em períodos históricos diferentes. A medida de *choice*, portanto, será a principal medida avaliada, pois sua forma de cálculo e o que ela representa independem da densidade viária de seu entorno. A avaliação de estradas rurais enquanto caminhos mais curtos e rotas preferenciais do sistema, em conjunto com os demais fatores que serão estudados, permitirá que se sejam considerações sobre o processo em andamento e seu prognóstico. O conjunto de vias estruturadoras do sistema (*supergrid*), definido neste trabalho como o conjunto de vias que concentra o maior percentual de valores altos (FIGUEIREDO; AMORIM, 2007, p. 6), aqui considerado o percentil de 10% das linhas com os maiores valores, será identificado também. O presente trabalho também avaliará a medida de integração, para verificar a formação de centralidades nos sistemas avaliados e verificar sua relação com a expansão urbana do município entre os períodos avaliados.

### 2.2.5 Considerações sobre a definição do tamanho do sistema: efeito de borda e movimento pela malha

A definição do tamanho da área de estudo dentro da sintaxe espacial deve levar em consideração o fenômeno sintático definido como 'efeito de borda' (em inglês, *edge effect*) e a origem do movimento gerado pela malha. Ambos são brevemente abordados na sequência, a iniciar pelo efeito de borda. Dada à natureza matemática da análise que é realizada na sintaxe espacial, este é um fenômeno intrínseco ao método que pode ser descrito como "o fato de a borda dos modelos axiais parecer desproporcionalmente segregada devido ao fato das ruas periféricas do mapa não estarem conectadas dali em diante" (SPACE SYNTAX, 2018).

O problema do "efeito de borda" é, na verdade, relevante para todos os campos que lidam com redes espaciais, portanto, é natural que seja relevante e que deva ser considerado no campo da sintaxe espacial (GIL, 2015b; HILLIER et al., 1993; PENN et al., 1998; SADLER; GILLILAND; ARKU, 2011; VAUGHAN, 2007). Não há uma única abordagem para a minimização do efeito de borda, na verdade, diversas abordagens foram sugeridas e propostas para lidar com esta questão, como a extensão da área de estudo para englobar a 'área da área de contribuição de movimento (*catchment area of the catchment area*)' (HILLIER et al., 1993), o uso de raio móveis de análise que funcionam como bordas móveis para o cálculo de medidas locais (PENN et al., 1998) e também o uso de um 'raio raio (*radius radius*)' específico (HILLIER, 2007; VAUGHAN, 2007).

Jorge Gil (2015b) avaliou quantitativamente as abordagens para contornar o efeito de borda. As conclusões do estudo levaram o autor a afirmar que o efeito de borda é relacional, ou seja, afeta o sistema inteiro, sendo que alguns nós perderão força e outros ganharão (ibid, 2015b, p. 20). Ainda, que não exista uma abordagem única para se contornar o efeito de borda, a não ser pela avaliação de cada caso e do que se pretende depreender do estudo (ibid).

Desta forma, percebe-se que cabe ao pesquisador a avaliação e posterior definição do tamanho do recorte espacial que é adequado para seu estudo, mas que ele deverá ser grande o bastante para eliminar efeitos de borda. Park (2009 apud GIL, 2015b, p. 4) afirma que, dada a relevância do efeito de borda para as análises espaciais, é importante que o pesquisador deixe claro suas considerações para a definição do tamanho da borda de seu estudo.

Existe, além do efeito de borda, outro fator determinante do movimento que deve ser considerado ao definir o tamanho da área de estudo e que diz respeito aos fluxos de

movimento pela malha. A sintaxe espacial, inicialmente, foi utilizada com uma aplicação mais local, com uma tendência de considerar o tecido urbano como um objeto limitado por uma fronteira clara que é a malha urbana densa do centro das cidades (READ, 2005, p. 341). Mas, é necessário considerar que a área de estudos deste trabalho se encontra inserida dentro de um contexto maior, o qual gerará fluxos de movimento pela malha. As periferias são responsáveis, por exemplo, por fluxos na parte central da malha, como pondera Read (p. 342):

De fato, hoje está ficando cada vez mais claro que o espaço do centro é penetrado por mobilidades e por suas infraestruturas que transmitem velocidades urbanas, funções e personagens que pertencem a um âmbito muito mais amplo do urbano - e que a periferia, o lócus de grande parte desse urbano mais amplo, de que estamos nos tornando mais conscientes, está se tornando cada vez mais parte integrante de uma existência social e econômica urbana que transborda os limites da cidade mais tradicional.

Bill Hillier (1993, p. 36) já apontava que o movimento é gerado de forma global e não local, por isso propunha que, para avaliações locais, o tamanho do sistema a ser analisado e que engloba a área de estudo local deveria ser ampliado (também para dissipar o efeito de borda, conforme citado anteriormente). Ainda não existem muitos estudos sobre a forma como essa nova mobilidade urbana (que permite maiores deslocamentos diários) está afetando a forma como as pessoas estão habitando as cidades, ou como as centralidades estão sendo afetadas por isso.

Para Read (ibid), nas cidades contemporâneas as pessoas estão se movendo e habitando de forma diferente e as análises devem refletir essa mudança (de tamanho de deslocamento realizado pelas malhas). O presente estudo está inserido precisamente dentro deste escopo, uma vez que a forma de ocupação que se vê hoje em zonas rurais, de habitação, que é feita por pessoas que não se ocupam da terra (não ganham seu sustento desta forma) é tornada possível, em parte, por essa nova mobilidade. Assim, trata-se de uma influência que é exercida na ocupação do solo pelo potencial de movimento de malhas viárias dispersas, localizadas em zonas rurais, ao contrário da mais tradicional avaliação de malhas viárias compactas localizadas em zonas urbanas.

A influência nos potenciais de movimento da malha central que é exercido pelo restante da malha na qual a área de estudo se encontra inserida, que pode ser tanto a região periférica da cidade quanto as cidades vizinhas ou a região como um todo, já é reconhecida. Estudos sintáticos que englobam cidades inteiras ou regiões inteiras já se encontram publicados, com resultados consistentes, embora para avaliação de objetivos diferentes do que se propõe o presente trabalho. Para ilustrar alguns estudos deste tipo, o leitor pode referir-se a Braga et al. (2017), Ugalde e Rigatti (2007) e Serra e Hillier (2017).

Assim, a questão da definição do tamanho do mapa para ser estudado deve levar em consideração o efeito de borda e como o movimento é gerado através da malha. O conhecimento prévio da área para o presente estudo auxiliou na definição do recorte a ser feito, pois permitiu que existisse uma ideia inicial de vias estruturadoras de fluxo, que deverão ser incorporadas à área de estudo. O detalhamento das considerações que levaram à definição do tamanho do mapa para o presente estudo está detalhado no capítulo de metodologia.

#### 2.2.6 Ferramentas para análise dos mapas

A análise dos mapas gerados é feita por meio de ferramentas e softwares e existem vários à disposição do pesquisador, cada um com suas particularidades. Dentre as ferramentas que foram desenvolvidas nos últimos anos, pode-se citar vários softwares (por exemplo Axman e WebMap de Nick Dalton, Depthmapx (Turner, 2007), Mindwalk de Lucas Figueiredo), extensões para CAD (por exemplo Spatialist de Georgia Tech, sDNA (Chiaradia et al., 2012), UNA Toolbox (Sevtsuk e Mekonnen, 2012) ou para Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (por exemplo. Axwoman de Bin Jiang, UNA Toolbox, sDNA, Confeego e iVALUL de Space Syntax Ltd).

Neste trabalho será utilizado o software Depthmapx, que possui boa integração com SIG e trabalha com as variáveis desejadas para esta pesquisa. Trata-se de um software livre, que foi originalmente desenvolvido por Alasdair Turner, na University College London (UCL) e aperfeiçoado nesta versão por Varoudis (2013). Ele realiza análise de sistemas espaciais e retorna as medidas sintáticas, gerando como produto, além de tabelas com os valores de cada medida para cada segmento, iconografia onde pode-se facilmente avaliar as medidas de acordo com a escala de cores (das mais quentes, valores mais altos das medias às mais frias, valores mais baixos das medidas).

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa analisa um processo em andamento, a mudança da ocupação da zona rural de Estância Velha para fins urbanos. Para tanto, diferentes metodologias são aplicadas a este objeto empírico de estudo. O objetivo principal, definido nos capítulos iniciais deste trabalho, é avaliar as características morfológicas da zona rural, por meio da configuração espacial para dois momentos distintos. As demais metodologias são avaliações complementares que visam ampliar a apreensão e as perspectivas de análise deste fenômeno complexo.

Inicialmente, são descritos os procedimentos de obtenção de dados para o levantamento do histórico da evolução urbana de Estância Velha. Não é objetivo desta pesquisa esgotar o tema da evolução urbana para esta cidade ou deter-se de forma detalhada na descrição de sua história e sua formação, ou em seus contextos social, econômico, cultural ou político em diferentes momentos. Entretanto, é necessário olhar para o passado e alguns acontecimentos históricos devem ser resgatados para que seja possível a sua articulação com o contexto da organização espacial da cidade, como, por exemplo, desmembramentos de seu território original e mudanças em seu zoneamento interno, que podem contribuir para mudanças na configuração espacial ou explicar direcionamentos de expansão urbana.

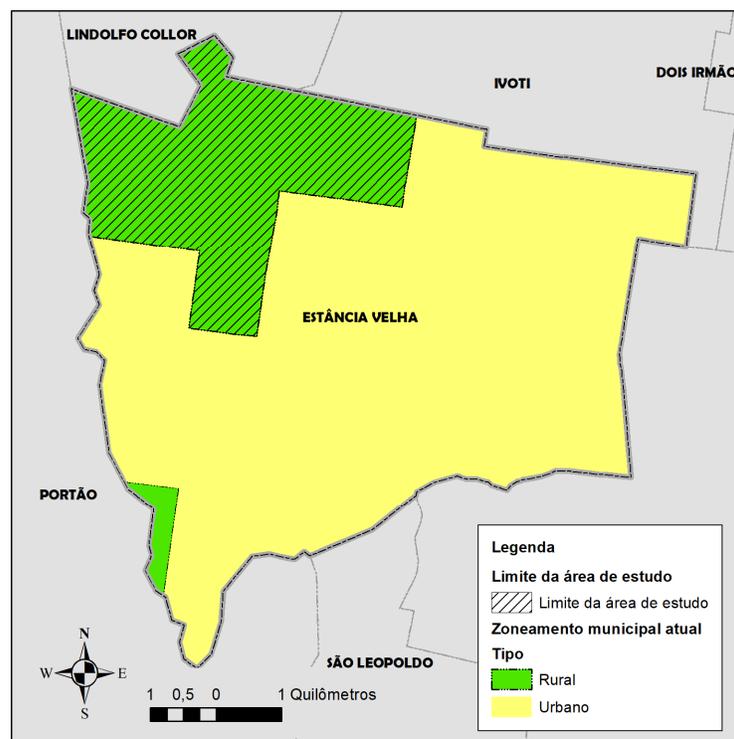
Após, são apresentados os métodos de geoprocessamento e análise de imagens de satélite (uso do solo), os quais auxiliam na análise quantitativa do tamanho da área urbanizada no município, na identificação de tendências de expansão urbana e na apreensão do momento presente. Na sequência, são apresentados os procedimentos da geração dos mapas de segmentos e da análise configuracional, a qual objetiva compreender as tendências da expansão urbana que se verifica e tem o intuito de inquirir sobre seu futuro. Finalmente, é descrita a forma de realização da análise qualitativa, importante por ilustrar o problema sendo investigado, a ocupação com fins urbanos em área rural, com fotos *in loco* de situações verificadas. A análise qualitativa complementa as análises de evolução urbana, classificação de imagens de sensoriamento remoto e configuracional.

#### 3.1 Delimitação espacial e temporal do objeto empírico de estudo

O presente trabalho utilizou a metodologia qualitativa de Estudo de Caso para o estudo dos objetivos propostos aplicada à cidade de Estância Velha, no Rio Grande do Sul. Os critérios para a seleção deste município como estudo de caso foram elencados no item 2.0.

Dois recortes foram feitos para o estudo: temporal e espacial. Espacialmente, o estudo se concentrou na zona rural de Estância Velha, cuja localização conforme o zoneamento do Plano Diretor em vigor é apresentada na Figura 3.1. Ressalta-se que, para o presente trabalho, adotou-se a definição de zona rural conforme a divisão legalmente estabelecida em leis urbanísticas municipais. A zona rural do município é dividida em duas partes, uma com 1.141 hectares e outra com 60 hectares. O foco do estudo foi a maior das duas partes, sendo a outra, desconsiderada por se tratar de um fragmento de tamanho reduzido.

Figura 3.1: Delimitação da área de estudo



Elaboração: BALESTRO, F. (2019)

O recorte temporal é o período de 1955-2018 (período atual). O ano de 1955 foi escolhido como marco inicial porque é o ano de seu primeiro Plano Diretor, o qual foi elaborado para solicitar a sua emancipação em 1959. Além disso, foi o primeiro ano para o qual foram obtidos dados detalhados sobre seu núcleo urbano (detalhamento de malha viária urbana).

A presente pesquisa, ao definir o recorte temporal e o levantamento histórico, levou em consideração que o fenômeno estudado é da complexidade. Uma das características de sistemas complexos é que eles evoluem com o tempo e que o seu estado inicial, seu histórico,

influencia seu estado atual, assim, qualquer análise do mesmo que desconsidere o seu passado estaria incompleta (CILLIERS, 2002, p. 4). Faz-se, no entanto, a ressalva de que a presente pesquisa não deseja discutir a complexidade, apenas apresentar mais indícios que corroboram para a afirmação de Johnson (2003) que as cidades são complexas por natureza. Ainda sobre a importância de analisar o passado das cidades para entender sua evolução, também Panerai (2014, p. 55) pondera que:

ao revelar os pontos fixos de transformações anteriores, o estudo do crescimento permite determinar aquelas lógicas inscritas profundamente no território que esclarecem as razões de ser do assentamento atual. Começar a análise de uma cidade pelo estudo de seu crescimento é um dos meios de apreendê-la em sua globalidade.

Ao lançarmos um olhar sobre o passado até o momento presente, espera-se que os processos de ocupação territorial que aconteceram possam fornecer explicações adicionais sobre os processos que vem acontecendo e tecer considerações sobre o que possivelmente ocorrerá no futuro próximo. É necessário, em sua avaliação, levar em consideração como o sistema se formou e como ele era antes de seu estado atual e, por este motivo, esse foi o primeiro passo dessa pesquisa.

### **3.2 Análise da evolução urbana de Estância Velha**

A metodologia para obtenção e seleção dos dados cartográficos para a descrição do processo de formação do município de Estância Velha antes de sua emancipação, enquanto ainda era parte da Colônia de São Leopoldo é descrita na sequência. Posteriormente, a evolução urbana do município, a partir de sua emancipação e para o recorte temporal, é apresentada de forma detalhada. O crescimento urbano do território de Estância Velha ao longo do tempo é ilustrado por meio da elaboração de mapas que mostram como o município chegou às suas divisas externas atuais (mapa de desmembramentos de seu território) e como o macrozoneamento urbano-rural variou desde o ano de elaboração de seu primeiro Plano Diretor, em 1955, até a situação atual (2018).

A obtenção dos dados para a elaboração dos mapas foi feita por meio de pesquisa documental, detalhada na sequência. Estas informações foram utilizadas em dois momentos distintos: para o mapeamento da evolução urbana de Estância Velha e para a geração de um dos mapas para análise configuracional.

### 3.2.1 Pesquisa documental: levantamento de dados cartográficos históricos

Informações históricas foram levantadas mediante consultas e pesquisa documental na internet e junto das prefeituras dos municípios de Estância Velha e de Ivoti, do Museu Histórico Visconde de São Leopoldo e da METROPLAN. As consultas envolveram conversas com os funcionários para verificar a existência ou não de documentação antiga, quais documentos foram elaborados no período e que poderiam ser obtidos, bem como a forma de obtenção destes arquivos. Grande parte do acervo documental necessário para o presente trabalho foi digitalizado pelo poder público municipal e pôde ser obtido junto das prefeituras municipais. Quando os documentos e mapas desejados foram localizados em meio físico apenas, eles foram digitalizados pela pesquisadora.

Nesta etapa não foram levantados dados cartográficos detalhados sobre o território interno do município de Estância Velha, tais como malha viária e zoneamento, cujo processo de aquisição e seleção está descrito no próximo subitem. Foram buscados mapas históricos da região do Vale dos Sinos, que retratassem a região em diferentes períodos, para que fosse possível resgatar o processo de formação do território, com divisas municipais antigas.

Os seguintes mapas foram obtidos:

- Mapa da Real Feitoria de Linho Cânhamo do Tenente José Antônio machado de Moraes, inspetor da Real Feitoria, 1787 ou 1788;
- Planta da Feitoria do Cânhamo, sem informação de autoria, de 1824;
- Mapa da Kolonie São Leopoldo, sem informação de autoria e data;
- Carta da Colônia de São Leopoldo, sem informação de autoria e data;
- Mapa da Colônia de São Leopoldo, sem informação de autoria e data;
- Carta Topographica do Município de São Leopoldo, de Ernesto Müzell, de 1870;
- Carta Geographica do Estado Federal do Rio Grande do Sul organizada pelo major de artilharia João Cândido Jacques, de 1891;
- Mapas com a Divisão Municipal do Rio Grande do Sul – 1809 a 2013, do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul;
- Mapa do Município de Estância Velha, sem informação de autoria, de 1960.

Dentre os mapas levantados foram escolhidos para ilustrar a descrição do processo histórico de formação do município o Mapa da Real Feitoria de Linho Cânhamo, o Mapa da Colônia de São Leopoldo, parte da Carta Topographica do Município de São Leopoldo, o Mapa com a Divisão Municipal Estadual para 1872 e o Mapa do Município de Estância Velha.

Sua seleção se deveu ao fato de retratarem momentos diferentes da conformação do mesmo território e serem mapas em boa resolução e que possibilitavam o uso de georreferenciamento histórico.

### 3.2.2 Pesquisa documental: levantamento de legislação urbanística municipal

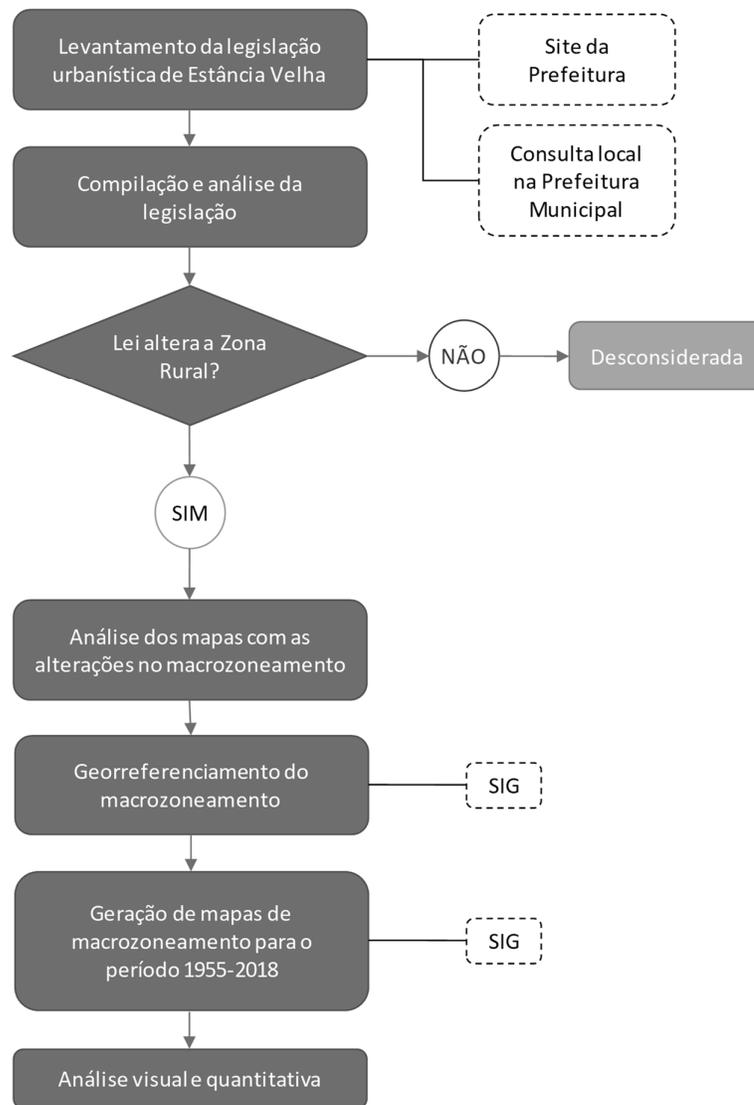
Para a elaboração dos capítulos de evolução urbana e de zoneamento foi feita uma busca da legislação urbana, que é o conjunto de leis e normas referentes ao ordenamento do território municipal (ROLNIK, 1999, p. 1) : leis de Planos Diretores e suas alterações, lei de perímetro urbano e lei de limites municipais. O levantamento foi feito em consultas ao site da Prefeitura Municipal<sup>19</sup>, que dispõe da maior parte da legislação digitalizada, e em consulta presencial, para obtenção de documentos que não estão digitalizados. A legislação levantada nesta busca foi incluída no Quadro 3.1.

A legislação foi analisada com o objetivo de identificar as leis com alterações territoriais que modificaram o tamanho da zona rural, conforme fluxograma da Figura 3.2. Primeiramente, cada uma das leis foi consultada e uma síntese dos pontos-chave da lei foi colocada em uma coluna no quadro citado. Dessa forma, foi possível descartar as leis que citam alterações de traçado viário, gabarito ou código de obras, que não interessam ao presente trabalho. As leis remanescentes foram analisadas em conjunto com seus mapas de ordenamento territorial (quando existentes). Nesta etapa da análise as leis que modificam a zona rural foram assinaladas no quadro e utilizadas na elaboração dos mapas de evolução urbana.

---

<sup>19</sup> Endereço eletrônico com a legislação municipal de Estância Velha: <http://estanciavelha.cespro.com.br/pesquisaLegislacao.php?cdMunicipio=7495&cdTipoDiploma=135>.

Figura 3.2: Fluxograma de pesquisa de legislação urbanística para Estância velha



Fonte: BALESTRO, F. (2019)

Quadro 3.1: Análise da legislação urbanística de Estância Velha e suas alterações na zona rural para o período de 1955-2018

Ano	Lei	Ponto principal da lei	Altera a Zona Rural
1955	<b>Plano Diretor de Estância Velha</b>	<b>Elaborado para a solicitação de emancipação de São Leopoldo</b>	*
1960	Lei municipal nº12 de 12 de maio de 1960	Fixa os limites urbanos da cidade de Estância Velha (território municipal)	
1960	Lei municipal nº28 de 27 de outubro de 1960	Aprova o Plano Diretor de Ivoti	
1960	Lei municipal nº59 de 27 de janeiro de 1960	Autoriza a desapropriação de cinco áreas de terra para execução do Plano Diretor da Cidade	
1963	Lei municipal nº178 de 17 de outubro de 1963	Revoga o Plano Diretor de Ivoti	
1964	Lei municipal nº162 de 25 de abril de 1963	Altera o Plano Diretor da Cidade com o prolongamento da rua Portão	
1969	Lei municipal nº346 de 12 de junho de 1969	Altera o traçado da rua Olavo Bilac, constante no Plano Diretor da Cidade	
1970	Lei municipal nº70 de 22 de junho de 1961	Altera o traçado das ruas do Plano Diretor da Sede	
1978	Lei municipal nº645 de 03 de julho de 1978	Altera a Lei Municipal nº 12, fixando novos limites urbanos (território municipal)	
1980	Lei municipal nº693/80 de 23 de outubro de 1980	Autoriza o Executivo a alterar traçado de ruas do Plano Diretor do Município	
1982	<b>Lei municipal nº733/82 de 12 de novembro de 1982</b>	<b>Delimita o perímetro urbano do município</b>	*
1983	Lei municipal nº742/83 de 27 de janeiro de 1983	Aprova o novo Plano Diretor do município de Estância Velha	
1983	Lei municipal nº743/83 de 27 de janeiro de 1983	Dispõe sobre o parcelamento de solo urbano e dá outras providências	
1983	Lei municipal nº896/83 de 30 de junho de 1983	Modifica a Lei nº742 que institui o Plano Diretor de Estância Velha, que passa a vigorar com a seguinte redação e revoga a Lei nº762 de 19 de maio de 1983 e dá outras providências	
1985	Lei municipal nº870/85 de 19 de dezembro de 1985	Institui o Código de Obras de Estância Velha	
1987	Lei municipal nº 896, de 30 de junho de 1987	Altera o texto do Plano Diretor, mas não o zoneamento	
1987	<b>Lei municipal nº 900/87, de 14 de agosto de 1987</b>	<b>Altera o perímetro urbano de Estância Velha (revoga a de 1982)</b>	*
1987	Lei municipal nº 913, de 04 de novembro de 1987	Altera o traçado viário	
1989	Lei municipal nº1017/89 de 28 de setembro de 1989	Altera o plano Diretor do Município de Estância Velha, Lei municipal nº896 de 30 de junho de 1987	

Ano	Lei	Ponto principal da lei	Altera a Zona Rural
1989	Lei municipal nº1021/89 de 18 de outubro de 1989	Altera o parágrafo único do artigo 3º, da lei municipal nº 744, de 27 de janeiro de 1983, que "cria e disciplina o Conselho Municipal do Plano Diretor"	
1990	Lei municipal nº1063/90 de 18 de julho de 1990	Dá disposições sobre localização de indústrias dentro do município	
1994	<b>Lei complementar nº 001, de 26 de setembro de 1994</b>	<b>Dispõe sobre o plano diretor do município de Estância Velha e dá outras providências</b>	*
1994	Lei municipal nº014/94, de 25 de março de 1994	Altera o zoneamento urbano da Lei nº 896 do Plano Diretor de ZR III para ZR IV	
1994	Lei municipal nº030/94, de 25 de maio de 1994	Dá prazo de 4 meses para regularização de imóveis em desacordo com o código de obras	
1997	Lei municipal nº195/97, de 03 de janeiro de 1997	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2000	Lei complementar nº015/2000, de 24 de agosto de 2000	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2000	Lei complementar nº016/2000, de 24 de agosto de 2000	Trata do alargamento de vias	
2000	Lei complementar nº 017/2000, de 08 de novembro de 2000	Incluiu a zona de mineração como imprópria à ocupação urbana	
2001	Lei complementar nº 020/2001, de 28 de dezembro de 2001	Altera o zoneamento urbano da cidade	
2003	Lei municipal nº 870, de 18 de dezembro de 2003	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2003	Lei municipal nº 813, de 17 de julho de 2003	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2004	<b>Lei complementar nº40, de 06 de outubro de 2004</b>	<b>Altera o perímetro urbano de Estância Velha</b>	*
2006	Lei municipal nº 1.158/06, de 02 de outubro de 2006	Altera, atualiza e consolida a legislação que dispõe sobre o Plano Diretor do município de Estância Velha e dá outras providências	
2006	Lei municipal nº 1.197, de 20 de dezembro de 2006	Introduz novo mapa de gabaritos	
2006	Lei municipal nº 1.194, de 18 de dezembro de 2006	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2007	Lei municipal nº 1.237, de 09 de julho de 2007	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2008	Lei nº 1357/08, de 10 de outubro de 2008	Altera o zoneamento industrial, mas não a zona rural	
2009	Lei municipal nº 1.440, de 04 de junho de 2009	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	

Ano	Lei	Ponto principal da lei	Altera a Zona Rural
2010	Lei municipal nº 1.536, de 05 de abril de 2010	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2010	Lei municipal nº 1.570, de 29 de julho de 2010	Cria novas categorias de zoneamento	
2010	Lei municipal nº 1.645, de 22 de dezembro de 2010	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2011	Lei municipal nº 1.664, de 04 de março de 2011	Regulamenta o programa "Minha casa, minha vida" no município	
2011	Lei municipal nº 1.746, de 15 de dezembro de 2011	Altera a descrição de alguns zoneamentos	
2012	<b>Lei nº 1821, de 15 de outubro de 2012</b>	<b>Altera, atualiza e consolida a legislação que dispõe sobre o Plano Diretor do município de Estância Velha e dá outras providências</b>	*
2013	Lei municipal nº 1.899, de 22 de maio de 2013	Altera o Quadro de Usos e Regime Urbanístico	
2013	Lei municipal nº 1.900, de 03 de junho de 2013	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2013	Lei municipal nº 1.938, de 26 de setembro de 2013	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2014	Lei municipal nº 1.989, de 05 de junho de 2014	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2014	Lei municipal nº 1.998, de 01 de agosto de 2014	Trata da regularização de edificações em desacordo com o Código de Obras e o Plano Diretor	
2014	Lei municipal nº 2008/14, de 18 de setembro de 2014	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2015	Lei municipal nº 2118/15, de 16 de outubro de 2015	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2016	Lei municipal nº 2.171/16, de 29 de julho de 2016	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2017	Lei municipal nº 2.233, de 22 de junho de 2017	Suprime via pública	
2017	Lei municipal nº 2.252 de 13 de julho de 2017	Altera o zoneamento, mas não a zona rural	
2017	Lei municipal nº 2.295, de 12 de dezembro de 2017	Suprime via pública	

Fonte: BALESTRO, F. (2019)

O levantamento e a análise da legislação urbanística constantes no Quadro 3.1 destaca seis momentos dentro do recorte temporal em que a zona rural teve seus limites alterados: 1955, 1982, 1987, 1994, 2004 e 2012. As leis assinaladas são sumarizadas no Quadro 3.2 e, por conterem as alterações no macrozoneamento municipal, foram utilizadas para a composição dos mapas, conforme descrito no item 3.2.3.

Quadro 3.2: Leis utilizadas para a análise da evolução urbana de Estância Velha

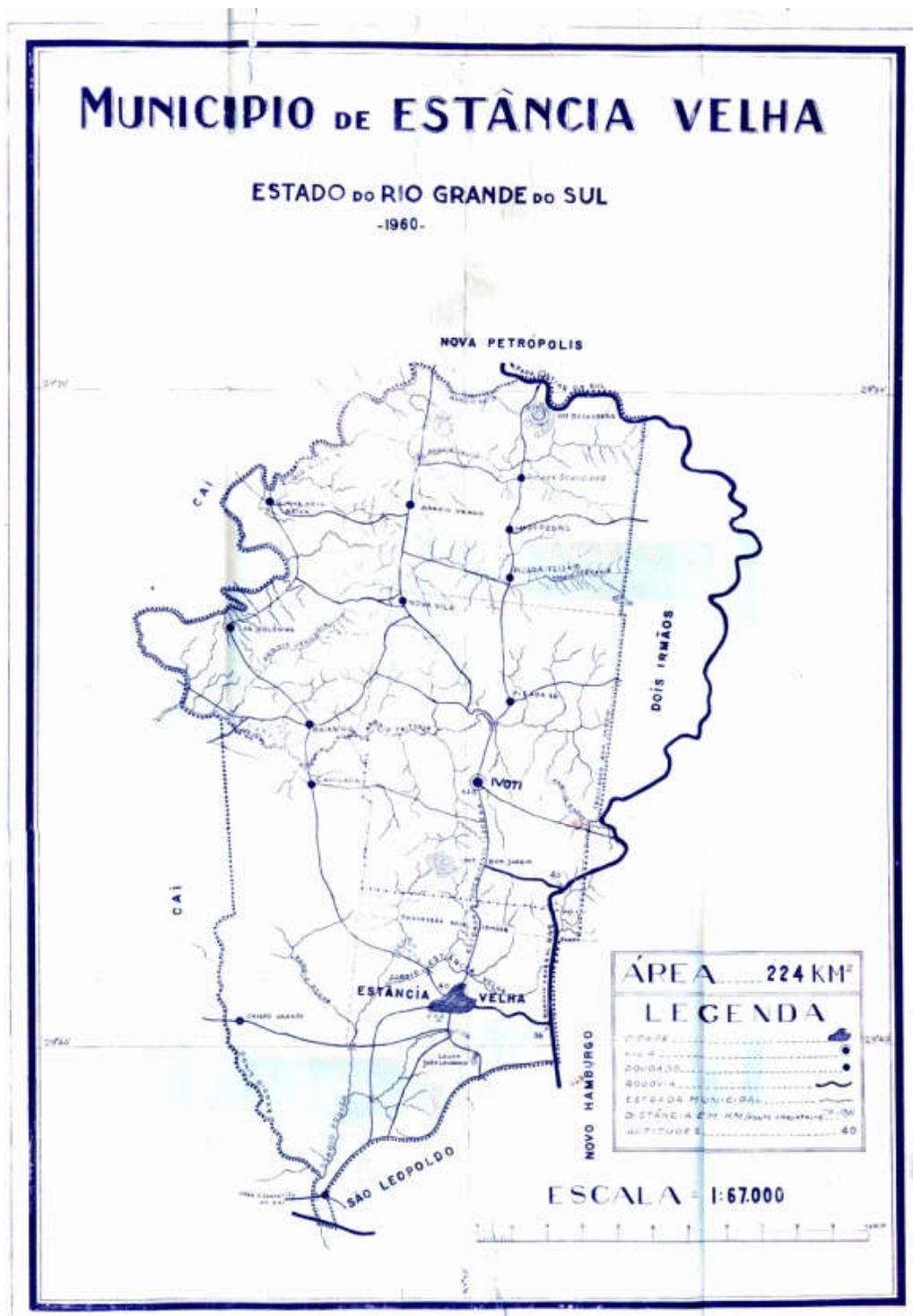
Ano	Lei
1955	Primeiro Plano Diretor de Estância Velha
1982	Lei municipal nº733/82 de 12 de novembro de 1982
1987	Lei municipal nº 900/87, de 14 de agosto de 1987
1994	Lei complementar nº 001, de 26 de setembro de 1994
2004	Lei complementar nº 40, de 06 de outubro de 2004
2012	Lei nº 1821, de 15 de outubro de 2012

### 3.2.3 Composição de mapas de evolução urbana de Estância Velha

Os mapas que mostram como as divisas externas do município de Estância Velha se modificaram dentro do recorte temporal foram elaborados com base no Mapa do Município de Estância Velha de 1960, que mostra os limites territoriais municipais quando de sua emancipação. A partir deste mapa foi feita a reconstrução em SIG do território municipal no ano de 1960, tendo como base o *shapefile* do IBGE de limites municipais do Rio Grande do Sul, a história dos municípios que originalmente compuseram o território de Estância Velha, o ano em que se emanciparam e de que município foram desmembrados. As informações sobre os desmembramentos territoriais foram obtidas do site da Prefeitura Municipal de Estância Velha (PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTÂNCIA VELHA, 2018), da Prefeitura Municipal de Ivoti (PREFEITURA MUNICIPAL DE IVOTI, [s.d.]) e do histórico dos limites municipais de São Leopoldo e desmembramentos territoriais ao longo do tempo, disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2016).

Assim, o *shapefile* de limites municipais do Rio Grande do Sul foi inicialmente filtrado para corresponder aos municípios que foram desmembrados do território original de Estância Velha. Ao contrário dos municípios de Ivoti, Presidente Lucena e Lindolfo Collor, que tiveram a totalidade de seus territórios originários de Estância Velha, o município de Picada Café teve apenas uma parte, limitada pela BR-116. Para fazer esse recorte, o arquivo vetorial da BR-116 foi utilizado como parâmetro de corte do território deste município. Feito isso, o território original de Estância Velha estava reconstituído. Assim, foi possível elaborar mapas para diferentes anos, que ilustram como este território, originalmente pertencente a apenas um município, foi desmembrado até ter sua configuração atual. O mapa base utilizado neste processo é apresentado na Figura 3.3.

Figura 3.3: Mapa base para a elaboração dos mapas de evolução de divisas territoriais



Fonte: Prefeitura Municipal de Estância Velha

Os mapas que retratam a evolução do macrozoneamento interno também foram elaborados em SIG e tiveram como ponto de partida os *shapefiles* do IBGE dos limites municipais dos municípios do Rio Grande do Sul e dos setores censitários, ambos filtrados para o município de Estância Velha. As informações sobre as variações no macrozoneamento interno foram extraídas das leis urbanísticas levantadas no Quadro 3.2. Todas as leis fazem referência a mapas anexos que ilustram as alterações de perímetro urbano ou o zoneamento municipal. Com o objetivo de mapear as alterações na zona rural, inicialmente para cada uma das leis foi buscado este mapa anexo à mesma que continha as alterações e o resultado desta busca e das informações disponíveis que puderam ser obtidas para os diferentes períodos está no Quadro 3.3. Os mapas que foram obtidos podem ser consultados no Anexo 1.

Quadro 3.3: Dados cartográficos utilizados para elaboração dos mapas de evolução urbana de Estância Velha

Ano	Informação disponível para reconstituição do macrozoneamento	Formato
1955	Mapa do Plano Diretor	Papel/Digitalizado
1982	Descrição topográfica do limite urbano e marcos geodésicos	Papel/Digitalizado
1987	Mapa e descrição topográfica do limite urbano e marcos geodésicos	Papel/Digitalizado
1994	Mapa do Plano Diretor	Papel/Digitalizado
2004	Mapa do Plano Diretor	CAD
2012	Mapa do Plano Diretor	CAD

Para o ano de 1955 os limites foram reconstruídos em ambiente SIG com base em comparação visual de nomes de ruas existentes neste Plano Diretor e a malha viária atual, usando o Bing Maps como camada de fundo. O polígono do perímetro urbano constante neste plano diretor foi, desta forma, redesenhado em nesta mesma plataforma. Como para este ano o Plano Diretor trata apenas da zona urbana, conforme definido no Decreto-Lei de 1938 (BRASIL, 1938), considerou-se que toda a área fora do perímetro urbano é considerada como rural.

Já para o ano de 1987, a reconstrução do perímetro urbano foi feita com base na descrição topográfica do mesmo constante em lei, nos marcos geodésicos e no mapa anexo à lei, que serviu para visualmente auxiliar na reconstrução destas divisas. Os marcos geodésicos foram projetados no Google Earth. Também foi projetado o limite do município de Estância Velha, o qual foi exportado em *shapefile* para o formato de kml (formato de arquivo

do Google Earth). Um traçado inicial do perímetro urbano foi feito no Google Earth e o mesmo foi exportado novamente para SIG, onde foram feitos os ajustes finos.

Não foi possível localizar o mapa do perímetro urbano para o ano de 1982, pois o mesmo foi extraviado. A única cópia do documento original desta lei está arquivada na Prefeitura Municipal e não havia sido digitalizada. Como esta é uma lei que define o perímetro urbano do município, ela conta com uma descrição topográfica dos limites do mesmo, fazendo menção a marcos geodésicos e suas coordenadas geográficas. Partindo-se destas coordenadas, da descrição e do limite do ano de 1987 foi possível reconstruir o limite urbano para o ano de 1982. A reconstrução foi feita segundo o mesmo procedimento dos limites de 1987, a partir da projeção dos marcos geodésicos no Google Earth. Com estes dados e a descrição topográfica foi possível identificar os pontos em que houve variação do perímetro urbano de 1987 para 1982 e o mesmo foi traçado para o ano de 1982 e exportado para SIG.

Verificou-se que, para o ano de 1994, existia uma equivalência de macrozoneamento com o ano de 2001, sendo que, para este ano, o mapa do Plano Diretor se encontra disponível em CAD. Portanto, para o ano de 1994 foi aproveitado o traçado de macrozoneamento existente em versão CAD para o ano de 2001. Os demais anos (2004 e 2012) também se encontram disponíveis em CAD e passaram pelo mesmo processo de georreferenciamento. Os mapas em formato CAD foram georreferenciados tomando como base o *shapefile* do IBGE para o município de Estância Velha e por meio da utilização do Autocad. Para tanto, o limite municipal foi exportado de seu formato em SIG para o formato CAD. Este novo arquivo gerado possui as mesmas coordenadas geográficas de seu *shapefile* de origem, SIRGAS 2000 zona 22S, e foi utilizado como base para georreferenciar as plantas dos Planos Diretores. Após este procedimento, os limites da zona rural foram exportados de CAD para *shapefile* e foram utilizados para a elaboração dos mapas em SIG que mostram a variação do macrozoneamento urbano e rural para o município.

### **3.3 Classificação de uso do solo com imagens de sensoriamento remoto**

A fim de se avaliar como a urbanização do solo avança pela zona rural de forma quantitativa utilizou-se a classificação supervisionada de uso do solo e imagens de sensoriamento remoto. Desta forma, foi possível identificar visualmente onde estão os agrupamentos urbanos na zona rural. Esta metodologia tem uma ampla gama de aplicações devido à disponibilidade de dados que cobrem todo o planeta para um longo período de tempo e de forma gratuita (HAACK, 1982; PHIRI; MORGENROTH, 2017). Estas imagens são obtidas por meio de satélites equipados com sensores que coletam dados da superfície sem ter

contato direto com a mesma (HAACK, 1982, p. 899), avaliando a resposta de cada elemento da superfície terrestre (vegetação, corpos d'água, construções, etc) à interação com a radiação eletromagnética.

As aplicações do sensoriamento remoto são muito diversas, sendo a avaliação de recursos naturais a mais frequente, como no caso brasileiro do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite - PRODES, gerenciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Dentro do planejamento urbano e regional, sua utilização para avaliação de mudanças do uso do solo e avanço de manchas urbanas também tem se tornado cada vez mais frequente e com bons resultados, sendo amplamente aceita (ANGEL et al., 2005, p. 33; BATTHA, 2010, p. 4).

No presente estudo de caso, Estância Velha, a classificação de uso do solo para avaliação da evolução urbana foi feita a partir de imagens de sensoriamento remoto com o objetivo de mapear a mancha urbana da cidade em dois períodos distintos, a data mais remota para a qual se pôde obter imagens de sensoriamento remoto de acordo com os critérios definidos em item posterior (1984) e um atual (2017). Toda esta etapa foi feita em ambiente SIG com utilização do QGIS 2.18 e do plugin *Semi-Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, [s.d.]). Dada a disponibilidade temporal de imagens de sensoriamento remoto, não foi possível a obtenção de imagens para o período da década de 60, início do recorte temporal. O intervalo entre as imagens analisadas, de 33 anos, viabiliza a avaliação de tendências de crescimento urbano do município.

A sequência de etapas para a classificação das imagens, que terá cada um destes itens detalhados, foi a seguinte:

- a) Busca, análise, seleção e aquisição das imagens;
- b) Pré-processamento e recorte da área de estudo;
- c) Classificação das imagens;
- d) Análise pós-classificação;
- e) Pós-processamento.

### 3.3.1 Seleção e aquisição das imagens

A primeira etapa desta metodologia consiste na seleção e aquisição de imagens de satélite, a qual foi realizada no banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*, USGS). São utilizadas imagens LANDSAT, que tem política de acesso livre desde 2008 (PHIRI; MORGENROTH, 2017, p. 2) e deste banco de dados

porque o mesmo disponibiliza as imagens de forma gratuita, em alta resolução e com um bom grau de processamento. A série LANDSAT teve início na segunda metade da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana e dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres.

Os sensores carregados nos satélites e a resolução espacial das imagens foram sendo aprimorados ao longo do tempo. Até o LANDSAT 3, os satélites vinham equipados apenas o *Landsat Multispectral Scanner (MSS)*, um sensor com quadro bandas espectrais e resolução espacial de 60 metros. A resolução das imagens teve um salto nos satélites LANDSAT 4 e 5, quando os satélites foram equipados com o sensor *Landsat Thematic Mapper (TM)*, que coleta sete bandas de dados, em oposição às quatro bandas de dados coletados do MSS e consegue obter uma resolução espacial de 30 metros. O LANDSAT 7 foi equipado com o sensor *Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)* e o LANDSAT 8 foi equipado com o sensor *Operational Land Imager (OLI)*, ambos mantendo a resolução espacial de 30 metros para a maior parte das bandas espectrais e chegando a 15 metros com a banda 8 pancromática. O Quadro 3.4 apresenta os períodos de disponibilidade das imagens para os satélites LANDSAT e os sensores que estão equipados em cada satélite.

Quadro 3.4: Período de operação dos satélites LANDSAT

Satélite	Período de operação	Sensor
<b>LANDSAT 1</b>	23/7/1972 1/6/1978	MSS
<b>LANDSAT 2</b>	22/1/1975 25/2/1982	MSS
<b>LANDSAT 3</b>	5/3/1978 31/3/1983	MSS
<b>LANDSAT 4</b>	16/7/1982 08/1993	MSS/TM
<b>LANDSAT 5</b>	1/3/1984 - 2013	MSS/TM
<b>LANDSAT 6</b>	5/10/1993 5/10/1993	-
<b>LANDSAT 7</b>	15/4/1999 - 2003	ETM
<b>LANDSAT 8</b>	2013 - Atual	OLI

Fonte: IEPEC (ARNESEN; GENOFRE; CURTARELLI, 2015)

A seleção de quais satélites seriam incluídos nas buscas por imagens seguiu os critérios de resolução espacial e disponibilidade temporal. No primeiro critério, os satélites LANDSAT 1 a 3 foram descartados da busca por não contarem com o sensor LANDSAT TM e apresentarem baixa resolução espacial. O segundo critério é o temporal, que buscou nos satélites LANDSAT 4 e 5 imagens antigas para Estância Velha. Não foram encontradas

imagens antigas (para o início da década de 80) no satélite LANDSAT 4. A busca e a seleção das imagens a serem classificadas, portanto, foi feita no LANDSAT 5 para a imagem antiga e no LANDSAT 8 para a imagem recente.

A recomendação para a seleção das imagens de sensoriamento remoto para comparação entre classificações de uso do solo é de que as mesmas sejam da mesma estação e com a menor cobertura de nuvens possível para minimizar erros. Isto porque, desta forma, teremos características semelhantes de vegetação e terra exposta devido a colheitas, tamanho de corpos hídricos e menor incidência de nuvens. Buscou-se, para os dois períodos, imagens para os meses de verão, que tem mais luminosidade e menos nuvens. Selecionou-se uma imagem para o ano de 2017 (período atual) para o mês de março. Já para o ano de 1984 não foi possível localizar uma imagem satisfatória para o período de verão de forma que a busca foi ampliada para os meses próximos. As imagens selecionadas estão apresentadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5: Imagens de sensoriamento remoto selecionadas para classificação de uso do solo

Código da imagem	Satélite	Data de aquisição	Estação
<b>LT52210811984275CUB00</b>	LANDSAT 5	01/10/1984	Primavera
<b>LC82210802017077LGN00</b>	LANDSAT 8	18/03/2017	Verão

### 3.3.2 Pré-processamento das imagens

Após a seleção e aquisição das imagens de satélite foi necessária a realização de um pré-processamento destas para correção de erros sistemáticos que são inerentes à Terra. Esses erros correspondem à rotação, esfericidade e relevo, assim como erros próprios do satélite: velocidade, altura e posição. Este pré-processamento das imagens foi feito no QGIS 2.18 pelo plugin *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) 5.4.2 (CONGEDO, [s.d.]). Nesta etapa também foi feito o recorte da imagem para a área que será classificada, o limite atual do município de Estância Velha.

Antes de se proceder à classificação de uso do solo foi feita a composição das bandas para geração de uma imagem única. As imagens LANDSAT são apresentadas na forma de imagens multiespectrais, na qual a mesma cena é registrada simultaneamente em várias bandas do espectro eletromagnético (PHIRI; MORGENROTH, 2017, p. 5). Uma imagem de sensoriamento remoto é resultante da combinação das três cores básicas vermelho (R), verde

(G), azul (B), que são atribuídas por meio de filtros às imagens individuais obtidas em diferentes comprimentos de onda ou faixas espectrais. Diferentes combinações de bandas irão gerar diferentes imagens e realçarão características específicas. Isto porque os sensores captam a energia que é refletida pelos objetos para determinados comprimentos de onda. A vegetação, por exemplo, reflete uma quantidade muito pequena de energia na faixa espectral do vermelho pois ela utiliza boa parte desta energia no processo da fotossíntese e, portanto, aparece em tonalidade escura na banda TM-3 que correspondente à faixa do vermelho. Já na faixa do infravermelho próximo a vegetação reflete muita energia, em função da estrutura celular das folhas, de tal forma que aparece em tonalidade clara na banda TM-4 que corresponde à faixa do infravermelho próximo (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, [s.d.]

No presente trabalho foram utilizadas duas combinações diferentes, que estão retratadas no Quadro 3.6. As duas são utilizadas de forma simultânea ora uma, ora a outra, na atribuição de categorias para as áreas de treinamento.

Quadro 3.6: Composições RGB utilizadas e informações realçadas

R, G, B	Informações realçadas e extraídas
<b>4,3,2</b>	Composição mais utilizada de “falsa cor”. A vegetação aparece em tons de vermelho, as áreas urbanas são azul-ciano e os solos variam de escuros a castanhos claros. Geralmente, tonalidades de vermelho mais escuro indicam folhas largas e / ou vegetação mais saudável, enquanto os vermelhos mais claros significam campos ou áreas com pouca vegetação. Áreas urbanas densamente povoadas são mostradas em azul claro.
<b>3,2,1</b>	A combinação de bandas "cor natural". As bandas visíveis são usadas nessa combinação, portanto a imagem tem características que correspondem à visão humana. A vegetação saudável é verde, os campos recentemente limpos são muito claros, a vegetação insalubre é marrom e amarela e a área construída é cinza.

Fonte: Adaptado de (NASA, 2014)

### 3.3.3 Classificação das imagens

A classificação do uso do solo resulta na geração de mapas temáticos do uso que permitem quantificar as tipologias de uso identificadas e a variação quantitativa de cada classe ao longo do tempo. As classes são definidas pelo pesquisador de acordo com o objetivo do

trabalho, a qualidade da imagem disponível e o conhecimento da área a ser classificada. No presente estudo é utilizada uma classificação binária de uso do solo, urbano e não-urbano.

A classificação de uso do solo das imagens de satélite foi feita por meio da metodologia de 'classificação supervisionada', que aloca os dados de acordo com a sua similaridade espectral que é dada por um conjunto de classes pré-definidas que foram caracterizadas espectralmente (FOODY, 2002, p. 185). Por fazer a comparação com um conjunto de dados é necessário um conjunto inicial de informações sobre as classes de uso de solo a serem identificadas. Esses conjuntos iniciais são denominados de 'áreas de treinamento' (CAMPOS et al., 2015, p. 5883). O treinamento de dados é o processo em que o pesquisador seleciona áreas de pixels da imagem e utiliza as mesmas para estabelecer os limiares de valores das respostas espectrais para identificar coberturas de terra específicas no solo (PHIRI; MORGENROTH, 2017, p. 9). A cada amostra de pixels selecionada foi atribuída uma classe, urbano ou não-urbano. Um conjunto de áreas de treinamento que seja representativo de cada classe é fundamental para a metodologia de classificação supervisionada e a definição deste conjunto pelo pesquisador é influenciada pelo conhecimento do mesmo acerca da região analisada.

A partir dessas áreas de treinamento, são calculadas estatísticas que serão usadas pelos algoritmos para alocar individualmente cada pixel da imagem sendo examinada em uma das classes (ANGEL et al., 2005, p. 37). Este processo é a etapa de classificação automática, e os algoritmos utilizados são denominados de classificadores. Foi utilizado o classificador Máxima Verossimilhança, o qual possui ampla utilização e é de fácil aplicação (FASSNACHT et al., 2016, p. 76). O resultado obtido desta etapa foi uma imagem raster, com os pixels alocados nas duas categorias. Esta imagem deve ser avaliada quanto à sua acurácia, conforme descrito na sequência.

#### 3.3.4 Análise pós-classificação

Após a classificação das imagens de satélite foi feita a verificação da acurácia da classificação, ou seja, do grau de exatidão do mesmo. Um mapa temático será considerado preciso se fizer uma representação imparcial da região que ele representa (FOODY, 2002, p. 186). Um erro de classificação significa que há uma diferença entre o mapa temático gerado e a realidade (ibid, p.186). A primeira conferência realizada com os mapas temáticos gerados foi visual, com o auxílio de imagens de satélite para a verificação da existência de agrupamentos de pixels que foram classificados na classe errada. Os erros identificados nesta etapa inicial foram corrigidos na seleção de áreas de treinamento, mediante estabelecimento

de um novo conjunto de áreas de treinamento e geração de uma nova classificação. Os novos conjuntos de áreas de treinamento foram feitos a partir do zero ou do aumento do número de áreas selecionadas para as regiões classificadas de forma equivocada.

A segunda conferência realizada foi a análise de acurácia propriamente dita, através de uma matriz de confusão e posterior cálculo do índice kappa, ambos com o auxílio do plugin SCP. Esta metodologia foi escolhida por ser amplamente aceita e empregada. Em seu artigo de revisão do estado da arte da verificação da acurácia em classificação de uso do solo, Giles M. Foody afirma que a matriz de confusão é o método mais utilizado para a verificação da acurácia dentro da área de sensoriamento remoto (2002, p. 187). Ela pode ser definida como a forma de expressão da qualidade obtida de uma classificação digital de imagem, obtida por meio da relação de informações dos dados de referência (dados base), compreendidos como verdadeiros, com os dados classificados. Para tanto, primeiro uma quantidade de pontos aleatórios (a quantidade de pontos depende do tamanho da área analisada e da quantidade de classe, mas é necessário que todas as classes sejam representadas) é posicionada sobre a imagem, aos quais o analista atribui, individualmente, a classe ao qual o mesmo pertence. Este conjunto de pixels é, então, cruzado com o mapa temático que está sendo analisado e são computadas quantas vezes os pixels do mapa temático coincidem com a matriz de confusão. Os mapas analisados para Estância Velha para o ano de 1984 e 2017 utilizaram, respectivamente, uma matriz de confusão com 118 e 100 pontos e acurácia geral de 88% e 94%. A acurácia geral é a proporção de pixels que foi corretamente classificada com relação ao total de pixels.

A partir da matriz de confusão é possível calcular o coeficiente Kappa, um índice que retrata o grau de concordância dos dados e a confiabilidade e precisão dos dados classificados. Este índice leva em consideração o fator de 'sorte' à atribuição dos pixels da matriz de confusão à classe correta. Dessa forma, ele é considerado um bom indicativo da acurácia geral da classificação (Smiths et al., 1999 apud FOODY, 2002, p. 188). As classificações geradas tiveram coeficiente Kappa geral de 0,76 e 0,87 para 1984 e 2017, respectivamente. As matrizes de confusão completas para ambos os mapas podem ser consultadas nos apêndices A e B. Já no Quadro 3.7 abaixo, apresenta-se uma súmula da acurácia das classificações utilizadas para a geração dos mapas temáticos e avaliação da evolução urbana de Estância Velha.

Quadro 3.7: Súmula dos indicadores de acurácia das classificações

Imagem	Acurácia geral	Kappa geral	Kappa para classe 'Urbano'
<b>1984</b>	88%	0,76	0,78
<b>2017</b>	94%	0,87	0,83

O resultado obtido pelo coeficiente Kappa, varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados. Os valores de Kappa acima de 0,8 indicam correspondência quase perfeita, valores entre 0,4 e 0,8 indicam correspondência moderada e valores abaixo de 0,4 indicam correspondência pobre, seguindo a classificação de Landis e Koch (1977 apud NÆSSET, 1996, p. 593). A classificação das imagens obtida foi considerada satisfatória para os objetivos do trabalho, considerando o coeficiente kappa apresentado no Quadro 3.7.

### 3.3.5 Pós-processamento

A classificação das imagens gerou arquivos do tipo *raster*, que foram transformados em arquivos vetoriais compostos por polígonos por meio de uma operação simples de vetorização. Foi necessária uma correção no arquivo gerado, referente às pedreiras. A área de mineração (pedreira) apresentou uma classificação de área urbana, devido às características espectrais serem difíceis de ser diferenciadas espectralmente. Dado o conhecimento empírico da região, estes polígonos foram alterados manualmente para classificação “não-urbana”. Os diversos polígonos foram agrupados e foram calculadas as estatísticas de área total por classe de uso. Os arquivos finais vetoriais gerados foram utilizados na composição de mapas e figuras que ilustram o capítulo de resultados.

## 3.4 Análise configuracional

A análise configuracional tem como intuito apontar tendências referentes ao futuro da área de estudo. Objetiva-se tecer considerações sobre o processo de mudança de tipo de ocupação na mesma com nesta análise, complementada pelas análises histórica e de classificação de uso do solo. As medidas sintáticas, conforme detalhado no referencial teórico, apresentam relação com o potencial de movimento, o qual, por sua vez, apresenta relação

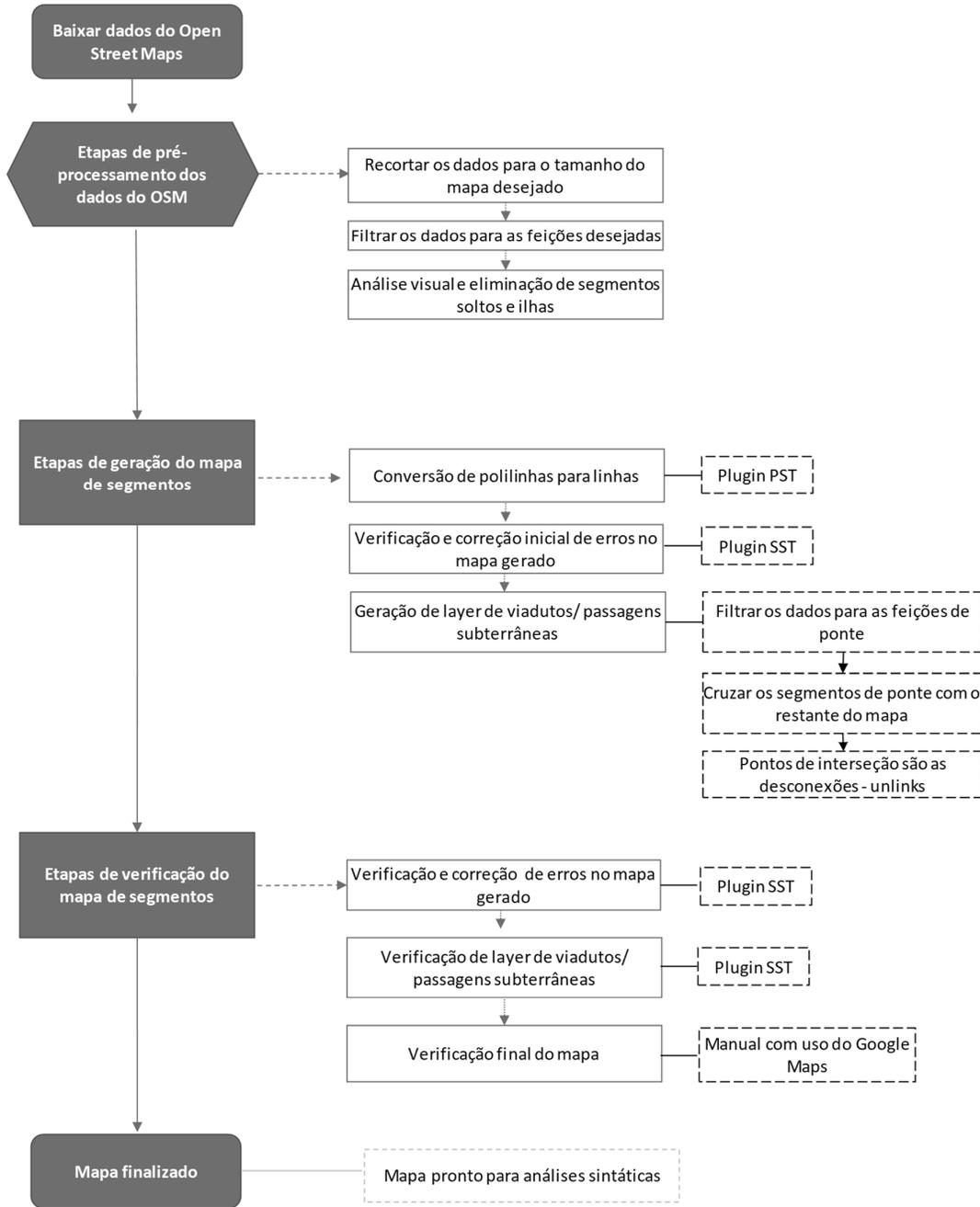
com outras características dos espaços, tais como densidade habitacional, presença de comércio, entre outras.

A análise da configuração espacial foi realizada pela Sintaxe Espacial, por meio de Análise Angular de mapas de segmentos, para dois períodos de tempo distintos (1948-1965 e 2018). O período de análise antigo partiu da data de 1955 como base, mas, como não havia uma base cartográfica para todo o sistema que se almejava analisar para esta data, foi necessário montar uma composição, com os diferentes documentos obtidos. O processo de geração destes mapas é apresentado na sequência.

#### 3.4.1 Procedimento de geração dos mapas e aquisição de dados

Os mapas para análise foram gerados a partir de road centre lines (RCL), conforme proposto por Alasdair Turner (2007) como uma alternativa ao mapa axial na realização de análises sintáticas. A base de dados de road centre lines foi escolhida porque este tipo de dado tem ampla disponibilidade, atualização constante e podem ser obtidos facilmente e de forma gratuita. Além disso, são indicados para utilização em análise angular e avaliação de movimento veicular. Uma visão geral do procedimento de geração dos mapas, que foi detalhado ao longo do presente capítulo, está apresentada na Figura 3.4.

Figura 3.4: Fluxograma de geração do mapa de segmentos para análise configuracional para o período atual



\*Todos os passos foram executados no QGIS 2.18.

Fonte: BALESTRO, F. (2018)

Inicialmente foi feita a aquisição de dados vetoriais de *road centre lines* para serem utilizados na elaboração dos mapas. A base de dados vetoriais utilizada foi obtida a partir da plataforma OpenStreetMaps (OSM), um projeto de mapeamento colaborativo para criar um mapa livre e editável do mundo, inspirado por sites como a Wikipédia. Os mapas disponibilizados por este projeto podem ser acessados dentro de softwares de georreferenciamento, como o Arcgis 10.4 (ESRI,2015) e QGis 2.18 (OSGEO, 2018). A obtenção destes dados foi feita com uso do QGIS e para a região de Estância Velha e arredores.

Os dados adquiridos possuem diversas categorias, dentre as quais selecionou-se a categoria “highway”, que se refere à malha viária. Dentro desta categoria os dados estão divididos em subcategorias, que podem estar presentes ou não para a área em questão. No caso da área selecionada, as subcategorias existentes inicialmente estão apresentadas no Quadro 3.8

Quadro 3.8: Categorias de malha viária dentro da área selecionada

Subcategorias dentro de 'highway'	Ação	Descrição
<b>construction</b>	Descartado	Estradas em construção.
<b>cycleway</b>	Descartado	Ciclovia.
<b>footway</b>	Descartado	Via de pedestres (exclusiva).
<b>motorway</b>	Aproveitado	Via principal com canteiro de separação, acesso restrito, normalmente com 2 ou mais pistas de corrida e acostamento. Equivalente à Freeway, Autobahn, etc.
<b>motorway_link</b>	Aproveitado	Vias de ligação (acessos / viadutos).
<b>path</b>	Aproveitado	Caminhos como estradas de chão e vias de servidão.
<b>pedestrian</b>	Aproveitado	Via de pedestre que pode permitir trânsito veicular de forma restrita.
<b>primary</b>	Aproveitado	As estradas mais importantes no sistema de um país que não são autoestradas (não precisa necessariamente ser uma estrada com canteiro central).
<b>primary_link</b>	Aproveitado	Vias de ligação (acessos / viadutos).
<b>proposed</b>	Descartado	Projeto de vias.
<b>raceway</b>	Descartado	Pista de corrida.

Subcategorias dentro de 'highway'	Ação	Descrição
<i>residential</i>	Aproveitado	Via de acesso a bairros, sem função de ligação entre áreas da cidade.
<i>secondary</i>	Aproveitado	As segundas estradas mais importantes do país (geralmente avenidas municipais).
<i>secondary_link</i>	Aproveitado	Vias de ligação (acessos / rampas).
<i>service</i>	Descartado	Acessos a empresas ou outras áreas.
<i>steps</i>	Descartado	Escadarias.
<i>tertiary</i>	Aproveitado	As terceiras estradas mais importantes do país (geralmente ligações com cidades menores).
<i>tertiary_link</i>	Aproveitado	Vias de ligação (acessos / viadutos).
<i>trunk</i>	Aproveitado	As rodovias mais importantes do país que não são autopistas (não necessariamente têm canteiro central).
<i>track</i>	Aproveitado	Estrada para uso majoritário rural.
<i>trunk_link</i>	Aproveitado	Vias de ligação (acessos / viadutos).
<i>unclassified</i>	Aproveitado	As vias menos importantes do sistema viário, mas que tem função além de acessar uma propriedade.

Fonte: adaptado de <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway>

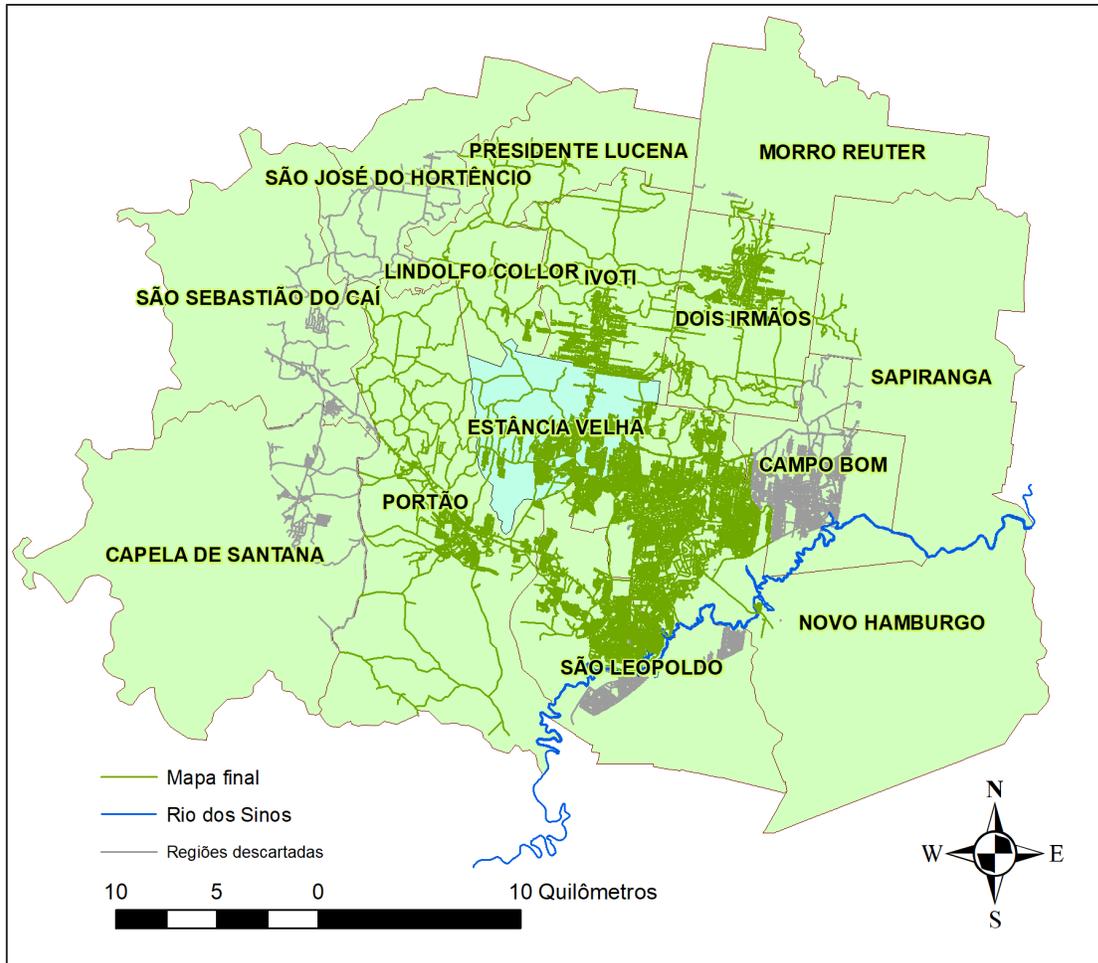
As subcategorias de vias que estão no Quadro 3.8 foram filtradas, sendo que algumas foram descartadas da montagem do mapa final após avaliação das descrições das feições. Procedimentos de simplificação dos mapas de segmentos, que resultam na diminuição de segmentos finais sem perda das características geométricas, são empregados por Serra e Hillier (2017) e Braga et al. (2017). No presente caso, a simplificação foi feita pela seleção das classes de feições desejadas na base de dados e eliminação das classes desnecessárias para o estudo de caso. As categorias eliminadas são as classes que não se referem à malha viária. São as vias em construção, ciclovias, caminhos internos de praças, escadarias, vias de serviço, projetos de vias, pista de corrida e caminhos exclusivos para pedestres. Estes procedimentos levaram ao mapa base inicial, a partir do qual foram gerados os dois mapas para a análise configuracional, tanto para o momento atual (2018) quanto para o período de 1948-1965, a partir da eliminação de parte da malha viária inexistente à época.

### 3.4.2 Mapa de segmentos para o período atual (2018)

O arquivo base gerado no passo anterior precisou ser reduzido até o tamanho da área de estudo desejada, levando em consideração o efeito de borda e o objetivo proposto (tópicos abordados no item 2.2.5). A determinação do tamanho adequado do sistema a ser avaliado foi feita mediante testes com tamanhos variados de sistema, sempre tendo em mente o objetivo da análise e a minimização do efeito de borda. A fim de se contornar o efeito de borda e de se avaliar os potenciais de movimento na zona rural de Estância Velha, duas condicionantes foram feitas na definição do tamanho do sistema a ser analisado: um raio máximo considerado e a inclusão das municipalidades que fazem fronteira com o município. O raio máximo definido foi um buffer de 10 km a partir dos limites municipais de Estância Velha, porque essa distância engloba os municípios limítrofes e capta o contexto de inserção regional do município. Este raio engloba todos os municípios limítrofes, ainda que não na totalidade de seus territórios.

Nesta seleção inicial ainda foram feitas algumas considerações que resultaram em ajustes no mapa, que serão listadas a seguir. No recorte inicial, resultante do buffer de 10 km, estavam englobadas parte dos municípios de São José do Hortêncio, Capela de Santana e São Sebastião do Caí. Estas partes foram eliminadas dadas as distâncias de seus centros urbanos ao centro urbano de Estância Velha. O município de Campo Bom, localizado para além do centro urbano de Novo Hamburgo, também foi retirado do sistema pelos mesmos motivos. Na parte inferior do mapa, o Rio dos Sinos foi definido como uma barreira e os segmentos localizados após o mesmo foram eliminados. Este rio pode ser atravessado por algumas pontes que o cruzam, mas, de forma geral, considerou-se que ele divide a área em dois e o que está do lado de Campo Bom não representa muita influência sobre os fluxos na zona rural de Estância Velha. Uma comparação entre os mapas inicial e final é apresentada na Figura 3.5, onde os segmentos que foram eliminados estão apresentados em cinza.

Figura 3.5: Resultado das operações de obtenção da base de dados do OSM e filtro pelas feições desejadas

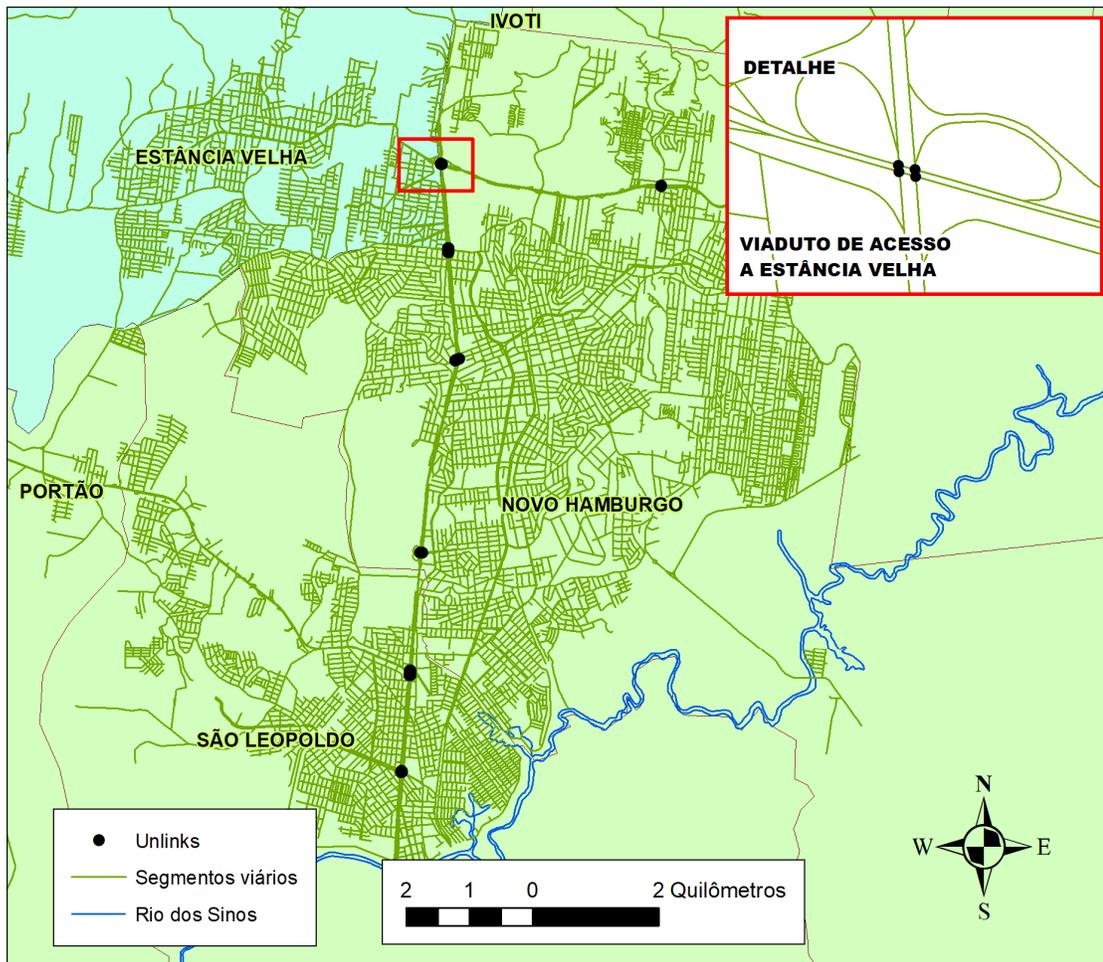


Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

O sistema final foi analisado quanto as suas desconexões ou “*unlinks*”, vias aéreas ou subterrâneas como viadutos e túneis, cuja representação no sistema de segmentos é feita por segmentos que não ligam. Isto é, o segmento que representa um túnel não deve se ligar ao segmento da via que ele está atravessando, uma vez que isto representaria uma possibilidade de mudança de direção que não existe. A avaliação dos *unlinks* foi feita através da interseção da malha viária com os segmentos filtrados como “*bridge*” (*ponte*). Este cruzamento resulta em um arquivo de pontos onde há esta interseção. Destes, foi feita uma verificação manual para que restassem apenas os pontos referentes a viadutos e túneis, onde efetivamente há o

cruzamento entre segmentos que não se ligam. O resultado final foi um arquivo com os 37 pontos de *unlinks* do sistema, onde os segmentos que se cruzam não se conectam, apresentado na Figura 3.6. Nesta figura é apresentado em um detalhe o exemplo de um local que os segmentos se cruzam, mas não se conectam, o viaduto que dá acesso a Estância Velha, e os *unlinks* localizados sobre estes pontos.

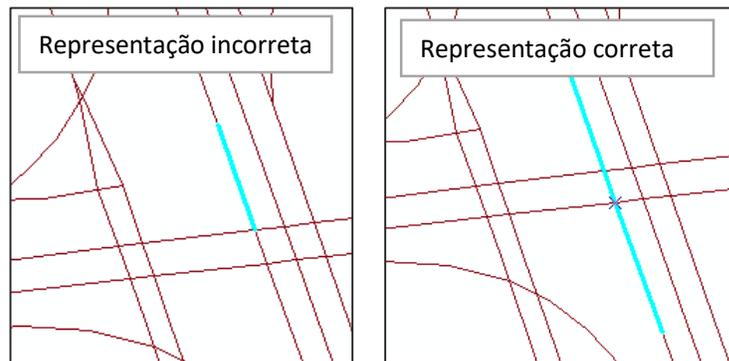
Figura 3.6: *Unlinks* do sistema e detalhe de viaduto e marcação de segmentos que não se conectam



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

Os pontos de *unlinks* foram checados um a um para verificar se estavam corretamente representados. A checagem foi feita conforme a Figura 3.7, onde à esquerda o segmento selecionado se conecta à via que o corta, já à direita (representação correta) ele passa por cima.

Figura 3.7: Configuração incorreta de segmentos em um viaduto (à direita) e configuração correta (à esquerda)



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

Após o procedimento de verificação dos *unlinks*, o mapa final passou por uma etapa de quebra das polilinhas (*split polylines*), etapa realizada pelo plugin Place Syntax Tools – PST (CHALMERS, [s.d.]) verificado por meio do Space Syntax Toolkit - SST (GIL, 2015a), um plugin para o QGIS 2.18. Antes do processamento efetivo, o plugin foi utilizado para a verificação do mapa de segmentos e correção de erros encontrados. Foram corrigidos erros do tipo ilha, segmentos que não se conectam a nenhum outro e geometria duplicada, segmentos duplicados sobrepostos. O mapa foi, então, transformado em um mapa de segmentos e processado para análise configuracional pelo Depthmapx 0.35, o qual é acessado remotamente pelo plugin SST do Qgis.

A análise angular de mapa de segmentos calculou as medidas de integração global, *choice* global e as medidas de integração e *choice* para os raios métricos de 1.000, 2.000, 3.000, 5.000, 7.000 e 10.000 metros. Além destas, a normalização destas medidas foi calculada, NACH e NAIN. Os resultados obtidos foram processados em software de SIG, para a geração de mapas e para que sejam analisados comparativamente para os dois períodos históricos.

### 3.4.3 Análise configuracional para o período de 1948-1965

A análise configuracional para o período de tempo inicial teve como base o ano de 1955, ano inicial do recorte temporal e o primeiro ano para o qual há disponibilidade de dados da malha viária do núcleo urbano do município, presentes no Plano Diretor de 1955. Neste Plano Diretor não estão ilustradas as estradas e caminhos para o restante do município de

Estância Velha, ou seja, para sua área rural. O mapa de Estância Velha de 1960 foi o primeiro documento localizado, em boa resolução, que continha dados de estradas para todo o território municipal, incluindo a zona rural, objeto do presente estudo e foi utilizado em conjunto com o Plano Diretor de 1955. Além destes dois documentos, se buscou informações de dois municípios que são próximos a Estância Velha e que, à época, já eram relevantes para a geração de fluxos de movimento regionais. São os municípios de Novo Hamburgo e de Ivoti. Para Ivoti, foi utilizado o seu primeiro Plano Diretor, de 1965 e, para Novo Hamburgo, foi utilizado um mapa do município de 1948 (constante no Anexo A). Portanto, o mapa final gerado é uma composição de diferentes documentos cartográficos, cujos anos variam de 1948 a 1965.

Para a geração deste mapa composto, parte-se da mesma base de dados gerada anteriormente, no item 3.4.1. A partir desta base foram feitas as subtrações das malhas não existentes e a reconstituição da malha viária para o período considerado. O primeiro passo foi o recorte da base de dados para a área do município de Estância Velha no ano de 1960. Depois deste recorte, foi feita uma exclusão de toda a malha viária que não existia na época. Para o núcleo urbano de Estância Velha foi utilizado o polígono da área urbana de 1955, gerado na etapa de mapeamento da Evolução Urbana do município. A malha viária que estava fora deste polígono, à exceção das estradas principais que já existiam no Mapa de 1960, foi subtraída. O mesmo processo foi feito para Ivoti, reconstruindo seu perímetro urbano em 1965 e para Novo Hamburgo. Todos estes processos de reconstituição foram feitos com comparação visual entre o que existia na época e mapa atual.

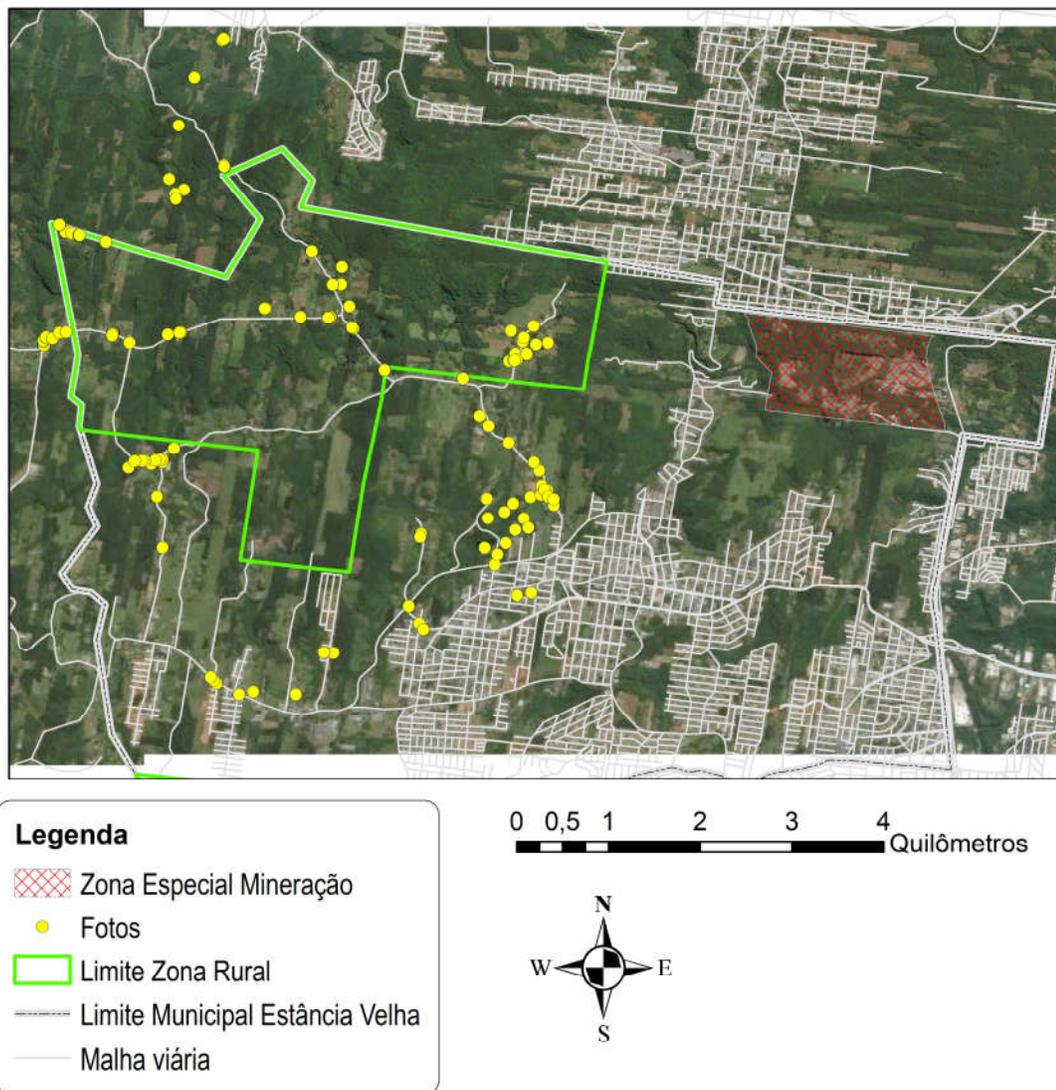
O mapa reconstituído não precisou passar pela etapa de verificação de desconexões (*unlinks*), uma vez que à época a área de estudo não contava com pontes ou viadutos. À exceção desta etapa, as etapas subsequentes realizadas foram as mesmas do mapa anterior. O mapa reconstituído passou pela etapa de quebra das polilinhas, geração do mapa de segmentos, verificação do mapa e processamento. As medidas sintáticas processadas foram as mesmas para os dois períodos, ou seja, integração global, *choice* global e as medidas de integração e *choice* para os raios métricos de 1.000, 2.000, 3.000, 5.000, 7.000 e 10.000 metros. Os mapas processados com as medidas foram também processados em SIG para geração de mapas e para análise comparativa entre os dois períodos.

### 3.5 Levantamento de campo

O método de observação baseia-se na evidência direta do olho, acompanhando o que de fato acontece nos espaços, não confiando somente em fontes secundárias (REIS E LAY,

1995, apud SILVA, 2016, p. 106). Na presente pesquisa, para esta finalidade, foi utilizada a técnica fotográfica, que faz parte das técnicas visuais empregadas para pesquisas qualitativas (OLIVEIRA et al., 2016, p. 100). O levantamento de campo teve como objetivo caracterizar, por meio de fotografias, o processo de mudança no tipo de ocupação na zona rural de Estância Velha, que foi observado de forma empírica pela pesquisadora. Parte da zona rural foi percorrida e fotografada com uso de drone (fotos aéreas) e celular (fotos em nível de solo) e as imagens foram mapeadas. Ao total foram feitas 270 imagens em março de 2018. A localização de todas as imagens é apresentada na Figura 3.8.

Figura 3.8: Localização das imagens levantadas em campo



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

As fotografias foram selecionadas para ilustrar os indicativos de mudança do uso do solo. Os elementos considerados como tais foram os seguintes: sítios de lazer, parcelamentos irregulares de solo, condomínios fechados e implantação de atividades em desconformidade com as atividades permitidas para a área segundo o Plano Diretor.

Os sítios de lazer são domicílios de uso ocasional (CARVALHO; ANDRADE, 2005, p. 5), geralmente com menos de 2 hectares (área mínima do módulo fiscal rural definida pelo INCRA) e não se destinam a realização de atividade agrícola, sendo uma parte do território municipal destinada para lazer nos finais de semana, por determinada parcela dos moradores. Os sítios de lazer, ou “chacrinhas”, segundo Fernandes (2008), podem vir a originar núcleos urbanos, desconectados da mancha urbana, justamente por seu caráter de parcelamento das propriedades rurais. A identificação de lotes destinados a sítios de lazer levou em consideração placas de venda com informação de área, cercas indicativas de tamanho de lote e lotes delimitados que contam com infraestrutura de lazer.

Além do parcelamento para sítios de lazer, há outros tipos de parcelamentos com outras finalidades. Os loteamentos irregulares aqui considerados referem-se à parcelamentos de solo de pequenos terrenos, de tamanho semelhante a lotes da zona urbana ou de tamanho inferior a um lote urbano. No caso de zonas rurais os lotes são comercializados com ‘contratos de gaveta’, já que não é possível escriturá-los. Estes lotes geralmente são ocupados por famílias de classe média que habitam na zona rural e exercem suas atividades de trabalho fora da mesma, e aproveitam o custo mais baixo da terra fora do perímetro urbano. A presença de casas muito próximas leva à formação de aglomerados, que são definidos da seguinte forma pelo IBGE (2010):

Aglomerado rural - Agrupamento de população considerado a partir de um conjunto de edificações adjacentes (50m ou menos de distância entre si) e com características de permanência, situado em área legalmente definida como rural.

Ressalta-se que este tipo de aglomeração pode acontecer sem o parcelamento de solo, quando membros de uma mesma família constroem suas casas próximas umas às outras. Elementos como pequenos terrenos cercados, próximos uns aos outros e imagens aéreas que mostrem casas próximas entre si foram considerados.

Adicionalmente, foram identificadas também situações de ocupações irregulares dentro da zona rural. Nestes casos o terreno pode ter sido ocupado de forma irregular, as habitações são precárias, frequentemente barracos, os espaços dos lotes são mínimos e as famílias que as ocupam são de baixa renda. Condomínios fechados também foram buscados, pois alteram o tipo de ocupação, mas não foram localizados na área de estudo. Finalmente,

indústrias ou empreendimentos em desacordo com o zoneamento municipal foram levantados. As imagens que apresentaram os indicativos acima foram selecionadas e utilizadas para ilustrar de forma qualitativa as mudanças das ocupações evidenciadas nos processos metodológicos anteriores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

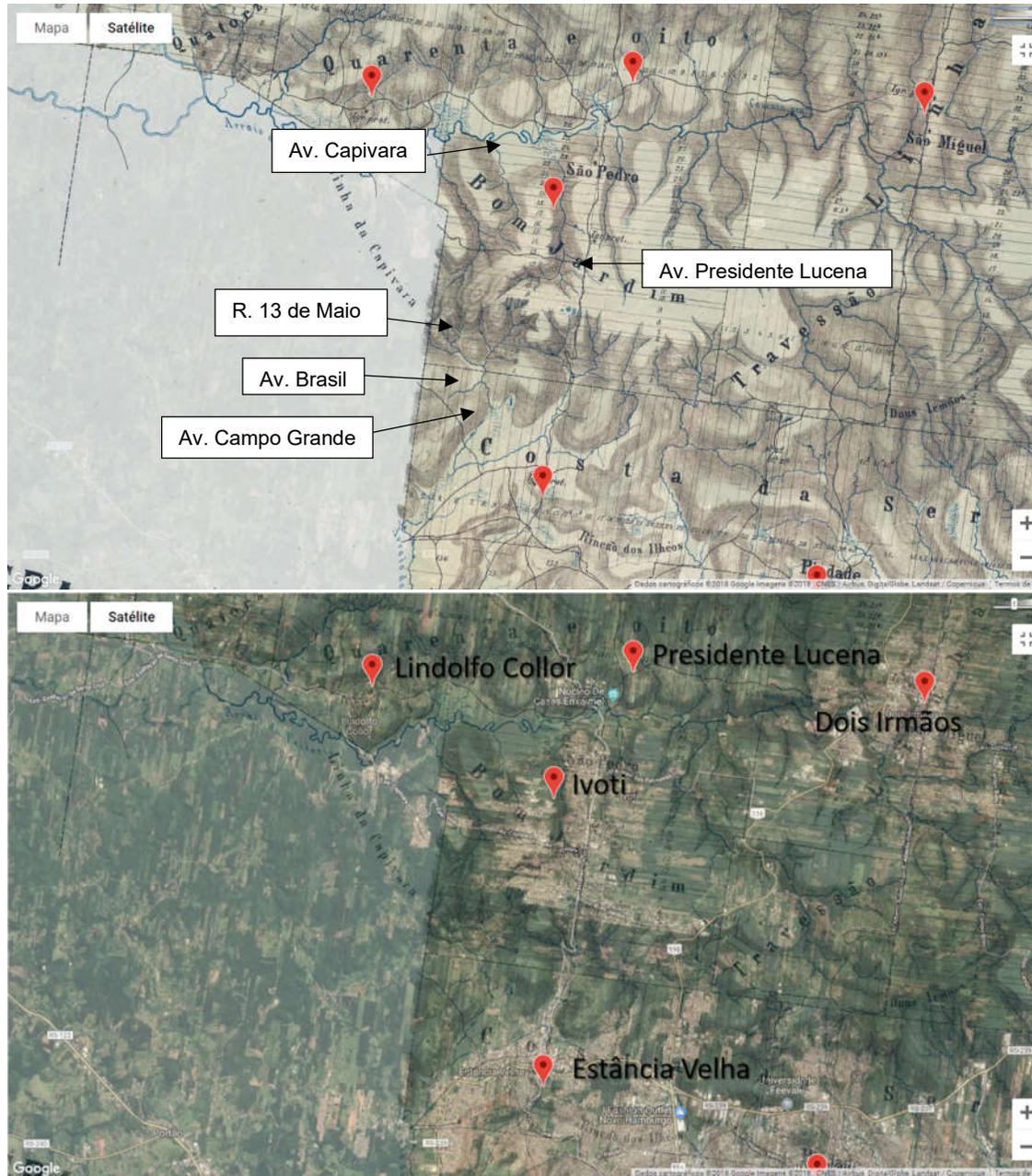
Neste capítulo são apresentados os resultados da aplicação das metodologias detalhadas no capítulo anterior, as quais foram aplicadas ao objeto empírico de estudo, o município de Estância Velha. Os resultados estão divididos em cinco subcapítulos, conforme a metodologia aplicada e o objetivo a ser respondido. Ao final de cada um há uma sumarização e discussão dos resultados apresentados.

### 4.1 Contextualização histórica: as origens do município

A origem do município de Estância Velha remonta à colonização alemã no Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 1824. Os primeiros imigrantes que chegaram ao estado foram enviados para o território onde atualmente é o município de São Leopoldo, no Vale do Rio dos Sinos. O núcleo de imigrantes que se estabeleceu na feitoria foi batizado pelo Governo do Estado como Colônia Alemã de São Leopoldo (IBGE, 2016, p. 4).

A colônia de São Leopoldo transformou-se em município em 1846 e, desde então, passou por diversas mudanças territoriais, conforme foram crescendo os povoados e se transformando em cidades. Estas mudanças são brevemente exploradas, uma vez que o objeto de estudo tem sua origem nesta colônia alemã e a compreensão da evolução urbana do mesmo passa pelo estudo de sua origem territorial. A “Carta Topográfica d’Huma Parte do Município de São Leopoldo contendo as terras colonizadas”, de 1870, elaborada pelo agrimensor Ernesto Müzell está publicada online, georreferenciada e ajustada a imagens de satélite no site alemão Heuser, que permite a análise comparativa. São apresentadas duas imagens para a mesma região, uma que retrata o mapa histórico e uma que retrata o mapa histórico sobreposto à imagem de satélite da região. O mapa retrata a divisão de lotes que os colonos recebiam, que podiam chegar a 80 hectares de terra.

Figura 4.1: Recorte do mapa histórico de São Leopoldo (1870) para a região de Estância Velha, Ivoti e Lindolfo Collor e justaposição deste mesmo mapa à imagem de satélite atual



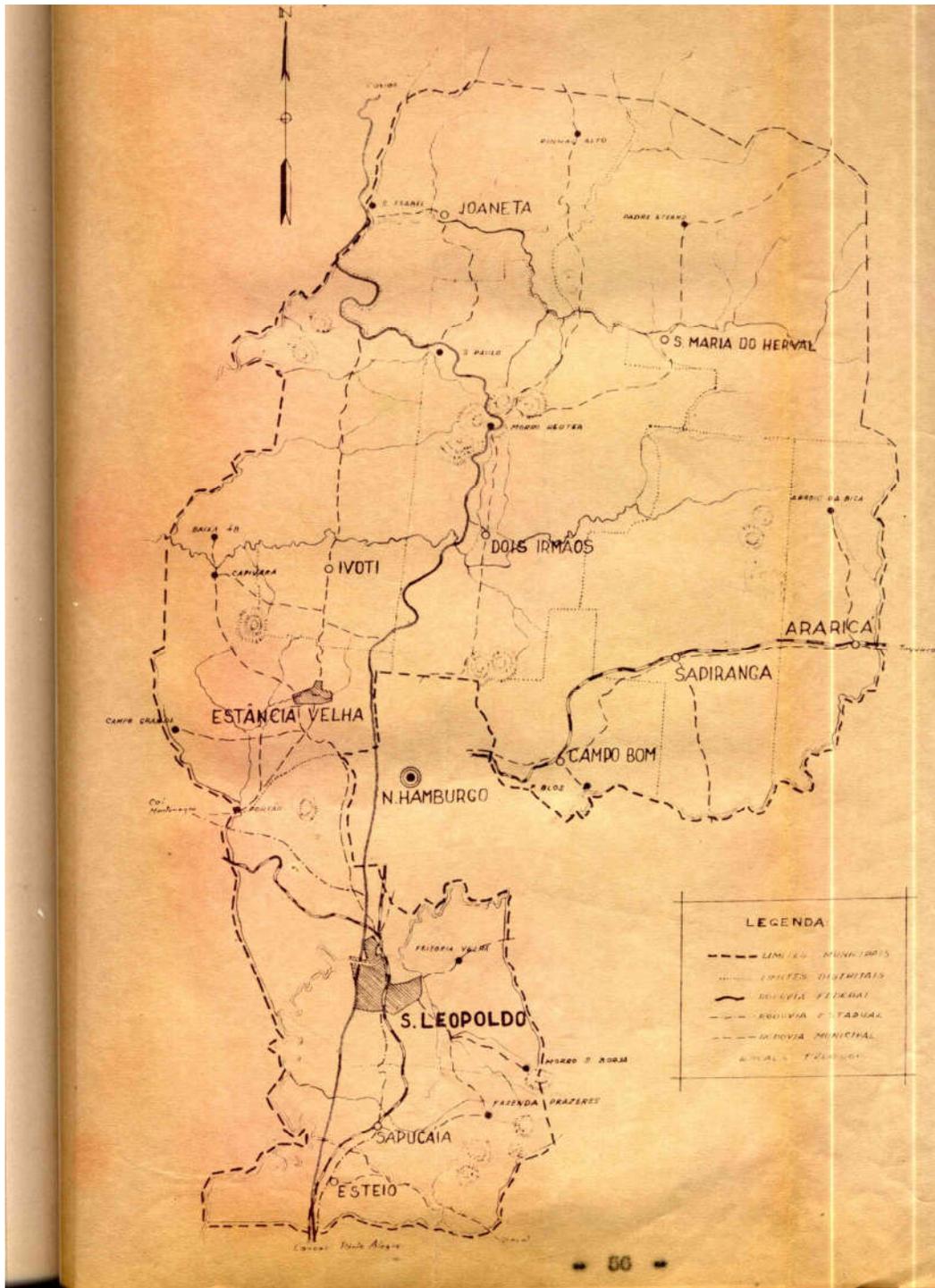
Fonte: <http://www.heuser.pro.br/oldmaps/sao-leopoldo-1870/index.php>

Algumas estradas que se tornaram importantes eixos de urbanização já estão presentes neste mapa, tais como a Avenida Presidente Lucena, Avenida Brasil, Avenida Presidente Vargas, Rua 13 de Maio (na zona rural), a Avenida Campo Grande/Walter Klein. Outra estrada que persiste atualmente e que parece ter desempenhado um importante papel na formação das cidades da região é a Avenida Capivara, que atualmente liga Ivoti a Lindolfo Collor, e que já constava no mapa de 1870. A BR-116, hoje uma importante via de deslocamento rápido, não constava ainda nos mapas.

Esta carta topográfica tem o desenho das glebas que as famílias receberam na época, as quais são estreitas e compridas. Alguns loteamentos e parcelamentos de solo ocorrem no formato destas glebas, fato que pode ser verificado na cidade de Ivoti, na Figura 4.1, comparando a imagem de satélite com o desenho do mapa histórico. Isto ocorre porque a estrutura fundiária de posse dos lotes se manteve em parte entre as famílias de imigrantes que os receberam nesta época, com eventuais divisões entre herdeiros.

Ao longo do tempo, conforme os imigrantes foram se estabelecendo e as localidades crescendo, as mesmas acabaram se transformando em distritos que contavam com um pequeno núcleo urbano em seu interior. O mapa da Figura 4.2 apresenta muitos distritos com denominações que se mantiveram quando os mesmos se emanciparam. Estância Velha é citada como um Distrito de São Leopoldo pela primeira vez em 1933 e sua delimitação no mapa de São Leopoldo para o ano de 1956 pode ser verificada na Figura 4.2.

Figura 4.2: Mapa do município de São Leopoldo e seus distritos em 1956



Fonte: Digitalizado pela Prefeitura Municipal de Estância Velha

Os distritos da colônia de São Leopoldo foram sendo desmembrados ao longo dos anos, alguns dos quais deram origem a novas municipalidades localizadas no Vale do Rio dos Sinos, enquanto outros se tornaram distritos em novos municípios. O ano de desmembramento de cada um dos distritos está sintetizado no Quadro 4.1, com destaque para Estância e Ivoti (o distrito de Ivoti, quando desmembrado, pertencia a Estância Velha). Um dos primeiros municípios a se emancipar de São Leopoldo foi Novo Hamburgo, em 1927. A localidade onde se estabeleceu este município foi, desde o estabelecimento da colonização alemã, importante para a economia da região. Isto é pontuado pelo historiador Leopoldo Petry, que afirma que o local onde foi estabelecida a estação ferroviária, Hamburgo Velho, em 1876 era o “lugar ideal para receber os gêneros e produtos coloniais, ficando mais ou menos equidistante de Bom Jardim, Picada 48, Dois Irmãos, Picada café e Mundo Novo. Era o local onde essas estradas se encontravam (...)” (GIESBRECHT, 2019). Esta relevância permaneceu mesmo após a desativação da estação ferroviária, em 1966, e o município Novo Hamburgo, de população aproximada de 246 mil habitantes (IBGE, 2018), segue atualmente como um polo central econômico para estas as cidades vizinhas.

Quadro 4.1: Ano de desmembramentos territoriais de São Leopoldo

Nome do distrito	Ano de desmembramento
Nova Petrópolis	1876
Novo Hamburgo	1927
Distrito de Joaneta	1954
Esteio	1954
Sapiranga	1954
Araricá	1954
Campo Bom	1959
Dois Irmãos	1959
Morro Reuter	1959
Santa Maria do Herval	1959
<b>Estância Velha</b>	<b>1959</b>
<b>Ivoti</b>	<b>1959</b>
Sapucaia	1961

Fonte: IBGE (2016); Elaboração: BALESTRO, F. (2018)

Estância Velha se desmembrou em 1959, para constituir um município próprio, junto de Ivoti. A análise de como este território, estabelecido em 1959, se desmembrou até chegar ao que é hoje revela as tendências de crescimento urbano e indica como a parte histórica e cultural tem um papel relevante neste contexto. Esta análise é apresentada doravante.

#### 4.1.1 Limites municipais de Estância Velha desde sua fundação até hoje

Conforme visto, a emancipação à categoria de município foi feita em 1959, quando os distritos de Estância Velha e Ivoti foram desmembrados e compuseram uma única municipalidade. Nesta época, tinha área de 224 km<sup>2</sup>, contra os 52 km<sup>2</sup> atuais (o mapa do território do município de Estância Velha no ano de 1960 foi apresentado no item 3 Metodologia, Figura 3.3).

Figura 4.3: Vista da área central de Estância Velha, cerca de 1959



Fonte: <http://estanciavelha1959.blogspot.com/?view=snapshot>

Desde o início da ocupação de seu território, a economia de Estância Velha se desenvolveu em torno do curtimento do couro, cujas técnicas foram trazidas ainda no século XIX pelos imigrantes alemães que se estabeleceram no município. A vocação para a atividade coureira rendeu ao município o título de Capital Nacional do Curtume e o estabelecimento de uma escola técnica dedicada à formação de novos profissionais especializados em curtimento do couro. As Figura 4.4 e Figura 4.4 apresentam dois registros deste período.

Figura 4.4: Curtume Bender em 1924



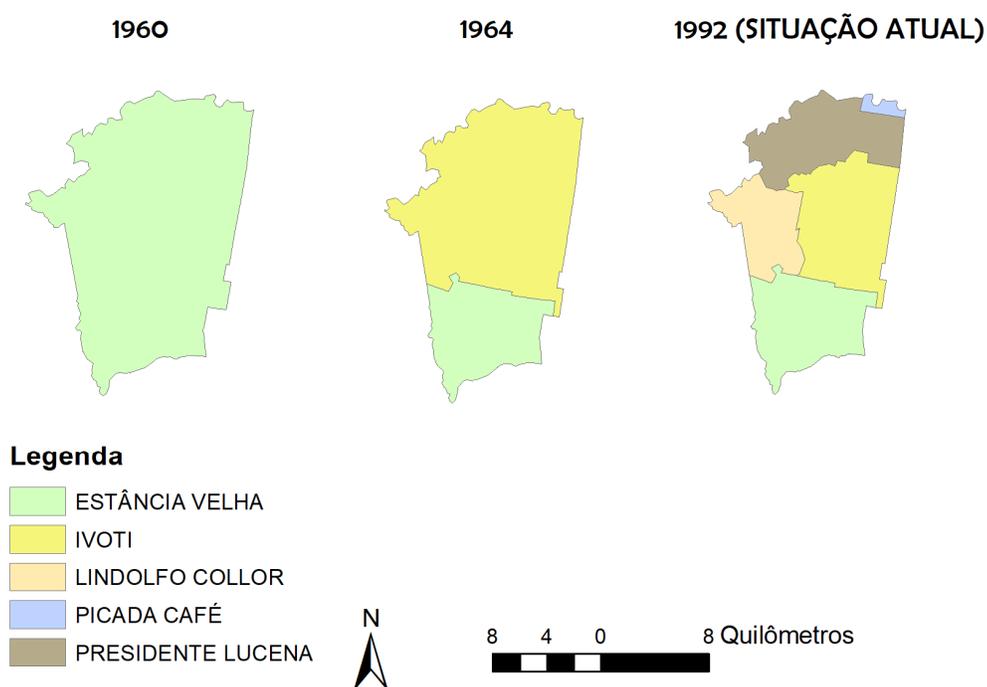
Figura 4.5: Escola técnica de curtimento em 1970



Fonte: <http://estanciavelha1959.blogspot.com/?view=snapshot>

Em 19 de outubro de 1964, com a emancipação de Ivoti, o município passou a ter os aspectos geográficos atuais (PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTÂNCIA VELHA, 2018). Já a cidade de Ivoti deu origem aos municípios de Presidente Lucena, Lindolfo Collor e parte do município de Picada Café em 1992, sendo que esta divisão municipal perdura até 2019 (PREFEITURA MUNICIPAL DE IVOTI, [s.d.]). Atualmente, o município de Estância Velha faz divisa com os municípios de Portão, Ivoti e Presidente Lucena, os quais já fizeram parte de seu território, e com os municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo. A evolução dos desmembramentos do território original de Estância Velha (de 1960) é apresentada na Figura 4.6.

Figura 4.6: Evolução dos desmembramentos de municípios a partir do território de Estância Velha em 1960 até o ano de 2018



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

Os municípios que se originaram da Colônia de São Leopoldo, devido à sua origem comum e à herança comum da origem alemã, possuem uma identificação cultural e um amplo histórico de trocas comerciais e intercâmbios culturais e populacionais. Ainda hoje são realizadas festividades de origem alemã nestas localidades e há a preservação do dialeto alemão Hunsrück dos imigrantes. Esta aproximação cultural é percebida no território de Estância Velha e os municípios que dele se originaram, pois compartilham uma história

recente e compunham um único município, além de possuírem um intercâmbio de população, de comércio e trabalho muito forte, principalmente entre Ivoti e Estância Velha. Esta significativa perda de território também pode contribuir para aumentar a pressão sobre a zona rural remanescente.

Na sequência será analisada a evolução territorial interna de Estância Velha, considerando como o seu macrozoneamento <sup>20</sup>interno variou desde a sua emancipação até 2018 e alguns fatores que influenciaram o aumento do perímetro urbano e o direcionamento desta expansão. Ressalta-se que foi considerado, para todas as análises, o contorno municipal que se estabeleceu em 1964 e que se mantém até hoje, com área total de 52 km<sup>2</sup>.

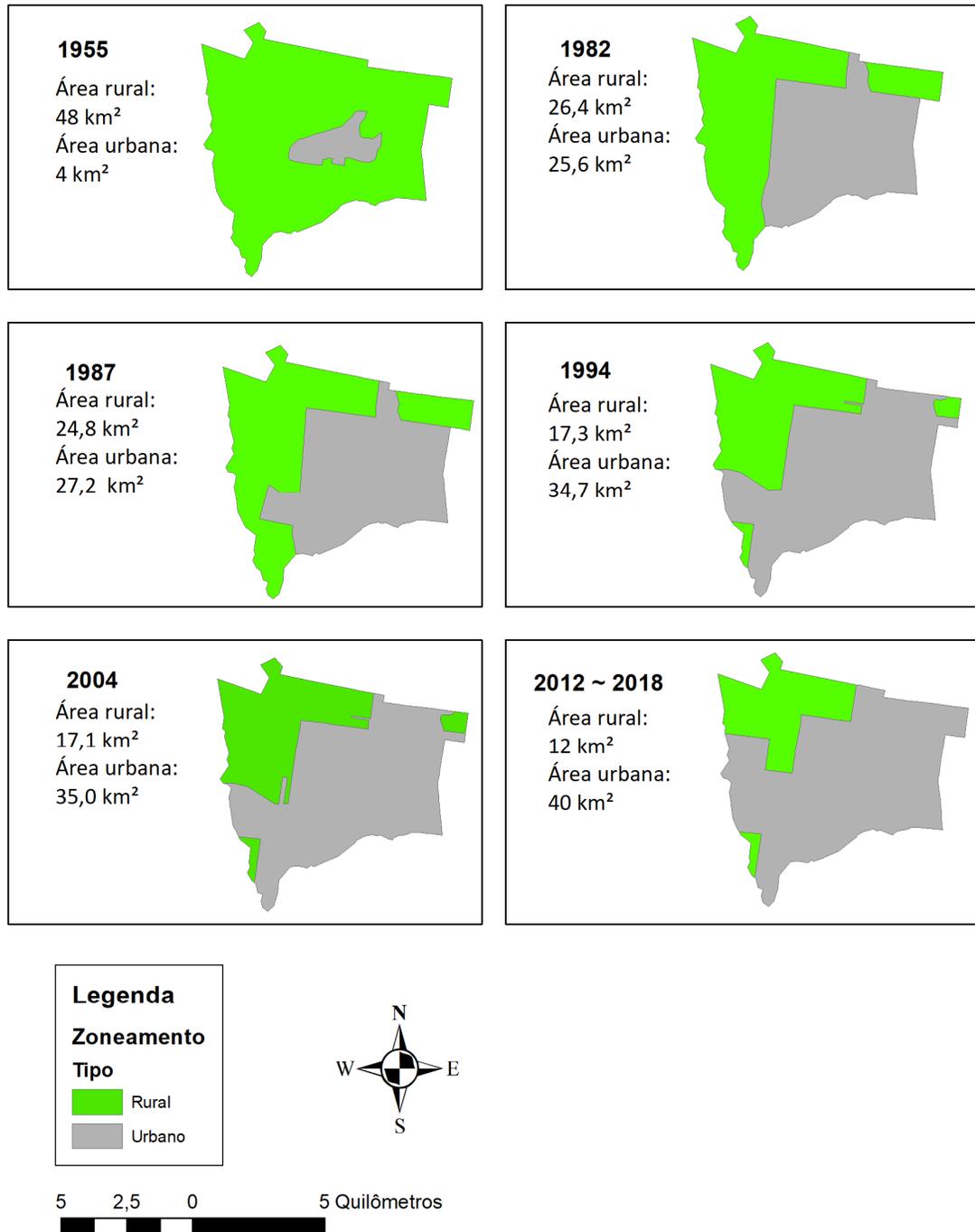
#### **4.2 Análise da evolução do perímetro urbano de Estância Velha/RS**

Desde a sua emancipação e a elaboração de seu primeiro Plano Diretor, em 1955, o perímetro urbano do município foi alterado seis vezes. Todas as alterações que resultaram em diminuição da zona rural estão representadas na Figura 4.7, que permite a visualização da evolução do tamanho da zona rural de Estância Velha desde 1955, até o ano de 2018. Na sequência será apresentada uma análise para cada ano em que o tamanho da mesma foi modificado, abordando de forma breve os fatores legais e socioeconômicos que influenciaram na direção da expansão urbana. A análise da direção da expansão urbana buscará identificar, além dos fatores citados, os elementos reguladores que a organizam (linhas e polos) e os que a contêm (barreiras e limites) (PANERAI, 2014, p. 60). Panerai (op.cit.) ao falar dos elementos que regulam a expansão urbana fala sobre a importância das linhas de crescimento, como as estradas e caminhos antigos, ao longo das quais as cidades crescem e se espalham. Se buscará fazer a identificação destas linhas de expansão, estradas antigas ou não, que direcionam o crescimento, para Estância Velha. As leis promulgadas no município que foram responsáveis por estas alterações foram citadas no capítulo anterior, na Metodologia.

---

<sup>20</sup> No escopo deste trabalho adota-se a definição de macrozoneamento como “a delimitação das zonas urbana, de expansão urbana, rural e macrozonas especiais (geralmente de proteção ambiental) do município” (BRAGA, 2001). Ressalta-se que, no presente caso, Estância Velha, o interesse de estudo é na divisão de macrozoneamento entre rural e urbano. Quando cabível, mapeou-se as macrozonas especiais, que incorrem em restrições de ocupação e de uso do solo particulares.

Figura 4.7: Evolução do zoneamento urbano de Estância Velha desde 1955 até 2018



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

O Quadro 4.2 traz os dados da Figura 4.7 em maior nível de detalhamento. Desde 1955 o município teve 75% de sua zona rural convertida em área urbana. A maior variação em período recente aconteceu em 2012, onde houve diminuição de 27% com relação ao período anterior. À exceção do período de 1955 a 1982, os dados mostram que desde os anos 1980 a área urbana do município não permanece inalterada por longos períodos de tempo. Embora cada evento de alteração de perímetro urbano seja analisado individualmente, a visualização dos dados de forma agrupada permite a aquisição de uma visão global de sua evolução ao longo do tempo, que culminou com a situação atual de macrozoneamento. Entre os fatores que interferem no crescimento das cidades estão o aumento populacional e bom desempenho econômico. Uma avaliação concisa destes dados em conjunto é apresentada na continuidade.

Quadro 4.2: Variação da área rural em Estância Velha

Área total municipal:			52 km <sup>2</sup>			
Ano	Área Urbana (km <sup>2</sup> )	Área Rural (km <sup>2</sup> )	Variação (km <sup>2</sup> )	Variação acumulada (km <sup>2</sup> )	Variação entre períodos	Variação acumulada
1955	4,0	48,0	0	0	0%	0%
1982	25,6	26,4	-21,64	-21,64	-45%	-45%
1987	27,2	24,8	-1,58	-23,22	-6%	-48%
1994	34,7	17,3	-7,47	-30,69	-30%	-64%
2004	35,0	17,0	-0,31	-31	-2%	-65%
2012	40,0	12,0	-4,45	-35,99	-27%	-75%

Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

Dados numéricos detalhados da composição da população (urbana e rural) e variação ao longo do tempo são apresentados no Quadro 4.3. Estância Velha é, desde seu surgimento, um município de população majoritariamente urbana e centrado na atividade industrial coureira. Isto fica evidente quando se analisa a composição de sua população ao longo do tempo, em seu maior percentual, urbana e com a população rural não chegando a perfazer 15% da população total. O cruzamento das variáveis participação percentual da indústria no PIB municipal, população, variação percentual da população entre censos demográficos e percentual do território classificado como urbano é apresentado na Figura 4.8.

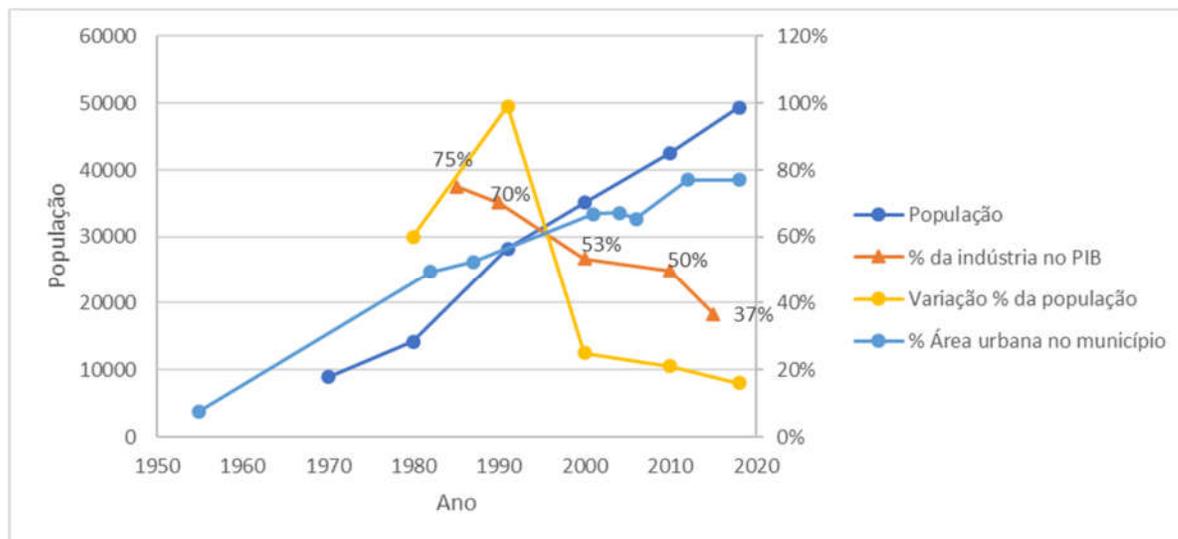
Quadro 4.3: População de Estância Velha de 1960 até 2018

Ano do censo	População	Δ%	Urbana	Rural	% da População rural	Δ% Rio Grande do Sul
1960	11377*					
1970	8916		7727	1185	13%	
1980	14229	171%	12831	1398	10%	18%
1991	28190	99%	26713	1477	5%	15%
2000	35132	25%	34367	765	2%	11%
2010	42574	21%	41496	1093	3%	5%
2018**	49345	16%	48086	1259	3%	6%
*neste ano, Ivoti ainda não se emancipara de Estância Velha						
**valores de população estimados pelo IBGE						

Elaborado por BALESTRO, F. (2019) com base em dados do IBGE

A população de Estância Velha vem crescendo a um ritmo superior ao ritmo estadual, o que é um indicio de que não está estagnada. Seu ritmo de crescimento vem, no entanto, diminuindo significativamente de um censo ao outro. Quando os dados de crescimento populacional são analisados em conjunto com a economia municipal industrial, vê-se que enquanto a indústria dos curtumes estava em alta, compondo um percentual elevado do PIB, o crescimento populacional era bastante acentuado. Nos primeiros levantamentos disponíveis, no período em que a indústria correspondia a cerca de 75% do PIB (até os anos 1990) há um salto da população municipal, que variou 60% dos anos 1970 aos anos 1980 e 100% dos anos 1980 aos anos 1990. Após, com a crise do setor coureiro calçadista e a diminuição gradual da participação da indústria no PIB, também o ritmo de crescimento municipal passou a desacelerar.

Figura 4.8: Gráfico de comparativo temporal (1955-2018) entre população, variação percentual da população entre os períodos, participação da indústria no PIB e variação percentual da área rural



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019) utilizando dados do IBGE e FEE

Conforme visto, o percentual de área urbana no município aumenta de forma incremental ao longo dos anos e os fatores que levaram a esta expansão serão detalhados na sequência. Cada período é considerado de forma individual, oportunizando o aprofundamento dos fatores que possam ter levado à ampliação do perímetro, bem como das variáveis espaciais pertinentes.

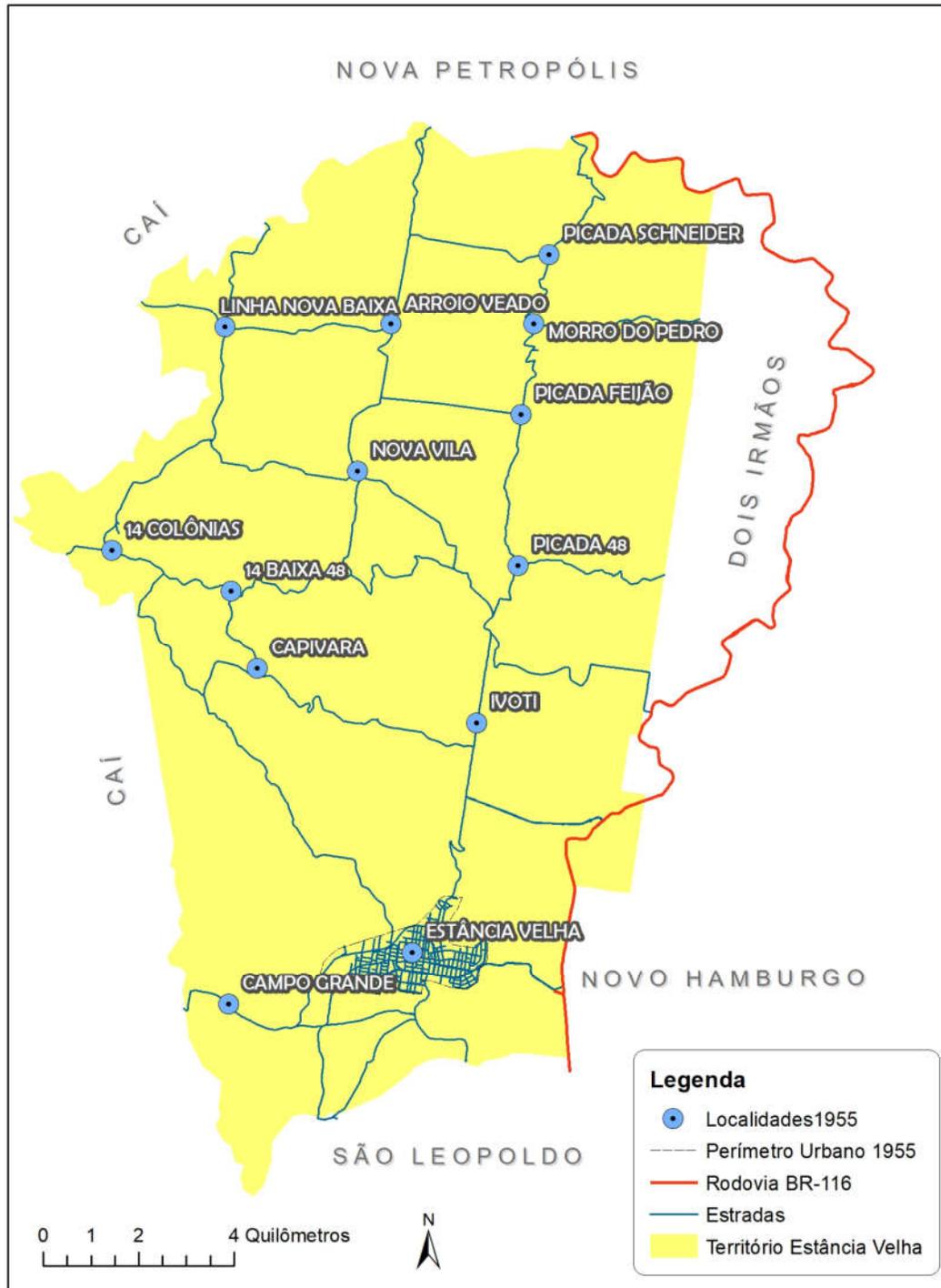
#### 4.2.1 Primeira delimitação do perímetro urbano: 1955

O município de Estância Velha teve sua primeira lei de Plano Diretor promulgada em 1955 (Lei Municipal Nº 585, de 02/09/1955), com base em um levantamento topográfico de 1951. O município ainda contava com seu território original, de 224 km<sup>2</sup>, ao invés dos atuais 52 km<sup>2</sup>. Ressalta-se que, conforme definido na metodologia, a área de estudo desta pesquisa é feita considerando o território atual de Estância Velha, desde a emancipação de Ivoti em 1963. Entretanto, com a finalidade de aprofundamento da análise, destaca-se brevemente o contexto do território municipal inteiro, que era válido em 1955. O núcleo urbano, compacto, tinha apenas 6 km<sup>2</sup>. Naquela época, o núcleo urbano estava bem delimitado no Plano Diretor e era composto pelo desenho das ruas (previstas ou existentes) em que efetivamente se previa ocupação urbana, localização das praças, nomenclatura viária, detalhamento do

desenho e da largura das vias previstas, curvas de nível e demais elementos topográficos relevantes.

Conforme o Decreto-lei nº311, de 1938, a zona rural é considerada como todo o território fora do perímetro urbano, sendo de 218 km<sup>2</sup> em 1955, portanto. No caso do Plano Diretor de 1955, o mesmo não faz menção ao que está localizado fora do núcleo urbano estabelecido, uma prática que não era incomum na época. O único documento que apresenta todo o território do município é um mapa, onde constam a localização dos povoados e dos principais caminhos, sem maior detalhamento da malha viária interna a estes povoados. Este mapa foi reconstituído em ambiente SIG e é apresentado na Figura 4.9.

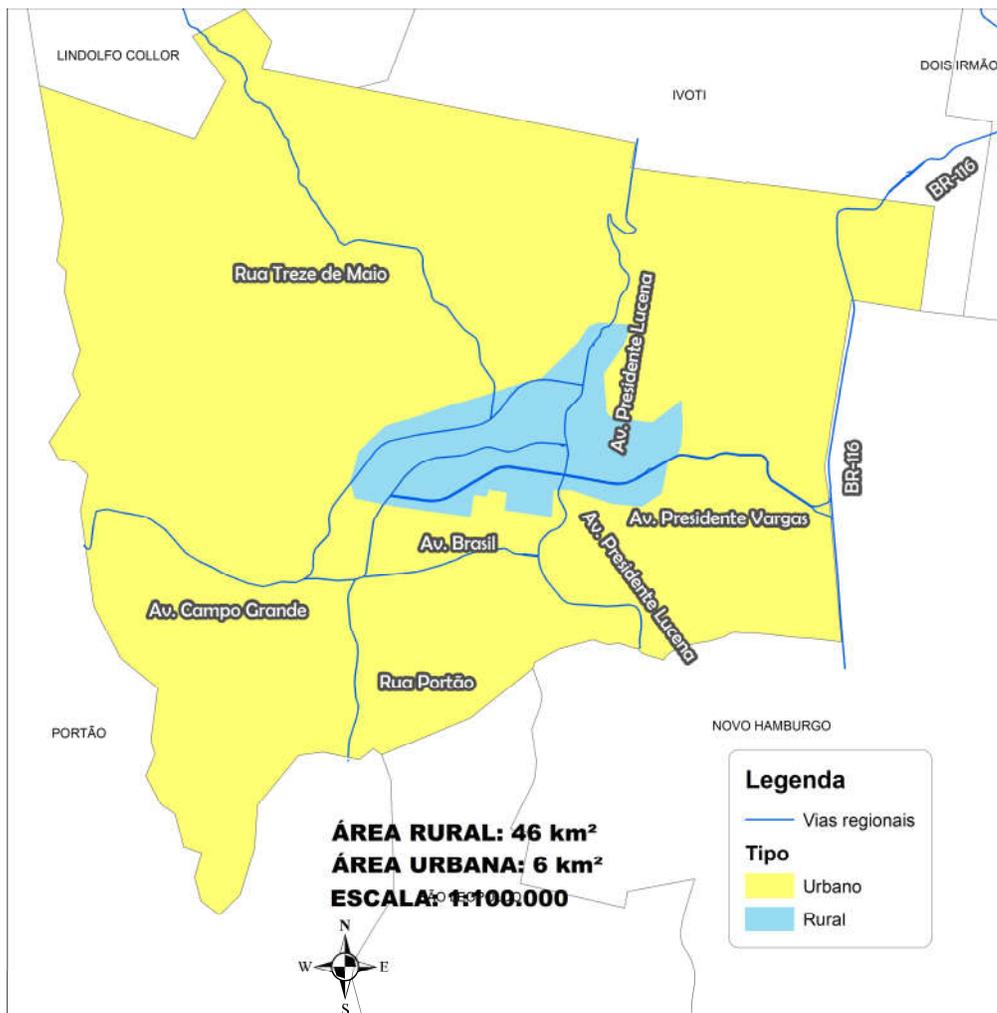
Figura 4.9: Mapa de toda extensão territorial de Estância Velha em 1955 e principais povoados



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

Nesta época a cidade estava centrada na atividade industrial dos curtumes, que eram em número de dezoito e se localizavam dentro do perímetro urbano, junto de arroios, dada a necessidade de grande volume de água para a atividade (GARLIPP, [s.d.]). Desde a instalação dos primeiros curtumes no município, os mesmos também tinham como localização preferencial a proximidade com a Avenida Presidente Lucena. Esta avenida é uma via de ligação intermunicipal de grande importância histórica para a região uma vez que a mesma faz ligação com Ivoti. As principais vias de ligação existentes no ano de 1955 são apresentadas na Figura 4.10, que traz o mapa territorial do município com as divisas que o mesmo adquiriu após a emancipação de Ivoti, ocorrida em 1963 e que são o foco deste trabalho.

Figura 4.10: Primeiro perímetro urbano (1955) e principais vias de ligação regional



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

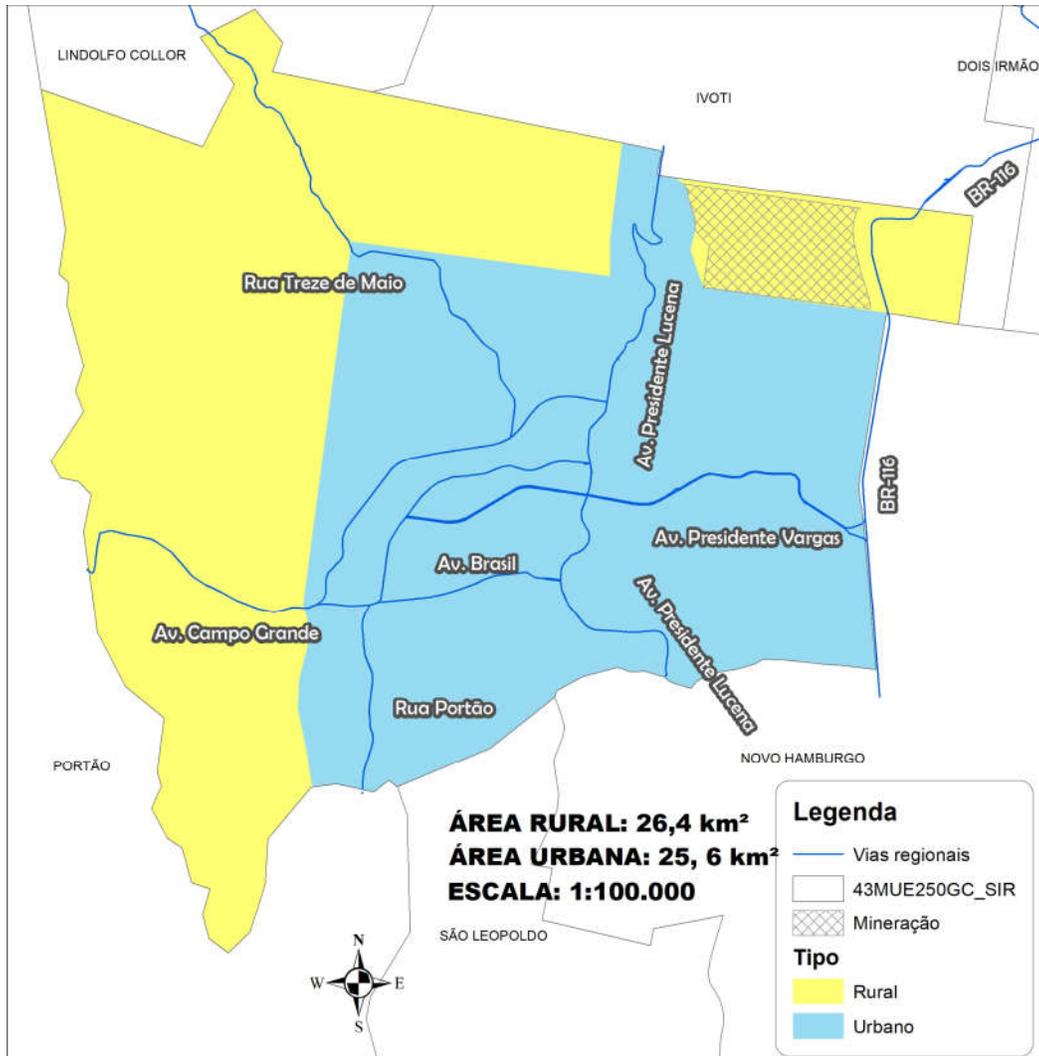
Nesta época, de 1955, a BR-116 já era existente, porém, ainda não asfaltada. Conforme mencionado, Novo Hamburgo tinha uma estação de trem ainda em operação que recebia a produção das cidades próximas e era uma cidade central na economia regional. Esta cidade consumia couro de Estância Velha para utilização na confecção de calçados, tendo o título de capital nacional do calçado. A existência de fluxos entre as duas cidades e o impacto na direção da urbanização fica evidente a partir da análise do perímetro urbano em 1982.

#### 4.2.2 Segunda delimitação de perímetro urbano: 1982

No ano de 1982, quando o perímetro urbano é delimitado pela primeira vez em lei (Lei municipal nº733/82), há salto no tamanho da área urbana municipal, passando de 6 km<sup>2</sup> para 25,6 km<sup>2</sup>, atingindo metade da área do município. Essa primeira delimitação legal de perímetro urbano permite que se observe tanto a direção da ocupação urbana no município desde o ano do primeiro Plano Diretor, quanto atua como um direcionamento da expansão urbana, uma vez que um aumento desta magnitude também englobe áreas rurais, que não necessariamente estavam passando por um processo de urbanização. O novo perímetro traçado torna áreas urbanas neste período inicial de expansão (1955-1982) o bairro Rincão e a ocupação junto das divisas com municípios mais populosos, como Novo Hamburgo e São Leopoldo. Como visto anteriormente, Novo Hamburgo, sobretudo pelo seu tamanho e importância dentro da região atua como um polo que atrai a ocupação de Estância Velha em sua direção, especialmente após o asfaltamento da BR-116, que ocorre nos anos 60 e fortalece ainda mais as relações comerciais. Ao discorrer sobre elementos que direcionam a expansão urbana, Panerai (2014) comenta que grandes cidades possuem este poder de atração, polarização e direcionamento da expansão urbana. O outro sentido de expansão se dá ao longo da Avenida Presidente Lucena, em direção a Ivoti, cidade com a qual o município de Estância Velha também mantém relações comerciais e culturais (Figura 4.11).

É do início dos anos 1980, também, o estabelecimento de uma região de pedreira no município, pertencente à empresa Sultepa e localizada junto à divisa com Ivoti, que permanece em atividade até a presente data. A região desta pedreira, atua como uma barreira à urbanização naquela direção.

Figura 4.11: Perímetro urbano em 1982, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

A grande expansão urbana do município no período também é marcada pela ascensão do mercado coureiro-calçadista da região, que conseguiu se alavancar internacionalmente e atraiu muitas pessoas para morar na cidade, dada a ampla oferta de empregos. A boa fase do setor curtidor durou entre as décadas de 1970 e 1980, até o início dos anos 1990. Os dados econômicos do Quadro 4.4 mostram uma transição que se dá nesse período, com a indústria respondendo por 75% do PIB do ano de 1985 e reduzida a 47% do PIB em 1996. Os dados completos da composição da economia de Estância Velha ano a ano estão apresentados no Anexo B.

Quadro 4.4: Participação da indústria no PIB de Estância Velha dos últimos 30 anos (1985-2015)

Ano de referência	% indústria no PIB	Ano de referência	% indústria no PIB
1985	75,11%	2005	52,23%
1990	70,15%	2006	51,58%
1996	47,00%	2007	45,60%
1997	55,21%	2008	44,80%
1998	49,15%	2009	40,65%
1999	51,38%	2010	49,71%
2000	53,33%	2011	47,21%
2001	52,76%	2012	44,24%
2002	53,17%	2013	42,14%
2003	53,20%	2014	38,48%
2004	55,23%	2015	36,75%

Fonte: elaborado com dados da Fundação de Economia e Estatística

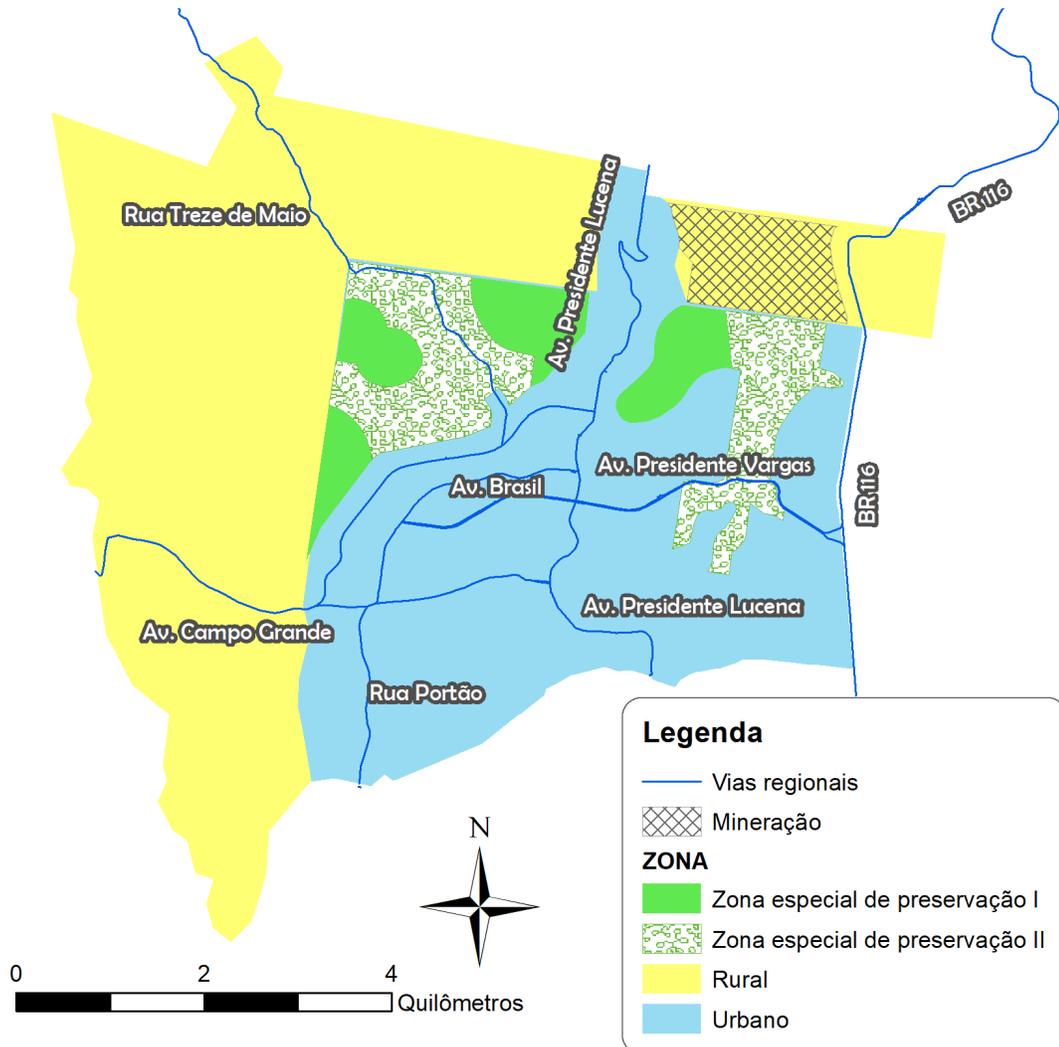
No ano seguinte após a definição legal do perímetro urbano de 1982 entrou em vigor o Plano Diretor de 1983. Esse Plano Diretor não alterou os limites e o tamanho da zona rural, que é mencionada em dois momentos no documento: uma concernente à sua localização, definida como tudo o que está fora do perímetro urbano e a segunda referente às atividades permitidas para esta zona, que estavam sujeitas ao disposto no Estatuto da Terra ( Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964). Desse Plano Diretor é relevante a delimitação de um zoneamento ecológico do município, que perduraria até o Plano Diretor de 2012, e o qual definia áreas de interesse ambiental e de risco para ocupação humana. O uso e a ocupação destas áreas era restritivo e dada de acordo com a redação abaixo, do Plano Diretor de 1983:

Na Zona Especial de Preservação e Áreas Verdes, em casos específicos as edificações poderão ocupar no máximo 10% (dez por cento) da área total.  
Parágrafo único. As edificações localizadas nesta área deverão ter aprovação prévia do Órgão Técnico de Planejamento do Município, do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, e do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF.

Estas áreas demarcadas no Plano Diretor como Zonas Especiais de Preservação estão contidas dentro de áreas apontadas como Áreas Impróprias à Ocupação Humana (encostas) e Áreas com Sérias Restrições à Ocupação Humana (encostas, morros-testemunho, morros alongados, planície aluvial atual) por um estudo da CPRM (1994). Elas vieram a se consolidar como uma barreira entre a ocupação urbana e a zona rural, tanto pelas dificuldades de ocupação inerentes ao relevo e às características do terreno (áreas alagadiças

e de banhado) quanto pelas restrições legais, que limitavam a ocupação à 10% da área do terreno. A Figura 4.12 apresenta o zoneamento ambiental dado pelo Plano Diretor de 1983 em conjunto com a delimitação da zona urbana e da zona rural.

Figura 4.12: Condições legais à ocupação urbana determinadas pelo zoneamento de 1983



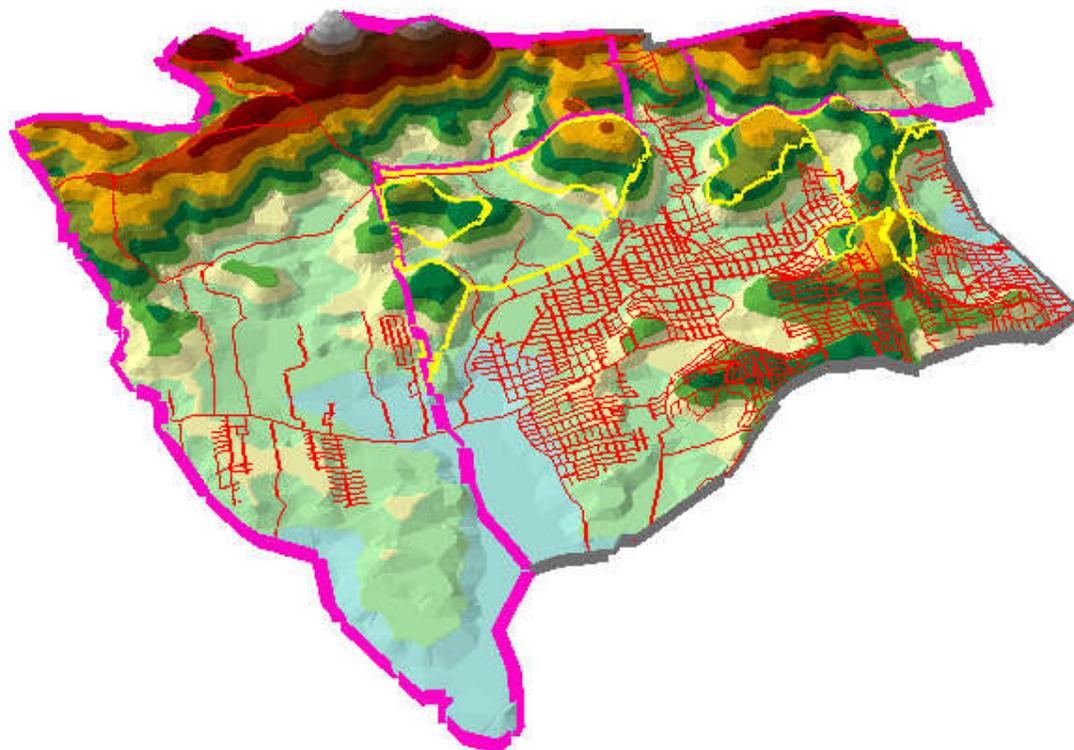
Fonte: elabora por BALESTRO, F. (2019)

As condições naturais destes locais com topografia acidentada e terrenos alagadiços provavelmente fizeram com que não tenham sido ocupadas durante o primeiro período de expansão urbana (1955-1982), mesmo sem as restrições legais que vieram com o Plano Diretor de 1983. A análise da topografia sugere que a mesma atua como uma barreira e um limite à ocupação urbana (Figura 4.13), e que a urbanização ocorreu onde ela é mais favorável. O município se encontra no início da Serra Gaúcha e conta com morros acentuados,

em especial no trecho da avenida Presidente Lucena na divisa com Ivoti. Há uma diferença de 100 metros na elevação do terreno, com o município de Ivoti localizado na parte de cima do morro e Estância Velha na de baixo. O fator da topografia acentuada e das condições naturais de relevo, conforme será visto, tiveram um papel relevante para a direção da expansão da mancha urbana.

A Figura 4.13 apresenta, além da visualização em 3D do relevo do município, o arruamento atual, o limite da zona rural em 1982 e a delimitação das Zonas Especiais de Preservação Ambiental. O arruamento incluído foi o atual uma vez que não foi obtido um mapa de arruamento da década 1980 e considerou-se relevante para o entendimento do papel da topografia na expansão urbana do município a inclusão do mesmo.

Figura 4.13: Topografia e relevo de Estância Velha

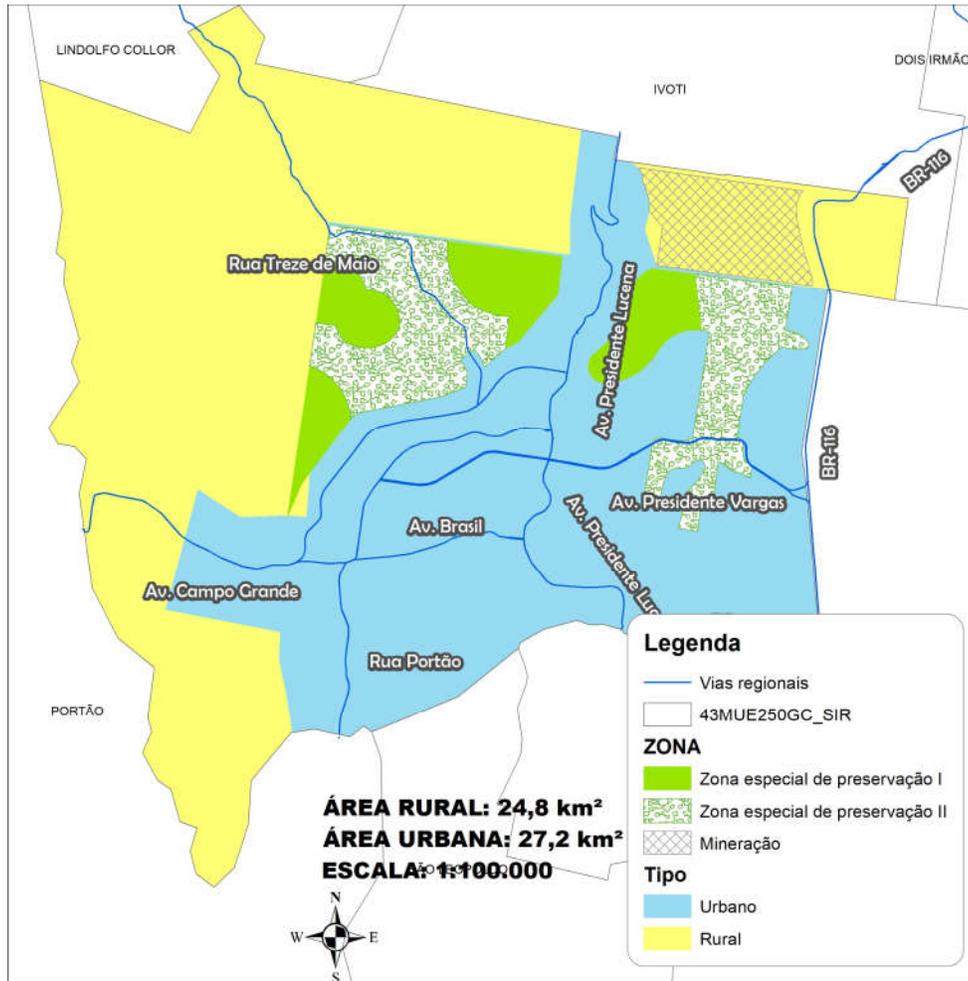


Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019) com base em dados de Weber e Hasenack (2007)

#### 4.2.3 Terceira delimitação de perímetro urbano: 1987

Neste período, a zona urbana avança em direção à Portão, englobando parte da avenida Campo Grande, em uma região onde a existência de algumas indústrias motivou um certo adensamento ao longo da avenida. Esta avenida é uma via de ligação intermunicipal que se configura como uma das linhas de crescimento do município, ao longo das quais se verifica a tendência de crescimento urbano, que posteriormente culminou com o aumento do perímetro urbano nesta direção, ainda que tais áreas não estivessem efetivamente adensadas, conforme será visto na sequência.

Figura 4.14: Perímetro urbano em 1987, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

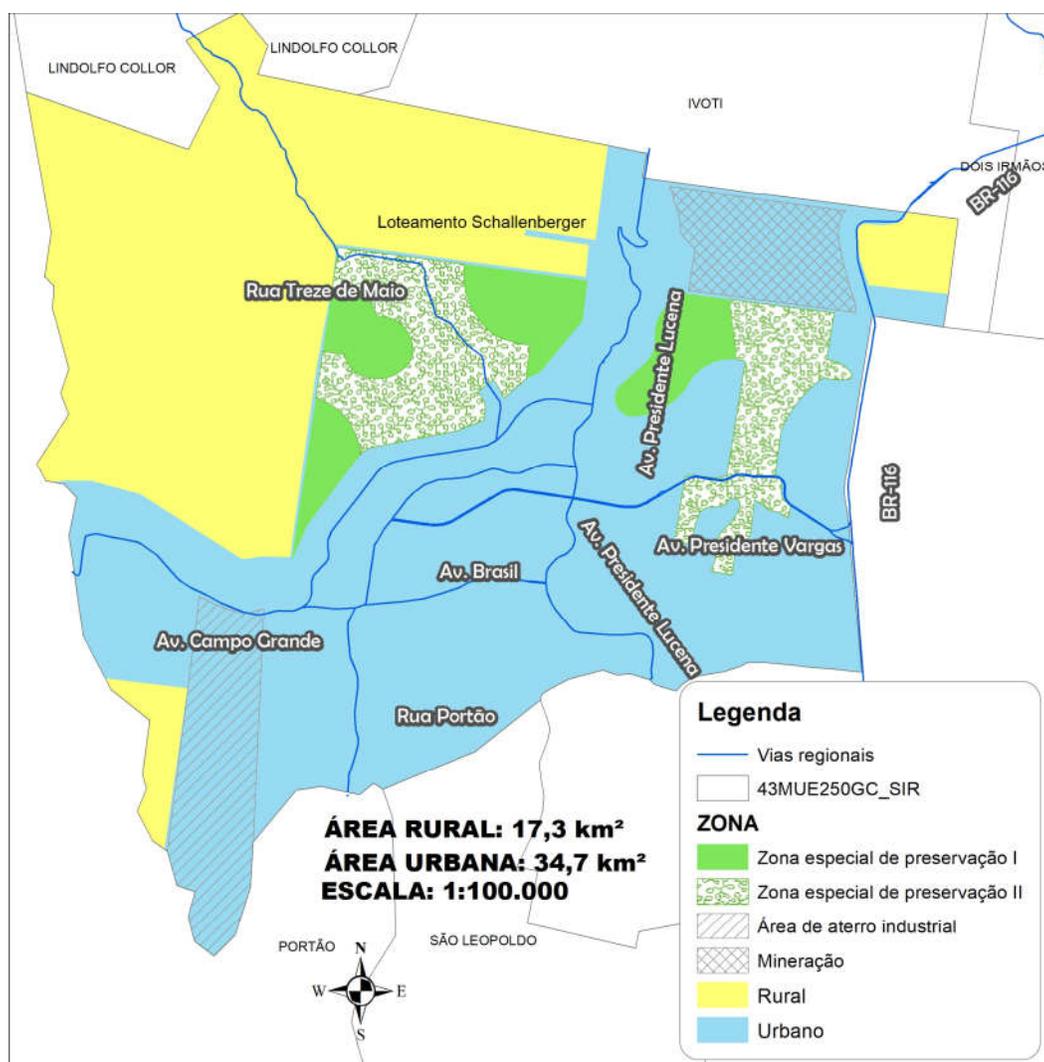
#### 4.2.4 Quarta delimitação de perímetro urbano: 1994

No ano de 1994 foi feito um novo aumento do perímetro urbano, que resultou em um acréscimo de 7,44 km<sup>2</sup> à zona urbana municipal. A zona rural passou a ser dividida em três partes desconexas entre si, sendo dois fragmentos de pequena extensão territorial. Estas características aumentam a pressão de urbanização destas áreas em seu limite com a zona urbana pelo crescimento contínuo adjacente da cidade (PANERAI, 2014) e por se tornarem muito próximas às zonas urbanas, característica que as tornam mais sujeitas à especulação imobiliária (BRANDÃO e FEDER, 1995, p.8).

Conforme visto anteriormente, a avenida Campo Grande é uma das vias ao longo das quais ocorre o crescimento urbano e, neste ano, o perímetro urbano é aumentado ao longo desta via até a divisa com o município de Portão. A partir de 1994 é verificada uma tendência de aumentos do perímetro urbano motivados pela regularização fundiária de loteamentos irregulares, que avançam para o interior da zona rural. Nesse ano surge um aumento do perímetro urbano em forma uma faixa estreita, que avança para dentro da zona rural, próximo da divisa com Ivoti. Essa faixa estreita é o Loteamento Schallenberger, uma ocupação irregular demarcada como área urbana no Plano Diretor de 1994 e regularizada, com fornecimento de escritura aos moradores, em 2011.

O mapa de zoneamento municipal de 1994 traz uma nova barreira ao crescimento urbano, a UTRESA S/A, um aterro industrial de resíduos perigosos. Essa empresa foi fundada pelo Sindicato das Indústrias de Curtume de Estância Velha e constituída por 13 empresas do ramo com o objetivo de gerenciar e destinar adequadamente os resíduos gerados pelas indústrias de couros e peles do município. Estabeleceu-se no ano de 1990 e ocupa uma grande área no limite de Estância Velha com Portão, dentro de uma zona definida como industrial. Essa área funciona como uma barreira à urbanização por impedir o avanço nesta direção, devido ao seu zoneamento industrial e, por estar localizada junto do limite de parte da zona rural adjacente, limita a pressão urbana sobre a mesma.

Figura 4.15: Perímetro urbano em 1994, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana

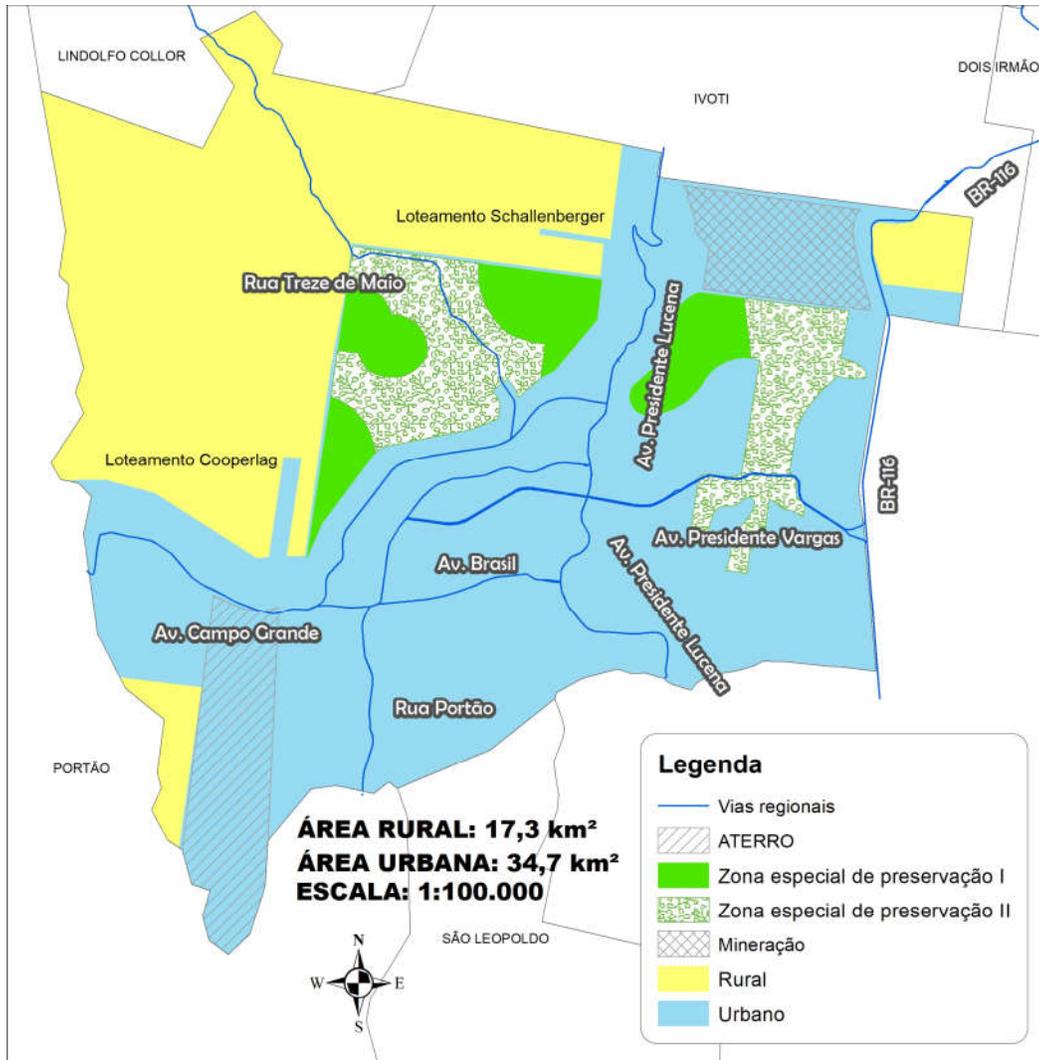


Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

#### 4.2.5 Quinta delimitação de perímetro urbano: 2004

No ano de 2004 ocorre um caso semelhante ao loteamento Schallenberger, onde uma faixa de terra estreita que avança em direção à zona rural é demarcada como urbana. Esta ocupação irregular, denominada loteamento Cooperlag, foi recentemente regularizada, em 2017, com base na lei Reurb (Lei nº13.465 de 2017). A diminuição da zona rural neste Plano Diretor é de 3 mil metros quadrados.

Figura 4.16: Perímetro urbano em 2004, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

#### 4.2.6 Sexta e vigente delimitação de perímetro urbano: 2012 - 2018

Finalmente, a última revisão do Plano Diretor de 2012, que se mantém até hoje (2018), traz mudanças significativas (Figura 4.17). A primeira é um aumento do perímetro urbano expressivo, de 4,5 km<sup>2</sup>. A zona urbana avança para englobar uma ocupação irregular de grandes proporções no bairro Campo Grande, sinalizada em verde na Figura 4.17. A ocupação está localizada ao longo da rua Trajano Nunes Cardoso, uma avenida da zona rural onde estão sendo abertas diversas ruas com pequenos lotes de casas. Em contato com a

prefeitura se descobriu que o aumento da área urbana em 2012 foi motivado pelo surgimento destes núcleos urbanos informais dentro da zona rural e da necessidade do poder público municipal de suprir serviços a esta população, que passou a demandá-los. A decisão do poder público de aumentar expressivamente o perímetro urbano faz com que áreas com características rurais sejam classificadas como urbanas.

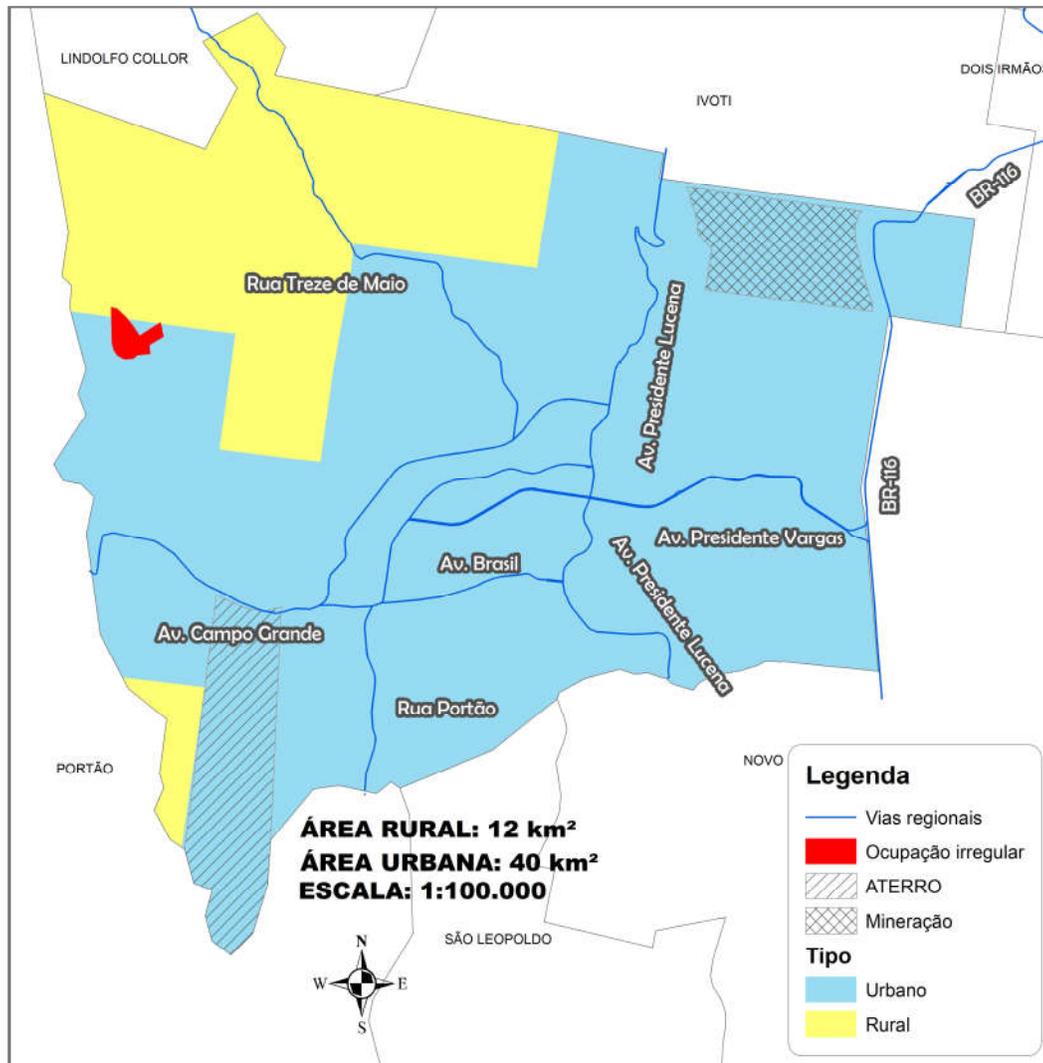
A ampliação da zona urbana se deu de forma a englobar a totalidade dos loteamentos e ocupações irregulares e as laterais do loteamento Schallenberger e do loteamento Cooperlag. Os loteamentos irregulares verificados contam com o formato de uma via extensa, que avança de forma linear para dentro da zona rural. Este padrão de loteamento em espinha de peixe é comum devido ao seu caráter econômico para o proprietário. Porém, este tipo de loteamento cria um avanço em direção à zona rural e potencializa o efeito de transformação do tipo de ocupação pelo processo de expansão do perímetro urbano por aglomerado linear ao longo das vias que foram abertas (BHATTA, 2010).

Outra mudança significativa foi a eliminação de uma das barreiras à expansão urbana definida por legislação urbanística. Isso se deu mediante a modificação do zoneamento municipal das áreas de risco à ocupação humana e preferenciais para a preservação ambiental, as Zonas Especiais de Preservação I e II (ZEP I e II), delimitadas em 1983 e que se mantiveram traçadas em Plano Diretor até 2012. Ocorre a transformação do zoneamento destas áreas, conforme ilustrado na Figura 4,18.

A zona, que foi considerada pela CPRM (1994) como de risco à ocupação humana, além de ser um local com presença de recursos hídricos importantes e banhados, foi transformada em Zona 1, Zona 2 e Zona Mista, cuja descrição do tipo de aproveitamento do solo é dada pelo Plano Diretor (grifo nosso):

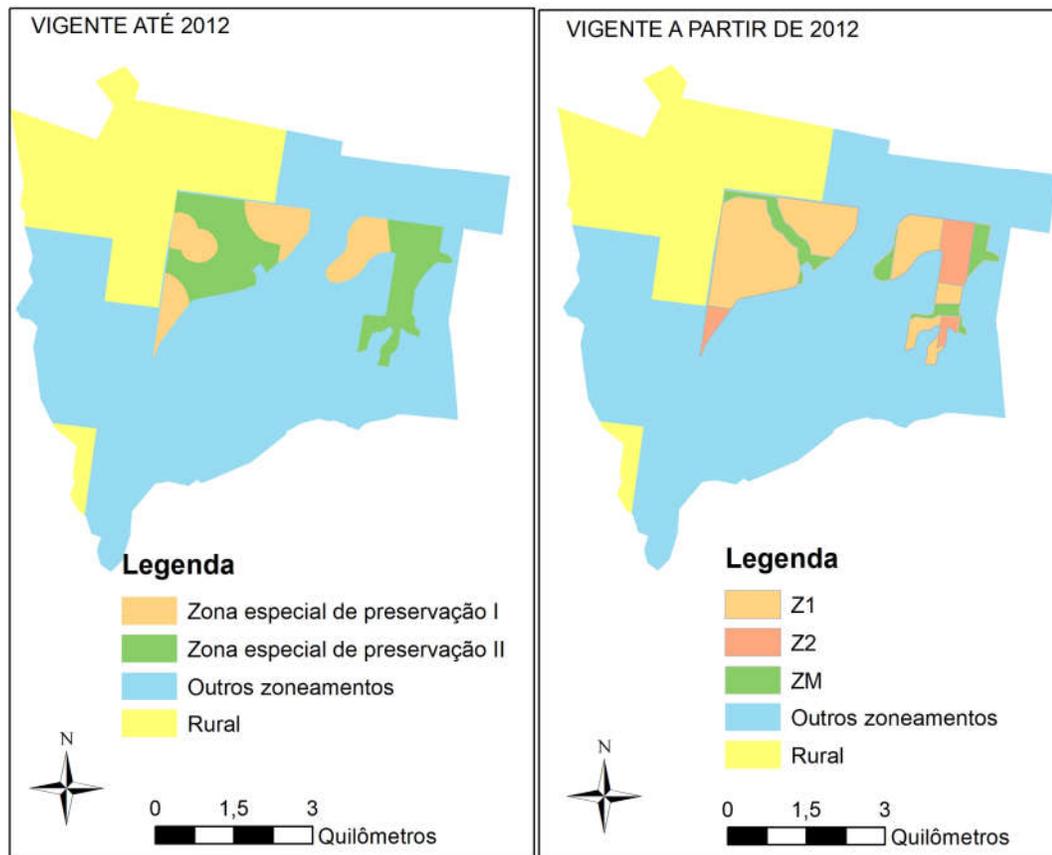
- I - Z1 - Zona 1 - Caracteriza-se pelas **condições físicas favoráveis à ocupação** e disponibilidade de infraestrutura urbana, permitindo uma ocupação de média densidade populacional integrada às atividades de comércio de abastecimento local bem como de indústrias que não causem incômodo aos moradores;
- II - Z2 - Zona 2 - Caracteriza-se pela **proximidade às áreas geradoras de emprego**, justificando uma **ocupação mais intensiva do solo** que possibilite uma maior oferta habitacional e otimização do aproveitamento da infraestrutura urbana. Os **lotes são menores** de forma a viabilizar os investimentos necessários com infraestrutura devido às restrições do meio;
- III - ZM - Zona Mista - Caracteriza-se pela proximidade aos eixos de ligação intermunicipais, permitindo a integração dos diversos usos: residencial, comercial, industrial não poluente, e instalação de estabelecimentos de apoio às ZI, ZC, ZM - 2, CD e CDT;

Figura 4.17: Perímetro urbano em 2012, principais vias de ligação regionais e barreiras à expansão urbana



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

Figura 4.18: Novos zoneamentos da área de preservação ambiental



Fonte: BALESTRO, F. (2019)

Os grifos acima servem para retratar alguns pontos referentes à esta modificação, que salta de uma zona onde era permitida a ocupação de 10% da área dos lotes para áreas de zoneamento intensivo, desconsiderando as características apontadas pelo estudo da CPRM, bem como a relevância ambiental das mesmas. A demarcação das ZEP no zoneamento fazia com que parte da zona rural estivesse protegida por uma barreira entre zonas de ocupação intensiva e a mesma. A existência desta barreira legal, em conjunto com as dificuldades de topografia e relevo locais, contribuía para conter a expansão urbana naquela direção. Como sua extinção é relativamente recente, os efeitos práticos deverão ser verificados dentro de alguns anos.

Nesta revisão do Plano Diretor aparece de forma mais detalhada o ordenamento da ocupação para a zona rural, o que é um possível reflexo do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que passou a determinar que os Planos Diretores englobassem todo o território do

município. A área rural tem as seguintes ocupações possíveis pelo Plano Diretor (2012, com grifos da autora):

Art. 29 Na Zona Rural serão permitidos os seguintes usos: residencial unifamiliar, ERLN, CSTP, CSR, RT, I.2<sup>21</sup>, agro-industriais, comércio de abastecimento e I.1 somente quando se tratar de agro-industriais.

Art. 30 Na Zona Rural, o uso CSTP compreenderá somente depósitos, silos, armazéns e demais construções vinculadas à atividade rural.

Art. 31 **Somente será permitido o parcelamento de glebas localizadas na Zona Rural quando respeitado o módulo mínimo de 2ha.** Parágrafo único. É vedada a implantação de condomínios por unidades autônomas em Zona Rural, exceto quando se tratar de asilos ou casas de repouso.

O texto legal sobre as ocupações permitidas na zona rural deixa claro que restrições se aplicam à área e que visam conter o adensamento e preservar as características de produção primária da zona. Essa intenção é percebida na restrição ao parcelamento das glebas, impedimento à construção de condomínios fechados e foco explícito em ocupação de agroindústrias e atividades relacionadas. A análise dos aumentos de perímetro urbano motivadas por loteamentos e ocupações irregulares na zona rural mostram, no entanto, que apenas o texto da lei não garante a permanência da zona rural e não é suficiente para conter a expansão urbana. A legislação urbanística que se aplica ao local também acaba sujeita à ação do mercado imobiliário (ROLNIK, 1999, p. 1), em especial junto dos limites entre as zonas.

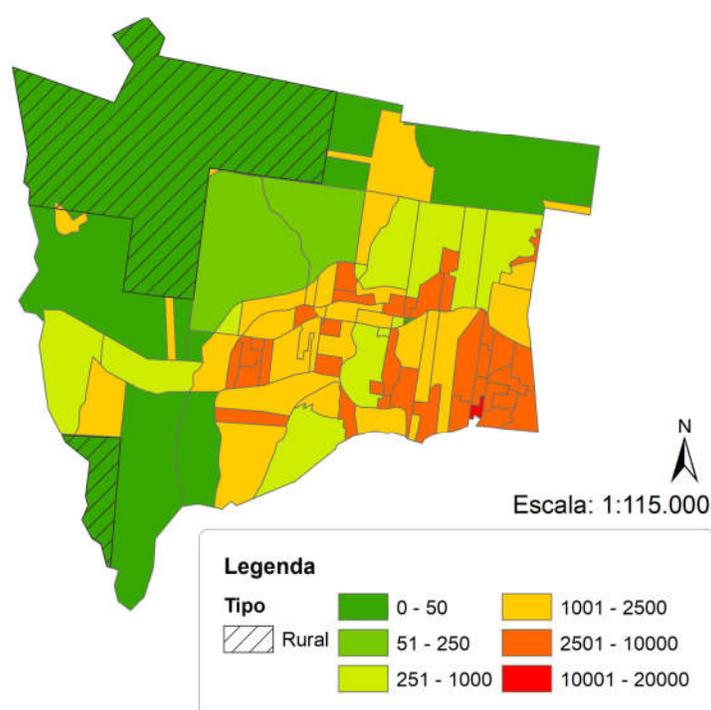
Nos limites entre os dois zoneamentos, atualmente, a zona rural faz divisa com zonas nas quais será permitida a ocupação do solo com elevadas densidades e uso intensivo do mesmo, sem que haja uma zona de transição que estabeleça uma barreira entre as áreas urbana e rural. Nesse tipo de situação há uma tendência de mudança no tipo de ocupação por expansão da ocupação urbana na vizinhança imediata. Uma análise das densidade habitacional por setor censitário para o caso de Estância Velha, apresentada na Figura 4.19, mostra que no entorno da zona rural, já são encontradas densidades mais elevadas de até 2000 hab/km<sup>2</sup>. Ressalta-se que, na figura, os setores censitários do IBGE datam de 2010, antes da mudança mais recente de perímetro urbano do município. A escala de cores vai do verde escuro (menor densidade) até vermelho (maior densidade populacional). As densidades demográficas na zona rural apresentam-se como baixas, de até 50 hab/km<sup>2</sup>. Os loteamentos

---

<sup>21</sup> Os tipos de ocupação descritos são os seguintes segundo redação do Plano Diretor (2012, p.9): Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos – ERLN, Comércio e Serviços Geradores de Tráfego Pesado – CSTP, Comércio e Serviços Perigosos – CSP, Recreacional e Turístico – RT, Indústria 2 - I.2: e Indústria 1 - I.1.

e ocupações irregulares que motivaram os aumentos do perímetro urbano tem densidade habitacional elevada, próximas de 2.000 hab/km<sup>2</sup>. Esses 'bolsões' de grande densidade coexistem com solo rural dentro da grande área que foi convertida em zona urbana no entorno dos mesmos. Acredita-se que estas áreas de solo rural que persistem dentro do perímetro urbano expandido deverão, aos poucos, ser convertidas em solo urbano pela expansão destes loteamentos e interesses econômicos de seus proprietários.

Figura 4.19: Densidades populacionais para os setores censitários na cidade de Estância Velha



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019) com base em dados do IBGE (2010)

#### 4.2.7 Conclusão do subcapítulo

O presente subcapítulo reconstruiu os mapas de macrozoneamento (rural e urbano) para o município de Estância Velha para o período de 1955 até 2018, com os objetivos específicos de analisar a evolução do perímetro urbano em conjunto com fatores históricos, socioeconômicos, legais e barreiras à expansão urbana e identificar a legislação urbanística municipal de alteração de perímetro urbano. Foi feito um levantamento dos aspectos históricos da origem do município e dos dados de população e de composição da economia, com destaque para o percentual da indústria na composição do PIB municipal, que mostram

que o município, desde sua origem, foi centrado na indústria, com destaque para a coureira. Viu-se que isto levou a um aumento substancial de sua população durante o período de auge econômico desta atividade, que perdurou até os anos 90 e que, embora a população siga crescendo atualmente, o ritmo vem decrescendo ano após ano. O setor industrial passou de mais de 70% da composição do PIB para, atualmente, cerca de 37%, segundo dados da FEE.

As leis municipais de ordenamento territorial são outro fator relevante que interfere na expansão urbana, ao permitir que o município defina seu zoneamento urbano e os critérios de ocupação de cada zona em particular. Ainda, ao instituir seu perímetro urbano, o município define automaticamente sua área rural (Decreto-lei nº 311, de 1938) e os limites da expansão urbana. Vê-se, no entanto, que as restrições legais não são suficientes para restringir o estabelecimento de ocupações e loteamentos irregulares. Essa distância entre a legislação urbanística e a urbanização real, que acontece na prática, apontada por Maricato (1999, 2003) e Rolnik (1999, p. 1) como típica do cenário brasileiro, é observada em Estância Velha, em escala proporcional ao tamanho da cidade, ou seja, menor do que em grandes cidades e capitais. As últimas três alterações de perímetro urbano (1994, 2004 e 2012) foram, de fato, motivadas pela necessidade de regularização fundiária de loteamentos e irregulares no interior da zona rural.

Enquanto nos anos de 1994 e 2004 o aumento no perímetro urbano para regularização fundiária ficou restrito à área efetiva da ocupação irregular, em 2012 há um aumento significativo, que, além de regularizar uma ocupação irregular, transformou uma grande área rural em área urbana. Esta situação possibilita que, nesta área ampliada de perímetro urbano, haja a ocorrência simultânea de solo rural e solo urbano, com algumas consequências. Uma delas é o tipo de imposto que é cobrado das propriedades classificadas como solo rural em área de perímetro urbano, o ITR (conforme a Constituição Federal de 88), o qual é muito menor que o IPTU. O imposto menor e a viabilidade legal de parcelamento do solo para fins urbanos (garantido pela Lei Federal nº 6.766/79) tornam estas áreas propensas à especulação imobiliária (onde o proprietário aguarda a valorização do entorno para lotear sua gleba), já que não há um ônus financeiro sobre os proprietários que seguirem utilizando sua propriedade para fins rurais. A ausência deste ônus também desestimula uma participação mais ativa dos proprietários e principais interessados no processo de revisão e aumento de perímetro urbano, uma vez que os mesmos não são prejudicados de forma alguma.

Bransão e Feder (1996) ao falarem sobre esta dinâmica, a localizam especialmente junto da linha divisória rural-urbano. De fato, uma vez que o perímetro sofra um aumento expressivo, uma região que antes se encontrava no interior da zona rural e, possivelmente

distante do centro urbano, agora sofre com a pressão de urbanização. Porém, também as áreas que permanecem como solo rural dentro do perímetro urbano recém-ampliado passarão por estas mesmas dinâmicas. Santoro e Pinheiro (2004) comentam que nas áreas limítrofes acaba ocorrendo uma desestabilização das atividades rurais que, tradicionalmente, eram exercidas nas propriedades, como consequência de uma visão de proximidade com o urbano e de iminência de urbanização. Ou seja, afora as pressões econômicas e imobiliárias mencionadas anteriormente, estas áreas – e a cidade, como um todo – ficam sujeitas a perderem atividades tradicionais econômicas, relacionadas à ruralidade. No aumento de perímetro urbano de 1982 isso ocorreu. A área que passou a ser urbana era uma área de chácaras, sítios, pesque-pague e haras da cidade e que foi efetivamente urbanizada apenas 20 anos depois. Ou seja, além de indicar que não havia uma demanda real para tal aumento expressivo na época, houve como consequência a perda gradual destas atividades e espaço para a ação da especulação do solo e especulação imobiliária.

Além da análise do macrozoneamento rural-urbano, foi feita a identificação das barreiras ao crescimento urbano. Esta avaliação identificou três barreiras à expansão urbana, definidas em legislação urbanística municipal, por meio de zoneamento no Plano Diretor. Duas delas foram demarcadas pelo Plano Diretor de 1983, as Zonas Especiais de Preservação Ambiental (ZEP), zonas impróprias à ocupação humana pela topografia e por serem banhadas e que restringiam a ocupação a 10% do lote, e a zona de mineração, uma grande área onde funciona uma pedreira. Já o Plano Diretor de 1994 demarcou em seu zoneamento uma área industrial onde se instalou um aterro de resíduos perigosos. Estas barreiras foram efetivas em conter a expansão urbana até o ano de 2012, quando o Plano Diretor foi alterado e as ZEPs deixaram de existir. Na prática, os efeitos de especulação imobiliária e de pressão na linha divisória são os mesmos que se verificam nas ampliações de perímetro urbano citadas anteriormente.

Uma análise visual inicial do macrozoneamento (urbano e rural) mostra que este zoneamento não foi suficiente para conter o aumento do perímetro urbano. Ou seja o elemento de regulação da expansão urbana dado pela legislação não foi efetivo para conter as mudanças no tipo de ocupação das zonas rurais. Em sùmula, neste subcapítulo tem-se que a legislação exerce uma fator importante de ordenamento territorial, mas que não é tão efetiva, uma vez que ocupações com fins urbanos dentro da zona rural continuam ocorrendo e são o principal motivo e pretexto para aumentos de perímetro urbano, muitas vezes superiores à área que efetivamente necessita de regularização fundiária. A legislação urbanística também teve um papel relevante na definição de barreiras à expansão urbana.

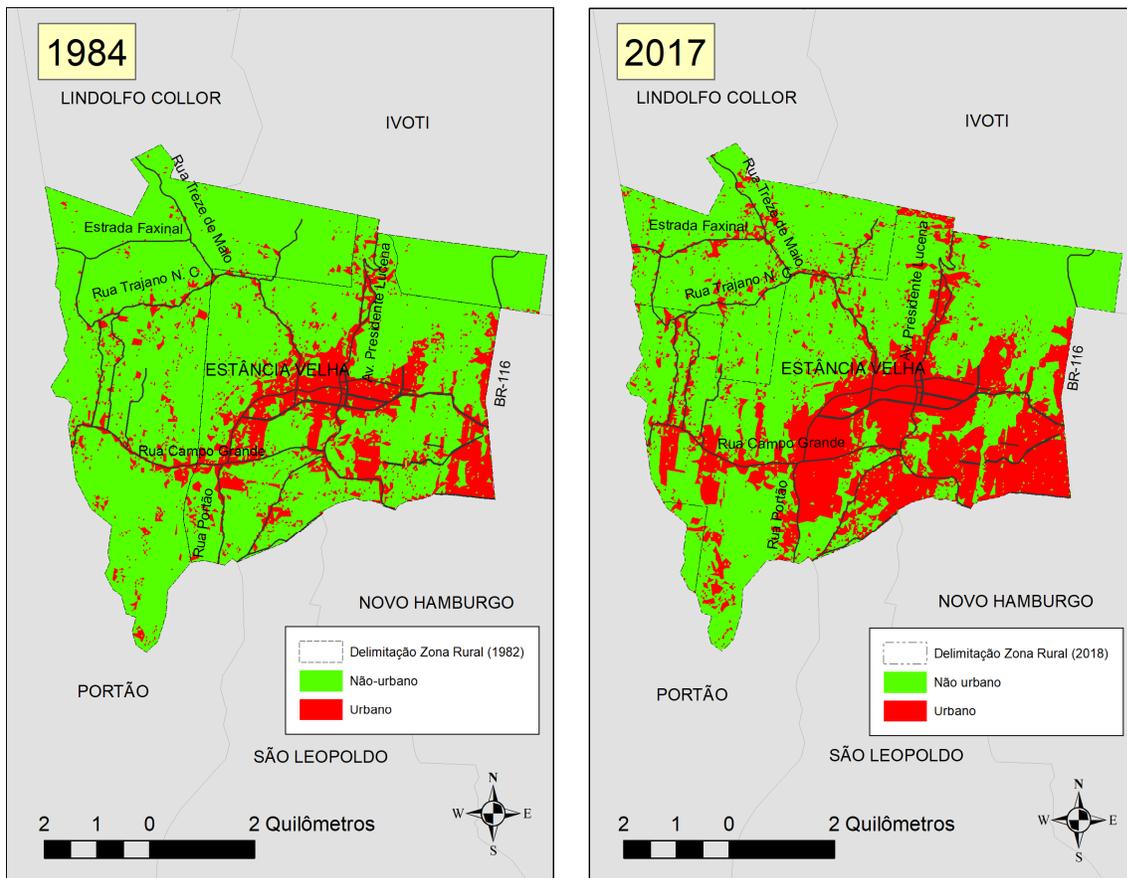
Até aqui viu-se que o perímetro urbano de Estância Velha vem aumentando ao longo do tempo, com conseqüente redução da zona rural, alguns fatores históricos e econômicos que levaram a isso e se buscou identificar as barreiras e limites à expansão urbana, bem como as linhas que dão a direção da mesma. Esta análise teve um foco maior no papel da legislação de ordenamento do solo. Na seqüência será visto como se deu a ocupação do solo no território municipal por meio da classificação de imagens de satélite para dois períodos distintos, 1984 e 2017. Esta análise permitirá complementar a averiguação das barreiras e das linhas de crescimento, em que pontos ocorreram maior adensamento urbano e como se dá a ocupação da zona rural.

#### 4.2.8 Evolução da ocupação e uso do solo em Estância Velha/RS

A análise de ocupação e de uso do solo para os dois períodos analisados, 1984 e 2017, é apresentada na Figura 4.21, onde as imagens foram classificadas segundo uma tipologia binária de uso urbano e não-urbano, onde uso urbano, no presente caso, considerou todo o tipo de construção, incluindo estradas e galpões. Uma segunda figura é apresentada, Figura 4.21, com a sobreposição da ocupação urbana para os dois períodos, visando permitir uma visualização facilitada das mudanças espaciais entre os momentos distintos. Uma ressalva em relação ao método é a possibilidade de haver erros de classificação, em especial classificando como uso urbano o solo exposto que tem resposta espectral semelhante à de áreas construídas. Devido a este fato ajustou-se manualmente a classificação da região da pedra para uso não-urbano. Isto foi feito porque esta área de rocha exposta, que está em operação desde 1980, provocaria uma análise errônea sobre a expansão urbana do município.

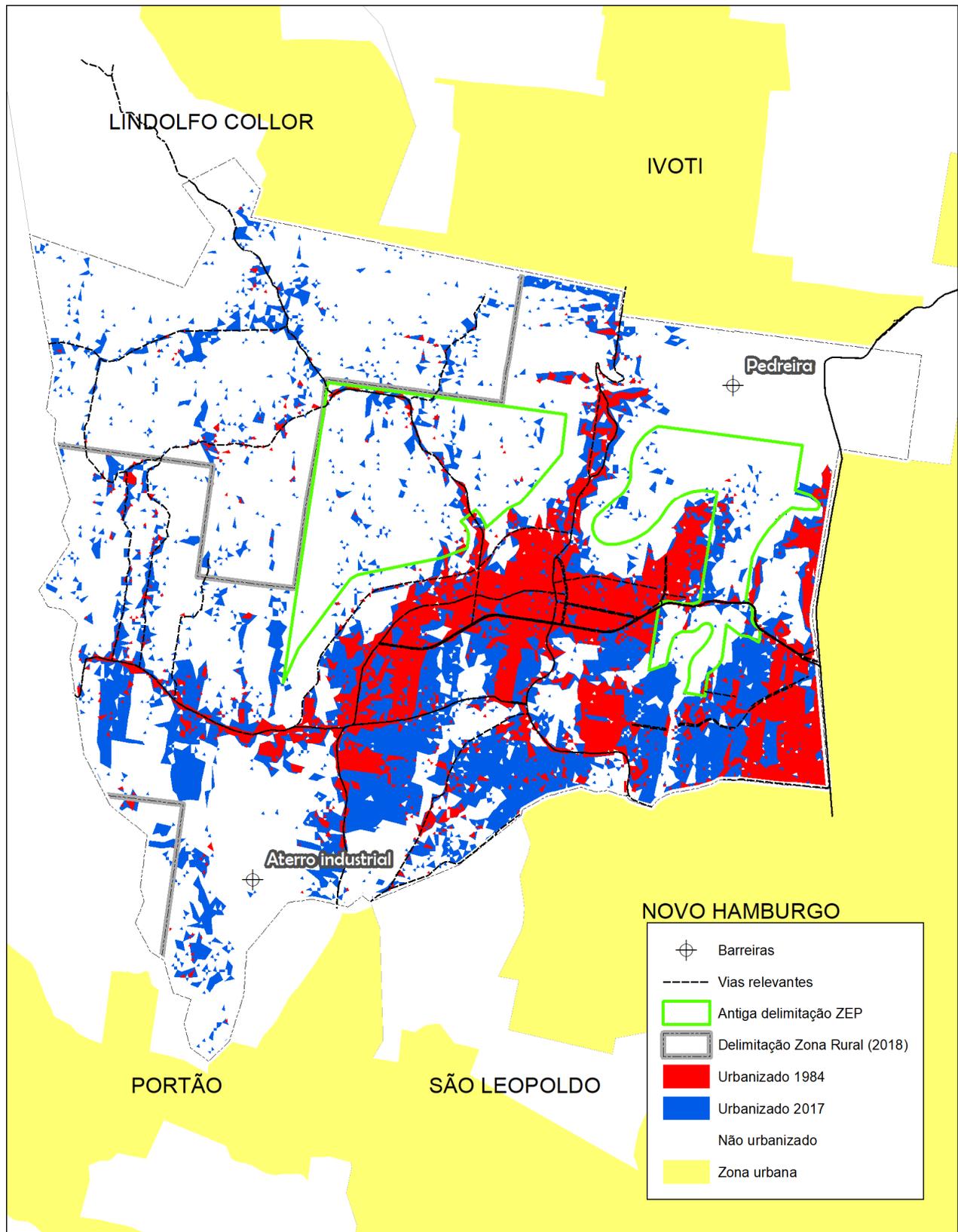
Na primeira figura são mostrados os dados de delimitação da zona rural vigente no ano das imagens. A segunda imagem apresenta os dados de identificação das barreiras (zona de proteção ambiental, pedra e aterro industrial), delimitação da zona rural vigente em 2017 e setores censitários classificados como urbanos dos municípios limítrofes. Na primeira imagem também foram incluídas as vias principais de ligação intermunicipal e outras vias e consideradas relevantes para a análise do resultado do mapa.

Figura 4.20: Classificação e uso do solo para os anos de 1984 e 2017



Fonte: BALESTRO, F. (2019)

Figura 4.21: Classificação de uso do solo sobreposta para os anos de 1984 e 2017



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

A primeira análise é quantitativa, em relação ao tamanho da ocupação urbana. Tem-se que, no ano de 1984 o município contava com 6,6 km<sup>2</sup> de ocupação urbana (e 45,4 km<sup>2</sup> de ocupação não-urbana), contra 16,6 km<sup>2</sup> de ocupação urbana em 2017 (35,4 km<sup>2</sup> de ocupação não-urbana), um aumento de 151%. Visualmente, fica evidente que a principal direção de crescimento é para o sudeste, em direção à Novo Hamburgo, direção na qual a mancha urbana aumentou substancialmente. Esse município, por sua relevância histórica dentro do cenário econômico da região, pode funcionar como um polo que atrai a expansão urbana em sua direção (PANERAI, 2014). Conforme visto anteriormente, este município possui grande relevância para a economia da região do Vale dos Sinos, funcionando como um polo regional. Especificamente para o caso de Estância Velha, enquanto a atividade de curtimento de couro estava em alta, este se inseria como consumidor do couro produzido no município. Por esse motivo há um forte adensamento junto da BR-116 e da divisa com este município.

A expansão para junto dessa divisa também confirma a análise do macrozoneamento municipal de 1982, de que o aumento do perímetro urbano ocorrido neste ano foi feito para englobar esta área. No entanto, enquanto seja fato que a cidade crescia e se expandia no bairro Rincão dos Ilhéus, localizado junto do município de Novo Hamburgo, esse aumento de perímetro englobou uma tradicional área de sítios e fazendas do município naquela época, localizadas ao sul da Rua Campo Grande. Estas fazendas acabaram por se tornar área urbanizada e loteada apenas muito tempo depois, cerca de 20 anos após o aumento do perímetro. Ou seja, o aumento do perímetro urbano ocorrido neste ano englobou uma área muito maior do que a que estava efetivamente passando pelo processo de urbanização e desta forma, também passou a atuar como direcionador da expansão urbana, ao tornar uma área anteriormente de solo rural, propensa ao adensamento. Essa análise também corrobora o disposto no subcapítulo anterior 4.2.2.

A segunda análise a ser feita é com relação aos eixos viários, relevantes para avaliação da direção que ocorre a ocupação no período estudado, conforme Panerai (2014, p. 60), que denomina esse direcionamento de “linhas de crescimento”. Já Villaça (2001b) analisa que vias de ligação regionais relevantes atraem tráfego e, portanto, tenderão a se configurar como eixos ao longo dos quais ocorre urbanização. Esta avaliação é feita a partir da comparação entre o uso do solo das duas imagens, onde estão representadas as principais vias de ligação intra e intermunicipal. Viu-se que a principal direção do crescimento é a sudeste, onde está concentrada a maior expansão da mancha urbana, desde o núcleo central original até a divisa com Novo Hamburgo. A partir das ruas e avenidas principais dentro do núcleo urbano original, como a Rua Portão e a Avenida Brasil, ocorre a expansão contínua da

urbanização com ocorrência de preenchimento dos vazios entre as vias, conforme classificação de Herold et al (2005). Na região que existe entre esse núcleo central e a BR-116, junto de Novo Hamburgo, há um aumento significativo da ocupação urbana entre os dois anos analisados. Essa região está muito mais adensada, com poucos vazios, e a direção de avanço vem tanto no sentido do núcleo central em direção a Novo Hamburgo, quanto da BR-116 em direção ao centro de Estância Velha.

Na direção sul do município, uma via relevante é a ligação com o município de Portão, que se inicia com a rua Portão e próximo do limite municipal vira a RS-239. Esta rodovia segue até o encontro com a RS-240, uma via importante de circulação dentro do contexto estadual. É junto da mesma, nesta direção, que se dá um aumento significativo da urbanização. Ao longo do tempo, melhorias na infraestrutura como asfaltamento, motivaram o assentamento de pessoas e de indústrias, que buscam a proximidade com a RS-240 (esta rodovia foi asfaltada na década de 1970, segundo relato de funcionário da prefeitura). Junto desta via nos últimos anos se estabeleceram, além das indústrias, principalmente loteamentos regulares, muitos dos quais direcionados à população de baixa renda, além de uma grande ocupação irregular.

Já em direção à zona oeste do município tem-se a Rua Campo Grande, a qual possui relevância para o deslocamento interno do município, em especial entre a zona industrial e o centro da cidade. Ao longo da mesma surgiram aglomerados urbanos e, de 1984 até 2017, os mesmos se consolidaram e se mostram como ocupações muito maiores. Partindo dessa via em direção à zona rural que está ao norte, se estabeleceram, também loteamentos e ocupações irregulares, que foram responsáveis pelas revisões de planos diretores municipais, no ano de 2004 e 2012.

Em direção leste tem-se a Avenida Getúlio Vargas, que é a principal via de acesso ao município a partir da BR-116. Esta avenida cruza a BR-116 por um viaduto e segue, em direção a Taquara, sendo denominada, então, RS-239. É muito importante como ligação regional e, ao longo da mesma, também ocorreu a expansão urbana por aglomerado linear. Essa via tem uma limitação dada por uma barreira, que será abordada mais à frente.

No sentido Norte, a urbanização se dá junto da Avenida Presidente Lucena, em direção à Ivoti. Essa via, conforme visto, é uma via de ligação regional importante. A ocupação no seu entorno está condicionada por barreiras, que serão abordadas na sequência. No entanto, apesar deste fato, nota-se que de 1984 a 2017 houve o aumento da urbanização linear ao longo da mesma. Ainda, um loteamento irregular que parte desta avenida em direção à zona rural à oeste foi responsável pelo aumento de perímetro urbano em 1994. A zona

urbana de Ivoti que faz limite com a zona rural de Estância Velha também faz com que a urbanização aumente em direção ao município de Estância Velha. Esta avenida é bastante longa, e corta o município de Estância Velha até chegar a Novo Hamburgo. Neste trecho, mais ao sul, o aumento da urbanização é mais expressivo.

O mesmo processo observado para as vias descritas acima parece estar acontecendo nas vias que estão localizadas dentro da zona rural à noroeste do município. Tratam-se de três eixos viários principais, a Rua 13 de Maio, que liga Estância Velha a Presidente Lucena, e as vias internas Estrada Faxinal e Rua Trajano Nunes Cardoso. A Estrada Faxinal não apresentava, em 1984, praticamente nenhuma ocupação urbana ao longo da mesma, situação que muda na análise de 2017, com pequenas manchas de ocupações do tipo urbana que se estendem por esta estrada e pela rua 13 de Maio. Há uma densificação no canto inferior esquerdo da zona rural no ano de 2017, junto de estradas que fazem parte de loteamentos irregulares. Na confluência destas estradas com a rua Trajano Nunes Cardoso há um grande bolsão urbano, que motivou o último aumento do perímetro urbano no município, em 2012.

A terceira análise a ser feita é com respeito às barreiras à expansão urbana, identificadas no subcapítulo anterior, e representadas na Figura 4.21. A área das barreiras de proteção ambiental contabiliza 7,07 km<sup>2</sup>, a zona de mineração, 1,69 km<sup>2</sup> e o zoneamento para atividades onde está o aterro sanitário, 2,55 km<sup>2</sup>. Todas as três barreiras analisadas são demarcadas por lei no zoneamento municipal. As zonas de preservação ambiental são em número de duas, uma à leste e outra à oeste do município. À leste, esta barreira foi, aparentemente, efetiva em limitar o crescimento ao longo da Avenida Presidente Vargas, ficando clara a interrupção que acarreta na urbanização. Com a mudança de zoneamento em 2012, esta barreira deixou de existir. Em 2017 vê-se que há ocupação dentro da mesma, principalmente uma expansão contígua à mancha urbana que existia em 1984 e que se expande, das bordas para o interior. À oeste, esta barreira foi pouco ocupada, sendo o maior adensamento localizado ao longo da Rua 13 de Maio, em direção ao interior da zona rural. As duas zonas de preservação ambiental também limitaram a expansão urbana a partir da Avenida Presidente Lucena, cuja ocupação se adensou ao longo do corredor formado pelo espaço entre as duas. As demais barreiras, o aterro industrial e a zona de pedreira se referem a atividades econômicas que seguem em existência e que continuam a funcionar como barreiras.

Uma última análise que pode ser feita é com respeito ao limite municipal entre Estância Velha e Ivoti. Neste local, a zona rural de Estância Velha se encontra com a zona urbana de

Ivoti, o que atua como um direcionador e impulsionador da urbanização em caráter contínuo à mancha urbana existente. Este fato é observado no canto superior da imagem, onde pode se perceber a mancha urbana avançando.

#### 4.2.9 Conclusão do subcapítulo

O presente subcapítulo classificou imagens de satélite quanto à ocupação e o uso do solo de Estância Velha para os anos de 1984 e 2017, com os objetivos específicos de analisar a ocupação urbana nestes dois momentos e verificar o sentido da expansão urbana. A análise dos resultados obtidos foi feita em conjunto com os dados e resultados obtidos até aqui.

A classificação de imagens de satélite tem a característica de permitir que se visualize a urbanização efetiva da cidade. Especificamente, a análise das manchas urbanas entre dois anos diferentes permite que se averigüe o direcionamento da expansão urbana e a existência de limites e barreiras, por meio da forma espacial que o crescimento urbano assumiu. Esse direcionamento, segundo Panerai (2014) e Villaça (2001b) costuma ocorrer ao longo de vias relevantes, com destaque para ligações regionais. De fato, no caso do município de Estância Velha, observou-se que as vias de ligação importantes concentraram a urbanização, e foi a partir delas que as manchas urbanas cresceram. Verificou-se que o município de Novo Hamburgo atua como um polo atrator pela sua relevância histórica e econômica dentro da região. Entre 1984 e 2017 foi no sentido sudeste que a mancha urbana mais cresceu, em direção à esse município e à BR-116.

Constatou-se que as barreiras à expansão urbana definidas parecem ter sido efetivas para contê-la. No entanto, como não foi avaliada a ocupação e uso do solo para um período anterior à mudança de zoneamento das áreas de preservação ambiental, a avaliação de sua efetividade ficou limitada. Inferiu-se que houve efetividade porque a ocupação urbana é verificada para o ano de 2017 e não para 1984, considerando que a maior parte destas zonas segue sem urbanização significativa. O outro limite à urbanização seria dado pela legislação de Planos Diretores, ao definir o macrozoneamento urbano e as zonas rural e urbana. Nesse sentido, a avaliação vai de encontro ao verificado anteriormente, de que apenas o macrozoneamento legal não é uma garantia eficaz de que na área rural não será verificado o surgimento de aglomerados urbanos. A avaliação da legislação urbanística e dos Planos Diretores mostrou que a ocorrência de loteamentos irregulares e ocupações irregulares na zona rural motivou ampliações do perímetro urbano em três momentos distintos, ou seja, a mesma não foi suficiente para regular o tipo de ocupação e uso do solo. Já a classificação e

uso de solo possibilitou uma avaliação mais detalhada e a constatação de que há um adensamento e formação de aglomerados urbanos na zona rural, que possivelmente não condizem com o uso do solo com fins rurais.

No entanto, cabe uma ressalva com relação a este tópico. Em grandes metrópoles ocorre uma ocupação de áreas com topografia desfavorável à ocupação humana por populações de baixa renda, que se veem sem alternativa. Este tipo de processo social é avaliado por estudos de Raquel Rolnik (1997), Ermínia Maricato (2000b) e Flávio Villaça (2001b). Porém, ao contrário das situações que são avaliadas pelos autores mencionados, Estância Velha é uma cidade pequena. Assim, a restrição legal e topográfica conjunta foi suficiente para frear uma expansão e o interesse dos mercados imobiliários. Uma vez que a expansão nestas áreas está se dando formalmente, via loteamento por parte dos proprietários.

As imagens apresentadas complementam a análise de evolução urbana anterior permitindo que se analise em maior detalhe onde ocorrem os adensamentos urbanos, comparando as duas imagens dos períodos distintos. Essa análise revela que as ocupações urbanas do município ocorrem a partir das vias principais, onde se densificam ao longo das vias e de onde emergem novas vias que avançam para o interior da zona rural. A expansão urbana no município é direcionada por caminhos e vias principais no contexto regional e municipal. O próximo subcapítulo traz o resultado da análise configuracional realizada, principal objetivo do presente trabalho, e cuja análise dos mapas finais é complementada pelas análises realizadas até aqui e busca responder à pergunta sobre a forma como a configuração espacial influencia as mudanças no tipo de ocupação que se verificam na zona rural.

### **4.3 Análise da configuração espacial de Estância Velha/RS**

As análises da configuração espacial são feitas partindo de um panorama de visualização geral de todo o sistema, para uma análise mais detalhada, focada no município de Estância Velha. O panorama geral apresenta os resultados das análises para os dois períodos, 1948-1965 e 2018, lado a lado, e para diferentes raios, no Quadro 4.6 para a medida de integração e no Quadro 4.7 para a medida de *choice*. Os resultados estão apresentados segundo a distribuição estatística de intervalos naturais (*natural breaks*), em 10 faixas, em uma escala de cores que varia de vermelho (maiores valores) até o azul (menores valores).

Conforme apresentado no referencial teórico, as medidas analisadas são integração e *choice*, sendo que a integração identifica as centralidades do sistema nos diversos níveis de

análise (global e raios locais), enquanto que a medida de *choice* ressalta as principais rotas e caminhos a serem utilizados (vias preferenciais). Ainda, maiores valores destas medidas estão associados a maiores potenciais de movimento por estas rotas. E maiores valores destas medidas estão associados a maiores potenciais de movimento por estas rotas. O Quadro 2.4 do Capítulo 2.2 sintetiza a definição destas medidas.

#### 4.3.1 Integração

A integração é analisada na presente pesquisa com o objetivo de se verificar as centralidades existentes nos dois períodos e compará-las. Há uma correlação entre maiores valores de integração e o potencial de movimento, o que está, ainda, associado à densidade e ao tipo de ocupação do solo. Logo, as áreas localizadas próximas aos locais com maiores integrações terão maior probabilidade de concentrar maior fluxo de pessoas e de que a malha se expanda a partir dali. Portanto, a análise da integração dentro do cenário de ocupação de zonas rurais visa avaliar se as mesmas estão localizadas nas imediações de zonas que atraíam grande movimento. Tu usou a normalizada né? Se sim lembra aqui em algum lugar.

Os resultados da medida de integração global (raios de 1000, 3000 e 5000 metros) para os dois períodos são apresentados no Quadro 4.5. Para o período de 1948-1965, os 6.279 segmentos tiveram um valor médio de integração angular de 330 e máximo de 477. A integração global apresentou um coeficiente de Gini<sup>22</sup> com valor 0,1421, indicando que os valores têm uma distribuição pouco desigual entre si, o que significa que o sistema não apresenta muitos segmentos com valores extremos (altos ou baixos) de integração. Este padrão de distribuição estatística é típico para a medida de integração. As centralidades deste sistema estão localizadas em Novo Hamburgo e em Ivoti, ressaltando a BR-116 e as vias de ligação entre os centros urbanos como centrais. O núcleo central mais relevante do sistema nesse período é na cidade de Novo Hamburgo, cuja importância para a região foi verificada também nas análises anteriores.

O mapa da integração para o raio de 5000 metros ressalta, mais uma vez, a importância de Novo Hamburgo e da BR-116 com centrais ao sistema, diminuindo a importância do núcleo da cidade de Ivoti. É a partir do raio de 3000 metros que as centralidades locais de Estância Velha e Ivoti se evidenciam, com os núcleos em amarelo.

---

<sup>22</sup> O coeficiente de Gini é uma medida da dispersão estatística, que mede a desigualdade na distribuição da frequência de valores. Quanto mais próximo de 0, mais os valores são iguais entre si e quanto mais próximo de 1, mais desiguais (IPEA, 2004)(IPEA, 2004).

Mostrando que esse tamanho de raio é adequado, em escala, ao tamanho das cidades, às possibilidades de deslocamento e à infraestrutura disponível na época (que eram menores). As centralidades ficam mais evidentes para o município de Estância Velha no raios de 1000 metros, que identifica centralidades para deslocamentos em nível local, destacando a avenida Brasil, que corta o município, e a avenida Presidente Lucena, que corta o município de Norte a Sul. Neste período a maior parte da malha viária não era asfaltada (o que incluía a BR-116, que começou a ser asfaltada a partir da década 1960, e as rodovias RS-240 e RS-239) fazendo com que os deslocamentos intermunicipais levassem mais tempo, dificultando dinâmicas em que o trabalho se localiza em um município diferente da residência, logo, os deslocamentos diários provavelmente se a concentrar-se dentro do próprio município de moradia.

A situação atual tem um sistema analisado com 33.117 segmentos, valores de integração médios de 2.103 e coeficiente de Gini de 0,1493. A distribuição estatística dos valores de integração permaneceu semelhante nos dois períodos. O aumento nos valores médios de integração era esperado dado o aumento significativo no tamanho do número de segmentos para o sistema analisado e o método de cálculo empregado, cujo resultado é dependente do tamanho do sistema<sup>23</sup>. A centralidade neste sistema é ao longo da BR 116, que se define como o principal “eixo integrador, assim como da área central de Novo Hamburgo, cujos reflexos sobre o uso do solo e densidades são notórios” (UGALDE; RIGATTI, 2007, p. 15). A análise de diferentes raios de análise revela que Novo Hamburgo se manteve como a cidade mais integrada do sistema e que a alteração mais significativa com relação às centralidades do sistema foi a consolidação da importância da BR-116 como eixo integrador linear nos últimos 60 anos, ao longo da qual a maior densificação da malha viária ocorreu. Junto de Novo Hamburgo, observa-se o adensamento da malha e a formação de uma conurbação entre este município e Estância Velha. A importância histórica e econômica do mesmo, e as tendências de expansão urbana naquela direção foram discutidas em capítulos anteriores.

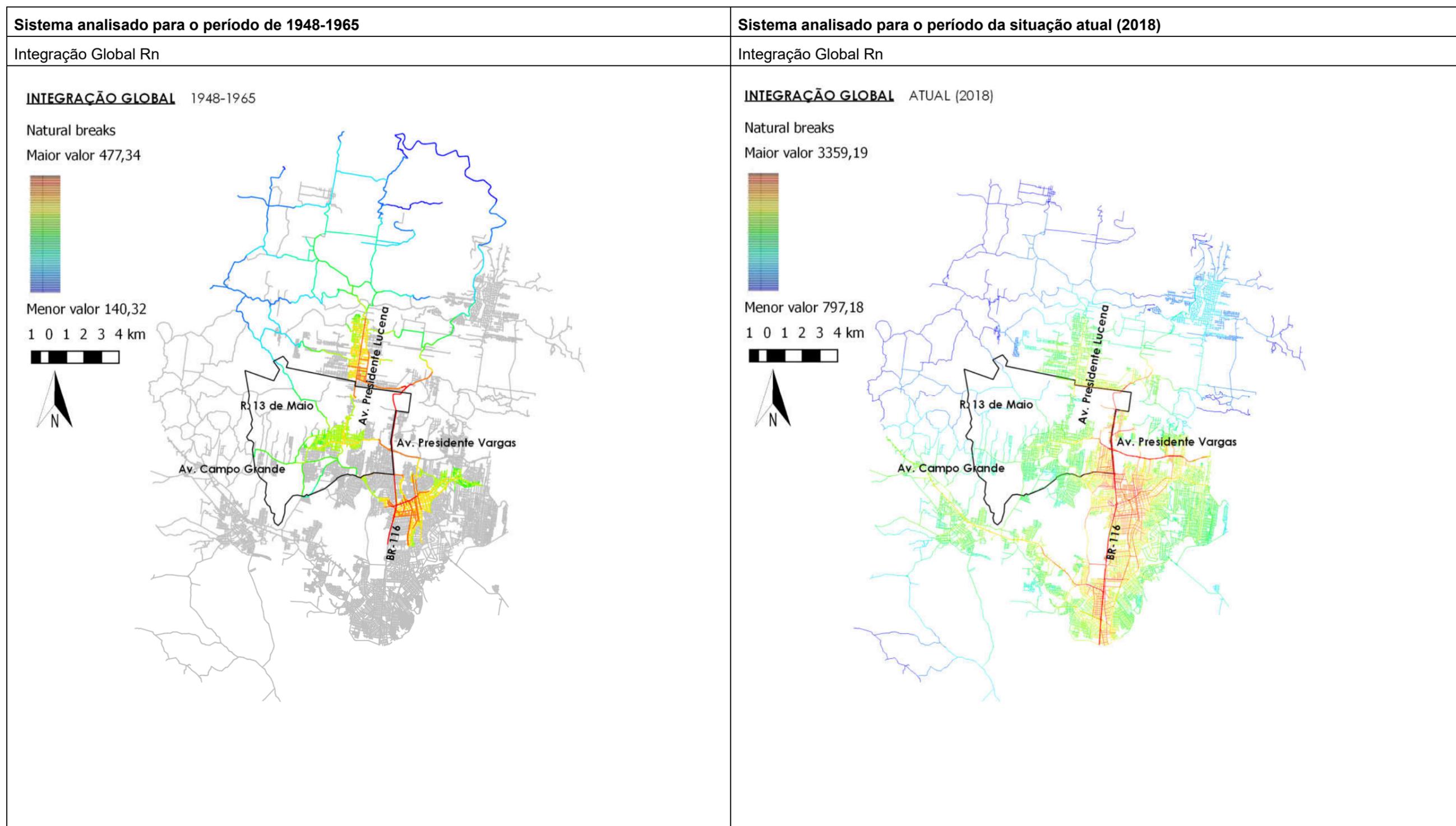
Novamente, é a partir do raio de 3000 metros que começam a se revelar as centralidades locais em Estância Velha, porém de forma menos acentuada em comparação

---

<sup>23</sup> A questão da dependência dos valores de ambas as medidas, *choice* e integração com o tamanho do sistema foi discutida no referencial teórico. Viu-se que, para comparar sistemas e segmentos entre si existem procedimentos de normalização de valores, que recalculam os mesmos para uma base comum de comparação. Conforme discutido no capítulo, devido a problemas associados à medida normalizada de *choice*, NACH, (HILLIER; YANG; TURNER, 2012, p. 190) optou-se por não utilizar o procedimento de normalização no presente trabalho.

ao período de 1948-1965. Há um deslocamento para o bairro Rincão, que assume uma importância maior do que a Avenida Brasil. De fato, foi neste local que esteve concentrada grande parte do crescimento do município no período analisado. O raio mais local, de 1000 metros, evidencia centralidades locais no município, junto da Avenida Brasil, Avenida Presidente Lucena e Rua Portão. Todas estas vias já constavam no primeiro Plano Diretor do município, com destaque especial para a Avenida Presidente Lucena, existente desde o período da colônia de São Leopoldo.

Quadro 4.5: Visão geral dos resultado para a medida de Integração Global (Rn) e para os raios 5.000m, 3.000m e 1.000m



Integração R5.000

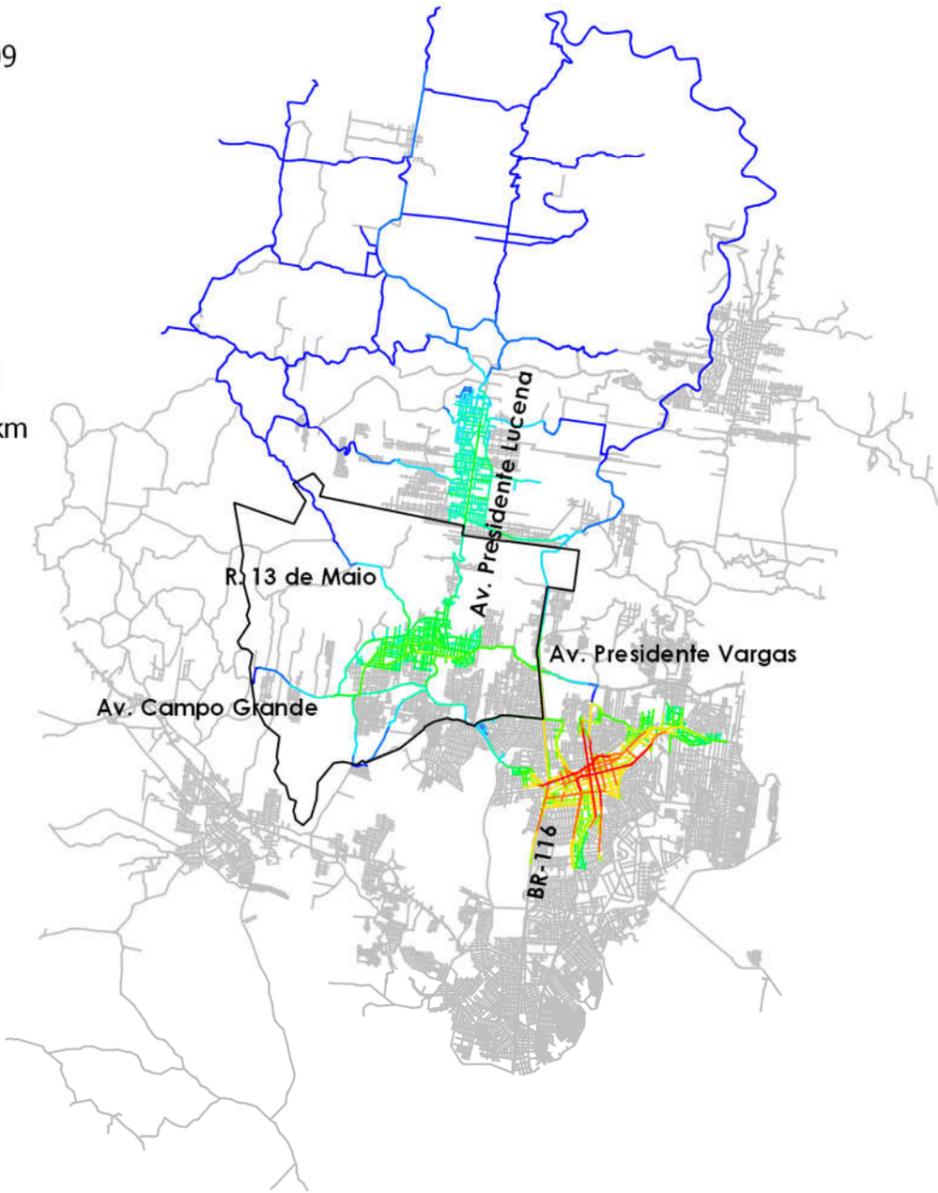
**INTEGRAÇÃO R=5.000 m** 1948-1965

Natural breaks  
Maior valor 617,09



Menor valor 8,88

1 0 1 2 3 4 km



Integração R5.000

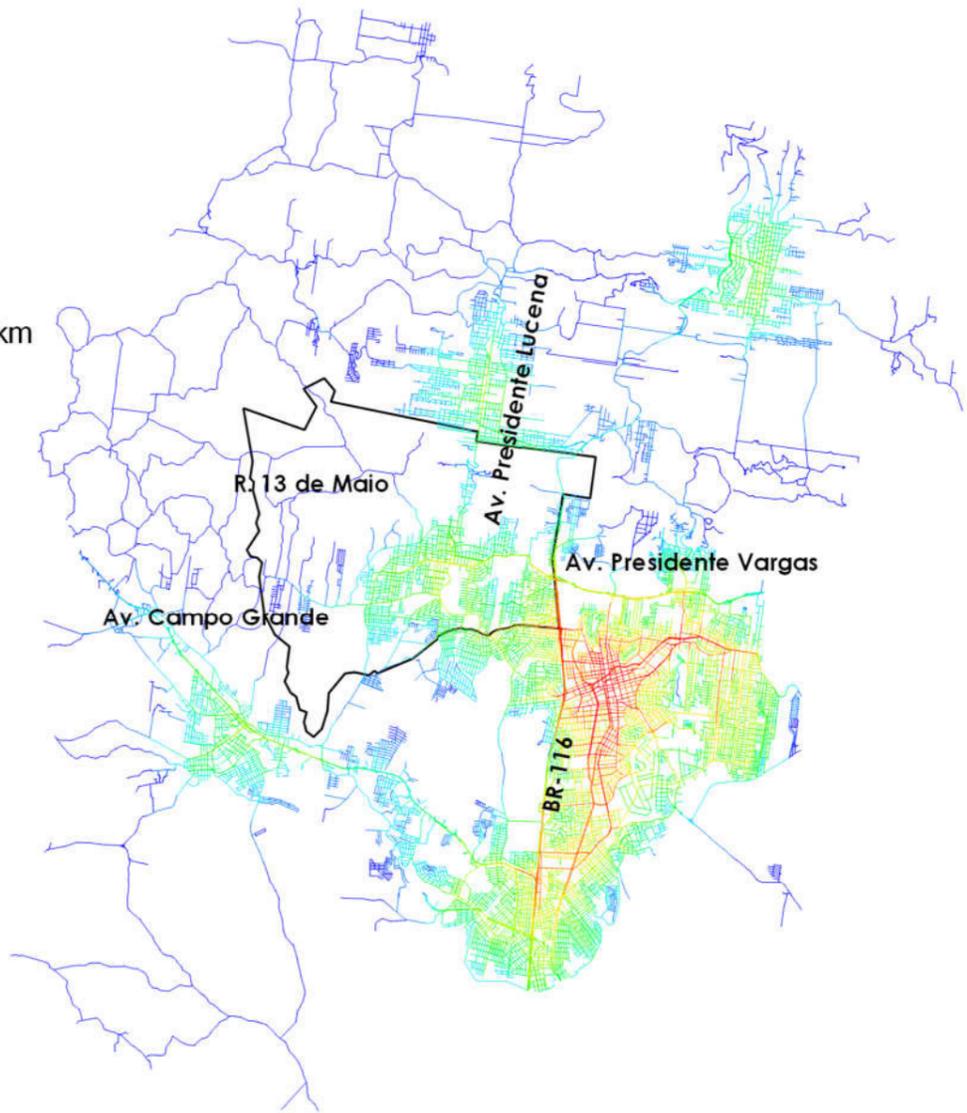
**INTEGRAÇÃO R=5.000 m** ATUAL (2018)

Natural breaks  
Maior valor 1886,06



Menor valor 7,25

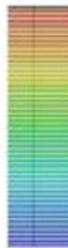
1 0 1 2 3 4 km



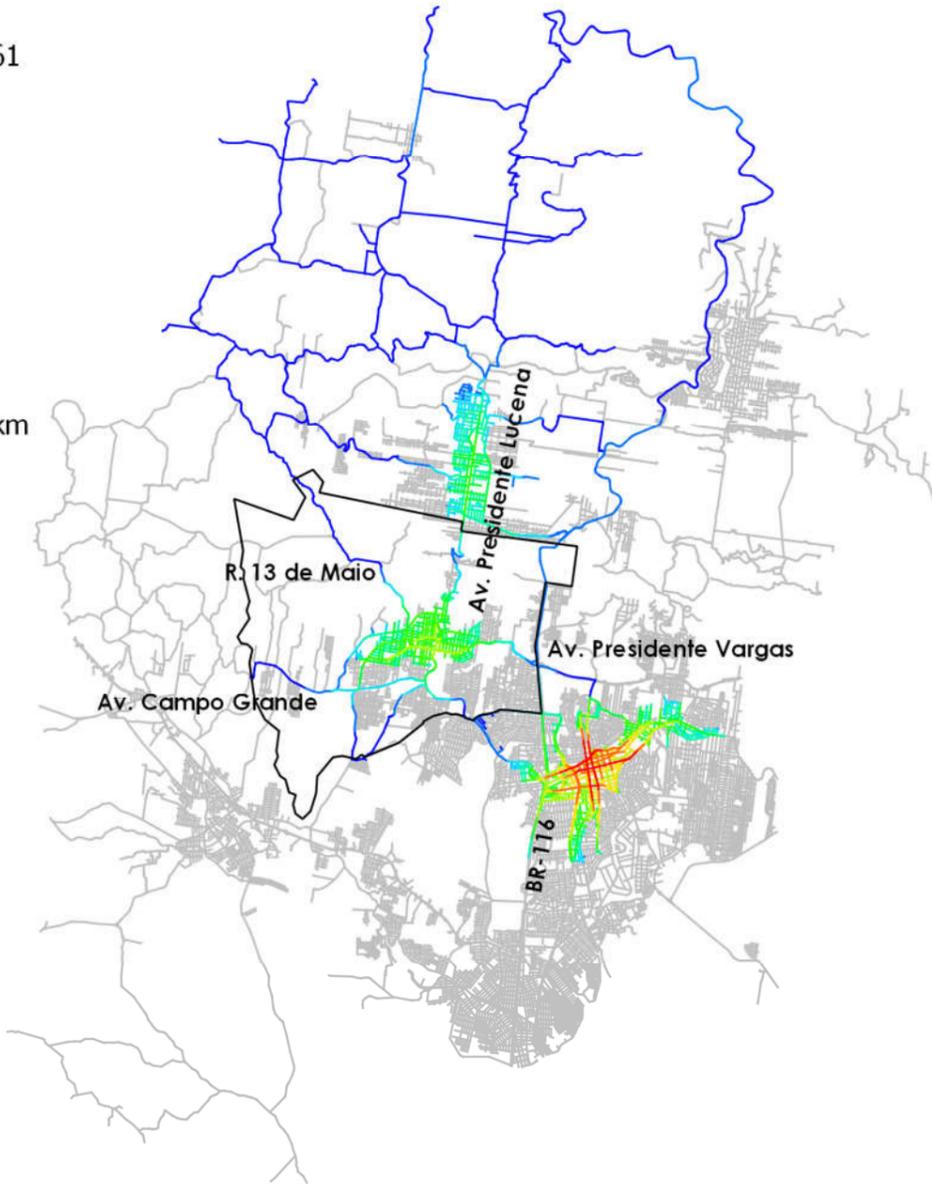
Integração R3.000

**INTEGRAÇÃO R=3.000 m** 1948-1965

Natural breaks  
Maior valor 565,61



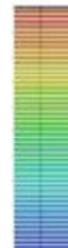
Menor valor 6,31  
1 0 1 2 3 4 km



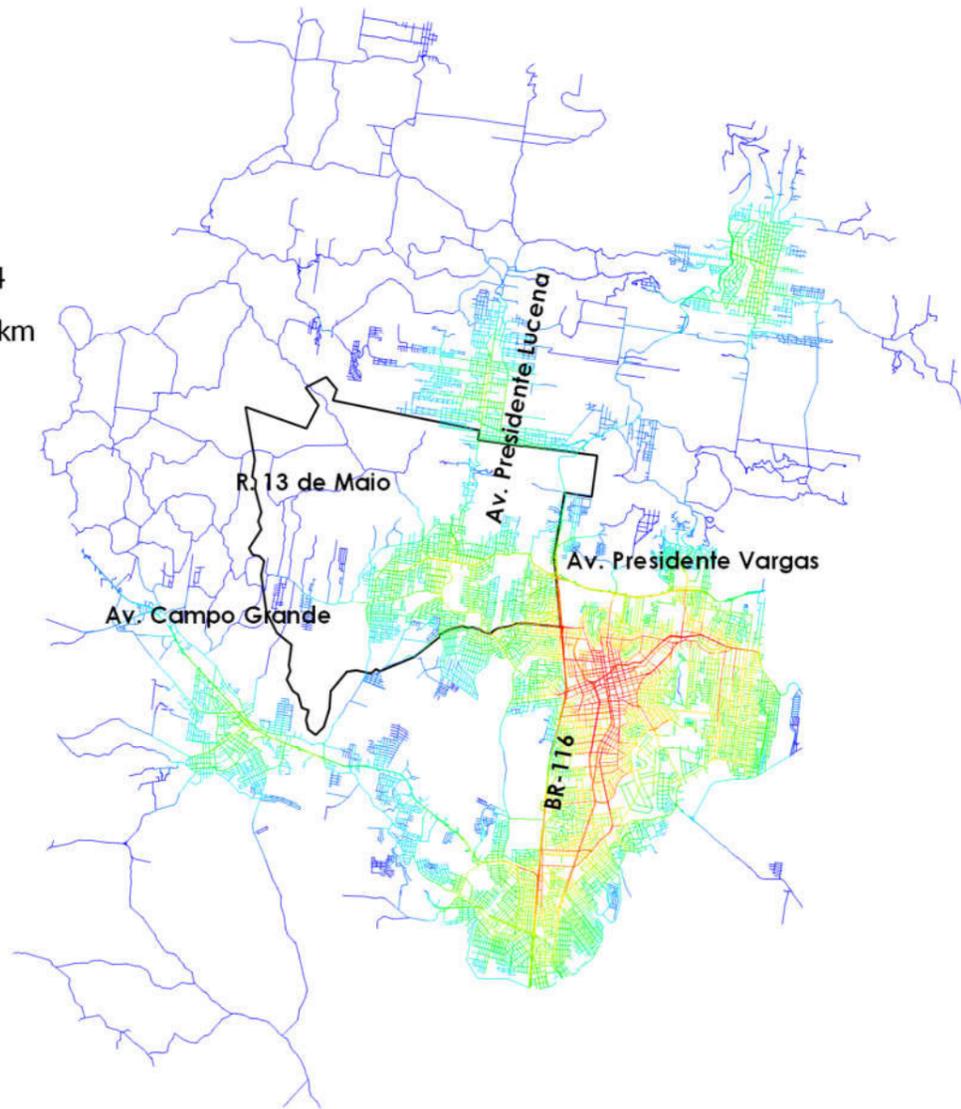
Integração R3.000

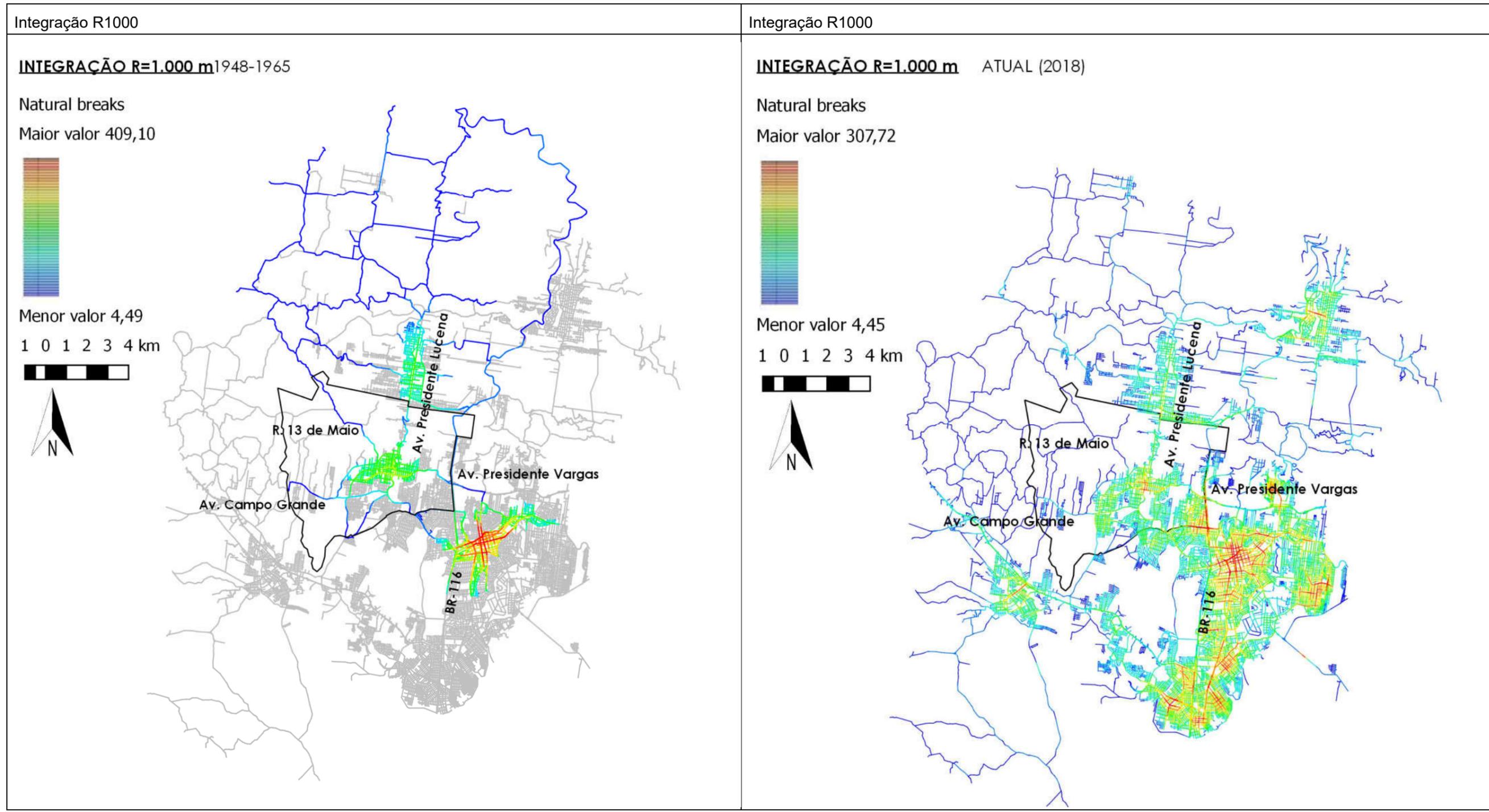
**INTEGRAÇÃO R=3.000 m** ATUAL (2018)

Natural breaks  
Maior valor 1203,49



Menor valor 6,34  
1 0 1 2 3 4 km

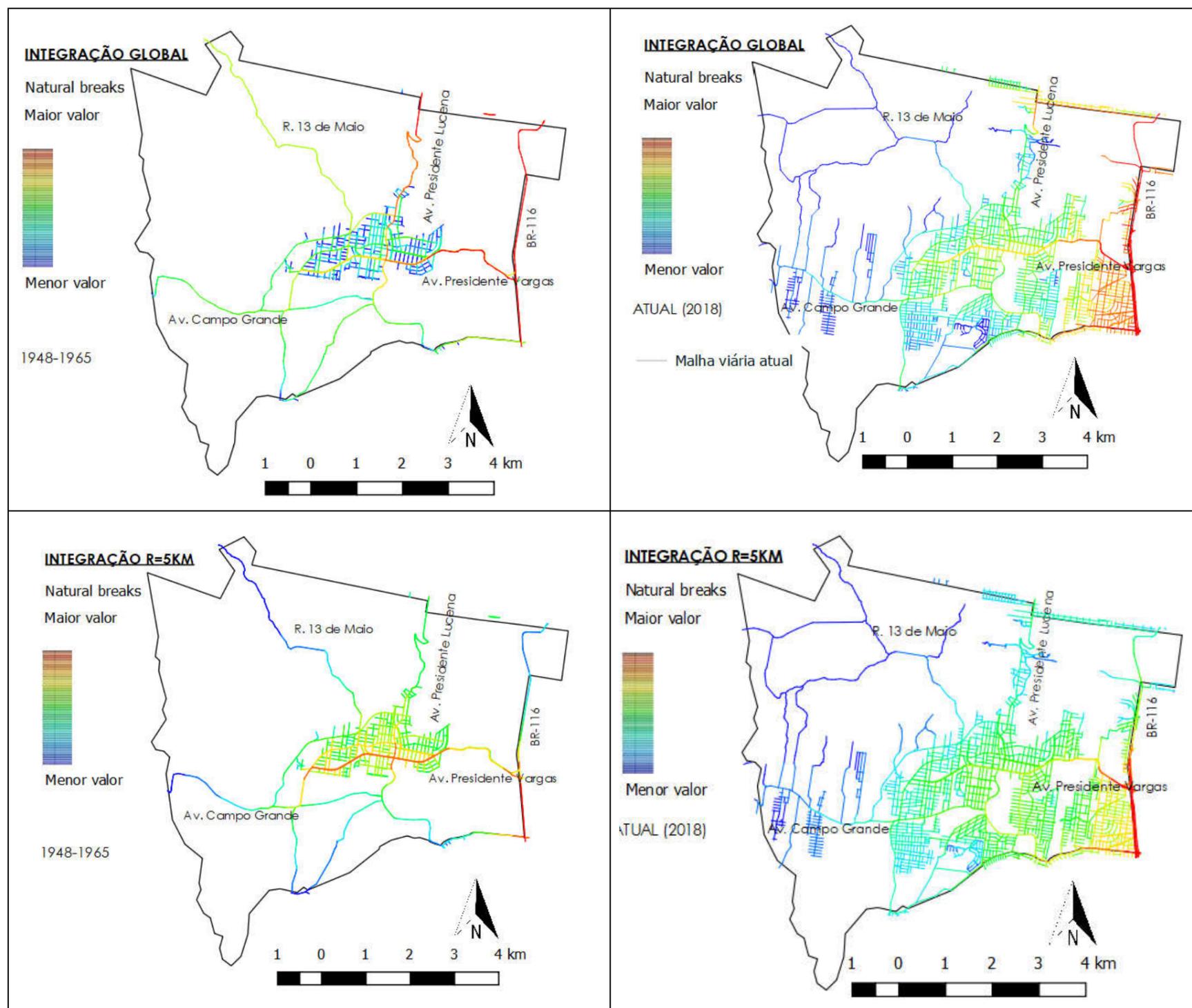




Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2018)

O Quadro 4.6 apresenta um recorte dos resultados das análises apresentadas acima para o município de Estância Velha, o que facilita a visualização e a análise dos resultados para a área de estudo. O recorte é feito para os resultados do processamento do sistema todo, ou seja, não é feito um novo processamento considerando os limites de Estância Velha, apenas um recorte. Os resultados apresentados são da Integração Global e Integração Local R=5.000 m, que permitem a avaliação da zona rural no contexto geral e em um contexto local, sendo que, para este último, se selecionou um raio compatível com a escala de trajetos de e para a zona rural e os centros urbanos próximos. A distribuição estatística dos valores é *natural breaks*.

Quadro 4.6: Resultados de integração global e integração para raio 5km para Estância Velha para os dois períodos analisados



Fonte: BALESTRO, F. (2019)

Nos raios de processamento apresentados não é verificada a formação de centralidades locais relevantes na zona rural, isto é, que façam parte dos 10%, 20% ou 30% dos segmentos mais integrados. Mesmo no nível mais local processado ( $R=1.000$  metros), isto não é verificado. A não observação de centralidades no interior da zona rural é explicada pela malha esparsa do local, uma vez que o cálculo das centralidades é diretamente influenciado pela densidade da malha. A comparação entre os dois resultados da integração global para Estância Velha revela um aumento significativo de densidade de malha de um período ao outro (o número de segmentos do município passou de 1366 para 3658, um aumento de 168%). A centralidade do município foi deslocada de sua localização histórica, ao longo da Avenida Brasil, para o bairro Rincão e os arredores da BR-116, na divisa com Novo Hamburgo. Mais uma vez se confirma o peso de Novo Hamburgo em relação a todo o sistema e que possivelmente colabora para o aumento da segregação do município de Estância Velha dentro do sistema, entre os dois períodos.

A zona rural atual (em vigor desde 2012) aparece visualmente como uma região mais segregada do que para o período anterior (1948-1965), embora com maior densidade de malha e com o surgimento de vias em seu interior que não existiam até então. Considerando a área que compõe a zona rural em 2012, a mesma passa de 35 segmentos contidos em seu interior para 106. Embora dentro do contexto geral do sistema avaliado a zona rural se encontre mais segregada, as novas vias que surgiram em seu interior diminuíram a profundidade do local, ou seja, ela se tornou mais acessível.

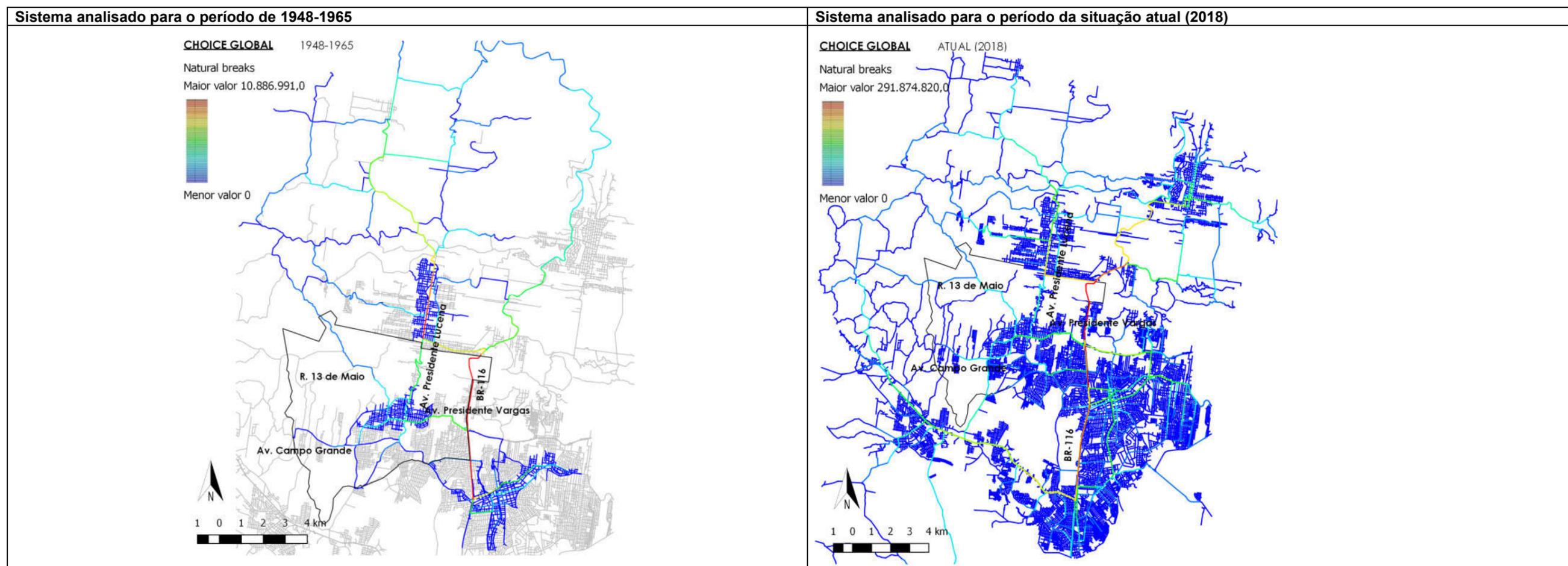
#### 4.3.2 *Choice*

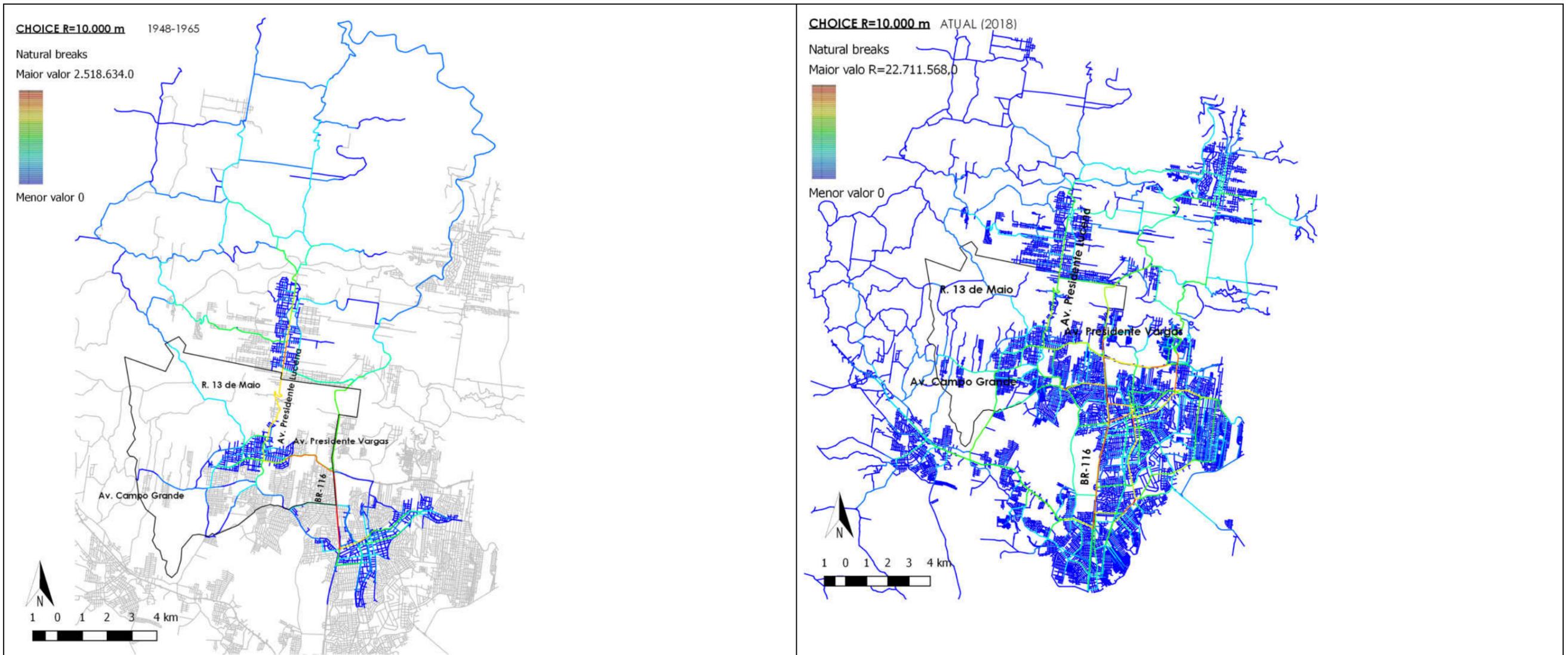
A medida de *choice*, ou centralidade por entremeamento, revela os principais caminhos e vias de ligação, que terão maior potencial de movimento no deslocamento de um ponto ao outro através do sistema. Em escala global, evidenciam vias de tráfego rápido e, em escala local, vias priorizadas para deslocamentos curtos (VAUGHAN, 2007, p. 219). Estas vias são evidenciadas na análise configuracional por um pequeno número de segmentos que se sobressaem por concentrar os maiores valores de *choice*.

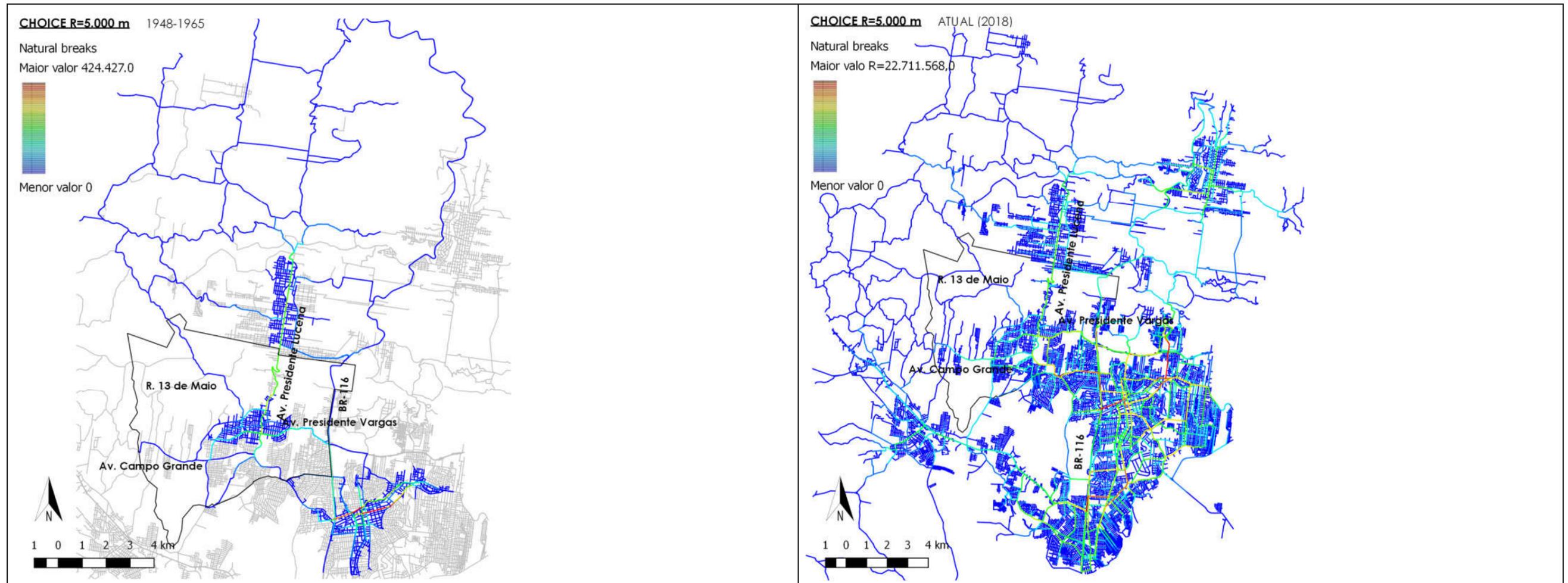
No Quadro 4.7 é inicialmente apresentado a visão geral dos resultados da medida de *choice* global, raio 10.000 metros e raio 5.000 metros. Estes foram os raios analisados para a medida *choice* que produziram resultados mais relevantes dado o objetivo do trabalho. Outros raios foram analisados, mas os raios menores (3.000 metros e 1.000 metros) não evidenciaram da mesma forma as vias estruturantes para o tamanho do sistema analisado. O coeficiente de Gini para a medida de *choice* do período antigo apresenta o valor de 0,7523 e,

o atual, 0,8839. Em comparação com os coeficientes de Gini encontrados para a medida de integração, esses valores indicam uma distribuição de valores muito desigual, o que é esperado para esta medida, uma vez que um pequeno número de segmentos deverá concentrar a maior parte do potencial de movimento do sistema.

Quadro 4.7: Resultado para a medida de *Choice* nos raios global, 10.000 m e 5.000 m





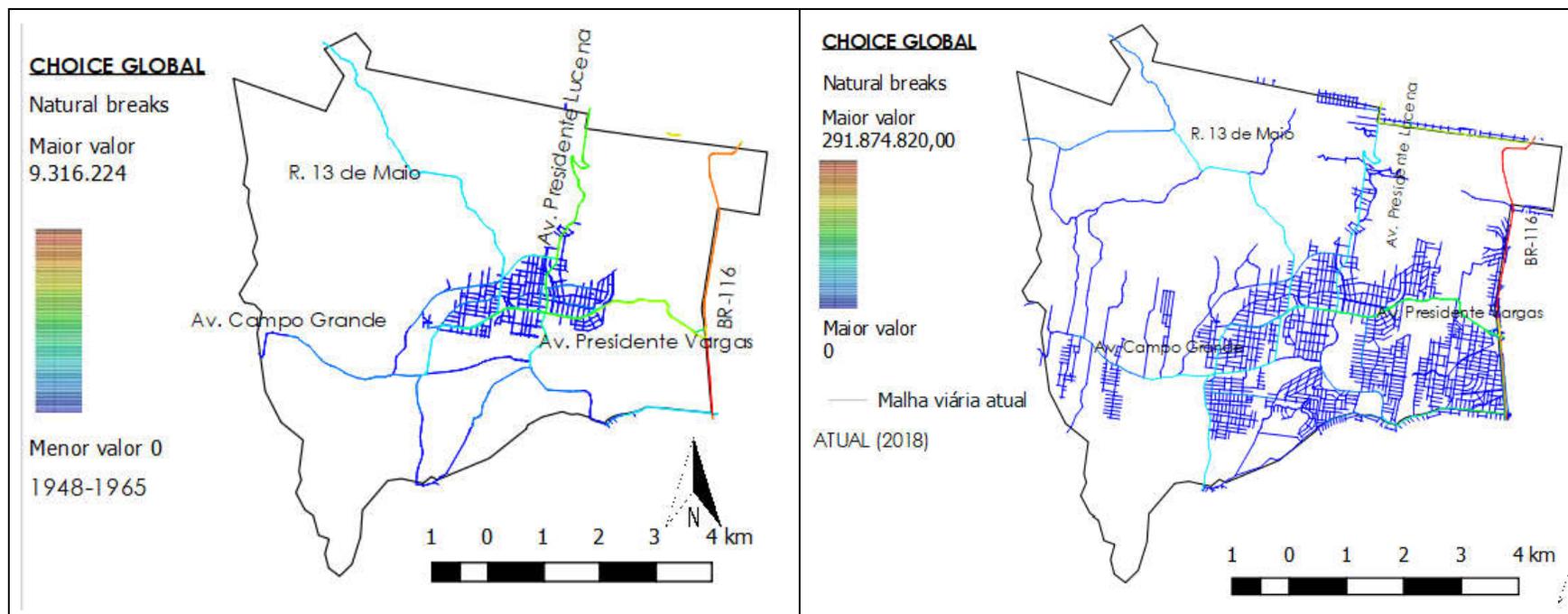


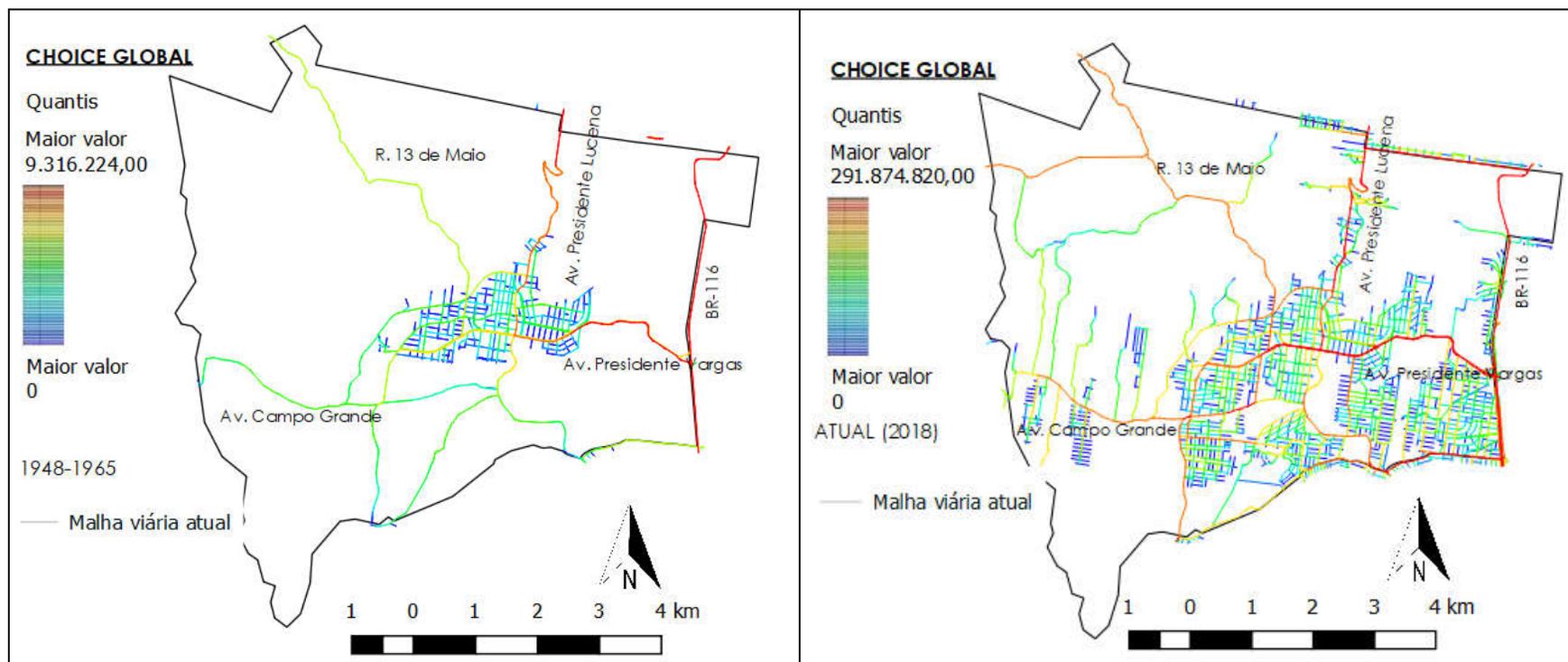
Fonte: BALESTRO, F. (2019)

No panorama geral da medida *choice*, os maiores potenciais de movimento para o sistema de 1948-1965 estão concentrados principalmente em duas vias, que são evidenciadas como caminhos principais: (i) a Avenida Presidente Lucena, em especial no centro da cidade de Ivoti, e (ii) parte da BR-116, ao longo de Estância Velha e Novo Hamburgo. Estas duas vias se mantêm em evidência em todos os raios de análise representados no Quadro 4.7 (global, 10.000m, 5.000m). O raio de 10.000m evidencia, adicionalmente, a Avenida Presidente Vargas, principal via de ligação entre Estância Velha e a BR-116. Além destas, para o sistema global, a malha estruturadora (conjunto de principais vias) para o sistema de 1948-1965 contempla outras vias que são importantes para a ligação entre as regiões do sistema, evidenciadas por tonalidades de verde e azul claro.

O sistema atual (2018) tem um aumento considerável nos valores máximos de *choice*, o que está ligado à diferença de tamanho entre os sistemas, passando de 10.886.991,0 para 291.874.820,0. A BR-116 é a única via se destaca como principal para fluxo rápido e maior potencial de movimento, aparecendo em vermelho no mapa de *choice* global. Já as vias Avenida Presidente Vargas, RS-240 e Avenida Presidente Lucena são apresentadas nas cores amarela e verde, evidenciando um potencial de movimento igualmente elevado na escala adotada. Vale destacar que a Avenida Presidente Lucena mantém sua relevância entre os dois períodos, ainda que tenha diminuído em relação ao período anterior. Já a RS-240 é uma via que foi asfaltada por volta dos anos 1970 e se localiza na divisa entre Estância Velha e Portão. Conforme visto no item 4.2, esta via está localizada ao sul do município, sendo acessada via a Rua Portão (RS-122), um eixo de urbanização municipal, ao longo do qual várias indústrias e loteamentos estão localizados. Possivelmente as indústrias são atraídas para esta localização justamente pelo fácil acesso à rodovia RS-240, de importância para o movimento no sistema. O Quadro 4.8 apresenta um recorte dos resultados das análises apresentadas acima para o município de Estância Velha, facilitando a visualização e a análise dos resultados para a área de estudo. O recorte é feito para os resultados do processamento do sistema todo, ou seja, não é feito um novo processamento considerando os limites de Estância Velha, apenas um recorte. Os resultados são da medida de *choice*, apresentados em duas distribuições estatísticas diferentes: *natural breaks* e *quantis*. Os ordenamentos estatísticos foram escolhidos porque cada um deles ordena os mesmos resultados de uma maneira, colocando em evidência diferentes propriedades dos mesmos valores. No presente caso de estudo isto se torna mais relevante dado, principalmente, que está sendo analisado uma fração do sistema atual completo e, sua segregação em relação ao mesmo, poderia mascarar a relevância dos valores na escala municipal.

Quadro 4.8: Resultados de *choice* global ordenados por natural breaks e quantis para Estância Velha para os dois períodos analisados





Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

O resultado da medida de *choice* global no município de Estância Velha é apresentado no Quadro 4.8 para as duas situações de classificação estatística: (i) *natural breaks* e (ii) quantis (no presente caso adotado os decis, que dividem os valores em 10 classes onde cada uma equivale a um incremento de 10% em relação à anterior). Para o primeiro caso, as vias com cores na escala mais próximas dos tons vermelhos são as que têm maior valor e relevância dentro do sistema analisado. Já para o segundo caso, em vermelho estão 10% dos valores que são superiores aos 90% dos valores restantes.

Ressalta-se que as duas distribuições estatísticas não alteram o valor de *choice* dos segmentos, apenas o seu ordenamento. Na primeira imagem, que apresenta os valores em *natural breaks*, vemos que, para o sistema como um todo, o município de Estância Velha conta com algumas vias que se sobressaem, mas que, visualmente, sua relevância não parece ser tão expressiva (considerando a escala de cores empregada). Para o período de 1948-1965, as vias que se sobressaem no município são a BR-116 (na divisa com Novo Hamburgo), a Rua 13 de Maio, a Avenida Presidente Vargas, a Avenida Presidente Lucena, a Avenida Brasil, um trecho da Rua Portão e um trecho da Avenida Campo Grande. No sistema atual (2018) estas mesmas vias se mantêm, acrescidas de um trecho maior da Avenida Campo Grande e da extensão da rua Portão até a divisa com o município de Portão. Esse conjunto de vias são as principais vias de ligação intra e intermunicipais e será denominado de Conjunto de Vias Principais no restante da análise e engloba as vias de maior relevância do período de 1948-1965 com os acréscimos do período de 2018.

As imagens que analisam a medida de *choice* global na distribuição estatística de quantis revelam que, para o primeiro sistema analisado, o antigo conta com três vias entre as 10% com maior valor de *choice*, a av. Presidente Vargas, a av. Presidente Lucena e a BR-116. O período presente apresenta mudanças. A análise da figura de resultados em quantis para o ano de 2018 mostra que um grande trecho da rua 13 de Maio, na zona rural, passou a ficar entre os 10% dos segmentos com maior valor de *choice* no sistema, juntamente com a av. Presidente Vargas, a av. Campo Grande e a BR-116, rua do Portão (que liga o município à RS-240, em Portão) e av. Brasil. Ou seja, em comparação com o primeiro sistema, o segundo conta com uma malha estruturadora maior.

Os resultados dos valores máximos e médios de *choice* para os dois períodos são apresentados no Quadro 4.9 para quatro recortes diferentes: (i) o sistema como um todo, (ii) o conjunto de segmentos contidos no município de Estância Velha, (iii) o limite da zona rural, conforme Plano Diretor de 2012 e (iv) o Conjunto das Vias Principais. Os valores de *choice*

são analisados para os quatro recortes quanto às suas medidas de estatística de máximo, média e mediana<sup>24</sup>.

A avaliação dos valores de *choice* para um dado conjunto de segmentos, fornece uma ideia da importância relativa daquele local em relação a todo o sistema. Se o seu valor máximo estiver próximo ou igual ao valor máximo do sistema, significa que ele contém segmentos das vias mais importantes do mesmo, que são aquelas com maior potencial de movimento. Se a comparação da média dos valores de *choice* do conjunto for maior do que a média do sistema, indica que os segmentos contidos no mesmo estão entre os mais relevantes para os deslocamentos da região. Já se for menor do que a média do sistema, indica que os segmentos contidos no mesmo não são tão relevantes para os deslocamentos da região.

Quadro 4.9: Resultados de *choice* para o sistema, o município de Estância Velha, a zona rural e o conjunto das principais vias

Conjunto de segmentos	Medida	Choice Global			Choice R 10 km		
	Período	Máximo	Média	Mediana	Máximo	Média	Mediana
Sistema	1948-1965	10.886.991	882.153	197.543	2.518.634	191.917	58.116
	2018	291.874.820	5.115.713	336.185	22.711.568	826.730	115.727
Estância Velha	1948-1965	9.316.224	895.004	136.123	1.962.520	358.248	68.679
	2018	291.874.820	5.666.135	293.490	13.382.205	1.173.866	128.032
Zona Rural	1948-1965	703.776	619.500	608.078	194.647	154.520	151.581
	2018	12.115.616	3.248.048	928.165	788.453	265.226	243.391
Vias principais	1948-1965	10.883.106	2.164.996	1.486.428	2.518.089	610.930	499.673
	2018	291.874.820	34.850.907	14.018.301	15.436.290	4.417.213	4.140.008

Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

#### 4.3.2.1 Período de 1948-1965

Considerando os valores apresentados acima para o conjunto de segmentos da zona rural atual (área de estudo) no período de 1948-1965, os 33 segmentos selecionados apresentam *choice* global e para raio 10.000 metros máximo e médio abaixo dos valores para

<sup>24</sup> As medidas de tendência central fornecem um valor numérico representativo do valor médio (central) de uma distribuição de valores. A média é calculada levando-se em consideração todos os valores do conjunto. Já a mediana de um conjunto de números ordenados é o valor central (localizado no meio da sequência ordenada), que divide o conjunto em, aproximadamente, 50% dos valores abaixo e 50% acima dele. A mediana é menos distorcida por valores muito grandes dentro do conjunto analisado (MUNIZ, [s.d.]) (MUNIZ, [s.d.]).

o sistema como um todo e para o conjunto de segmentos de Estância Velha. Isso quer dizer que esse conjunto não concentra as vias com os maiores potenciais de movimento da época nem para o sistema como um todo e nem para o município. Conforme visto, o conjunto de vias mais relevantes são de Vias Principais, que estão discriminados no quadro e as quais efetivamente apresentam valores de média e mediana superiores aos do sistema e do município. Para o sistema de 1948-1965 a média é 2,45 vezes a média do sistema

Um indicativo de que os valores de *choice* do conjunto de segmentos da zona rural tampouco podem ser considerados baixos é o fato de que estão bastante acima da mediana do sistema e do município. De forma geral, esse resultado ressalta que o conjunto de vias principais apresenta valores de *choice* consideravelmente mais altos do que os valores dos outros conjuntos de segmentos. Isso evidencia sua probabilidade mais alta de concentrar maior número de deslocamentos em relação aos outros segmentos do sistema. Os resultados também indicam que os segmentos da zona rural não estão entre os caminhos que concentram o maior potencial de movimento, mas que o conjunto tem valores que possivelmente estão concentrados na parte mais alta da distribuição. Na sequência, esta possibilidade será verificada com a avaliação da distribuição dos valores por decis (Quadro 4.10).

#### 4.3.2.2 Período atual (2018)

No sistema atual o conjunto de segmentos da área rural tem 104 segmentos e, novamente, os valores máximo e médio de *choice* global e para raio 10.000 metros ficaram abaixo dos valores para os conjuntos de segmentos sistema e Estância Velha. Isso quer dizer que esse conjunto não concentra as vias com os maiores potenciais de movimento para o período atual, nem para o sistema como um todo e nem para o município. Ao contrário do que ocorria para o período de 1948-1965, quando nenhum dos valores para a zona rural era superior aos valores do sistema e do recorte para o município, no período atual o valor máximo de *choice* global deste conjunto de segmentos é muito superior às médias e às medianas do sistema e do município. Isso sugere que o potencial de movimento da zona rural teve um incremento não apenas em seu valor absoluto, que poderia ser atribuído ao aumento no tamanho do sistema, mas que esse aumento também é relativo, indicando que, dentro da distribuição de valores analisados, este conjunto está posicionado mais próximo dos maiores potenciais de movimento. Para o sistema atual, a média do conjunto de vias principais é 6,8 vezes a média do sistema. Entre os dois períodos, o potencial de movimento médio dos segmentos das vias principais aumentou de magnitude e probabilidade de concentrar

deslocamentos. Em relação à zona rural, a média dos valores dos segmentos é 30% inferior à média do sistema em 1948-1965 e 37% em 2018. A análise apenas da Rua 13 de Maio para o ano de 2018 revela que a média da mesma é 80% superior à média do sistema.

O aumento da relevância dos segmentos da zona rural será verificado doravante quando a distribuição por decis for analisada. Este aumento não é verificado para o raio de 10.000 metros, onde os valores se mantêm abaixo. O conjunto de vias principais apresenta valores consideravelmente maiores do que os valores para os outros recortes analisados, indicando que o potencial de movimento das mesmas é consideravelmente maior também. À análise da distribuição em percentis das medidas de *choice*, será apresentada uma análise visual da ocupação e uso do solo e do mapa de *choice* sobreposto, de forma a permitir a interpretação destes dados em conjunto.

#### 4.3.2.3 Distribuição dos dados em decis

O Quadro 4.10 apresenta a distribuição dos valores de *choice* do sistema em decis (percentis incrementais de 10%), que são analisados em conjunto com as medidas estatísticas apresentadas no Quadro 4.9. O k-ésimo percentil  $P_k$  apresentado na tabela é o valor  $x$  ( $x_k$ ) que corresponde à frequência cumulativa dos valores analisados, ou seja, o  $x_k$  é o valor que é superior ao percentual do percentil  $P_k$  na amostra considerada.

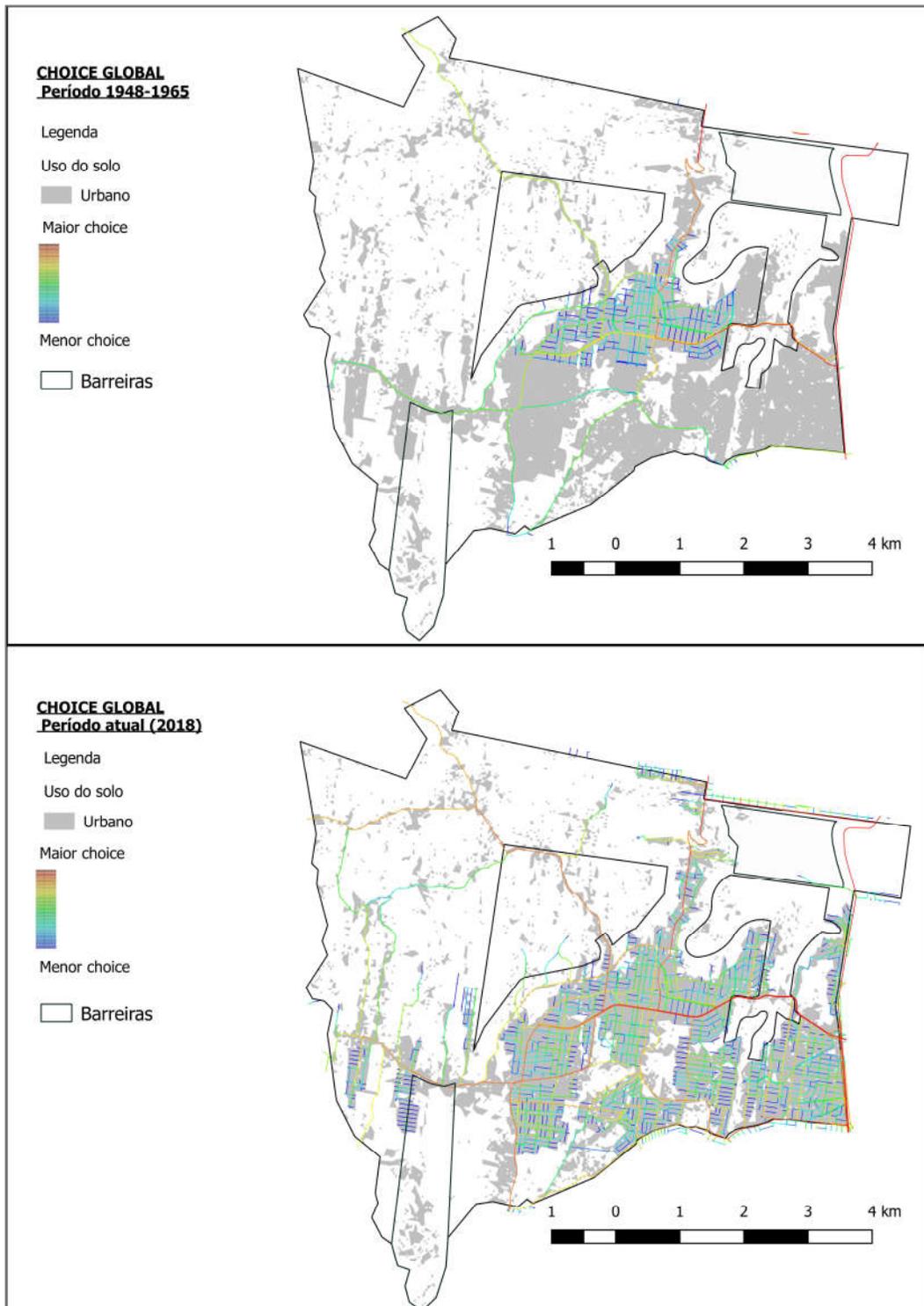
No período de 1948-1965 os valores médios e máximo da zona rural se encontravam, ambos, entre os 30% maiores valores do sistema, ou seja, acima do percentil 70. No período atual (2018) os valores médios passaram a figurar entre os 20% maiores valores do sistema e o valor máximo encontrado neste conjunto de segmentos passou a figurar entre os 10% maiores valores do sistema. Esta análise confirma o observado na análise de medidas estatísticas de que, entre os dois períodos, a relevância das vias na zona rural teve um aumento dentro do sistema. A via da zona rural que concentra os valores máximos do sistema é a Rua 13 de Maio, que faz parte do conjunto de vias principais, que concentram os maiores valores de *choice*. Os resultados indicam que, comparando os dois períodos, a Rua 13 de Maio, localizada no interior da zona rural, passou de uma via que possuía uma importância moderada para os deslocamentos entre o sistema para uma via que figura entre as mais importantes.

Quadro 4.10: Valores de início das faixas de decis para *choice* global e para raio 10 km

Período	1948-1965		Atual (2018)	
	<i>Choice</i> global	<i>Choice</i> R= 10 km	<i>Choice</i> global	<i>Choice</i> R= 10 km
<b>99%</b>	9.302.993,74	1.860.448,48	109.359.783,20	10.656.291,12
<b>90%</b>	2.807.458,20	471.715,40	8.778.980,20	2.212.869,80
<b>85%</b>	1.668.121,00	343.814,80	4.558.186,60	1.284.689,20
<b>80%</b>	1.049.074,20	230.168,80	2.779.144,60	796.164,00
<b>70%</b>	604.616,60	129.424,60	1.221.386,80	366.837,60
<b>60%</b>	380.045,80	83.592,40	616.148,80	198.077,00
<b>50%</b>	197.543,00	58.151,00	336.185,00	115.727,00
<b>40%</b>	99.868,60	43.497,60	179.497,60	66.495,00
<b>30%</b>	45.943,00	22.950,00	99.993,40	36.952,40
<b>20%</b>	19.686,80	9.544,60	48.959,00	18.010,00
<b>10%</b>	4.510,40	2.909,20	2.344,80	2.847,20

A análise da urbanização em conjunto com os resultados da medida de *choice* é feita a partir do Quadro 4.11. Nesta imagem são sobrepostas a classificação de ocupação e uso do solo com a análise configuracional para a medida de *choice*. Como o período de 1948-1965 não dispõe de imagem de satélite, conforme explicitado na metodologia, a composição da imagem para o período de 1948-1965 utilizou a classificação para o ano de 1984. A partir destas imagens é analisado em maior detalhes a relação entre o valor de *choice* e a urbanização ao longo das vias.

Quadro 4.11: Sobreposição de análise de *choice* e ocupação e uso do solo



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

As análises anteriores de evolução urbana e ocupação e uso do solo mostraram que o maior avanço da malha urbana de Estância Velha entre os dois períodos analisados ocorre direcionado pelo conjunto de segmentos das vias principais. Esse conjunto foi analisado quanto a seus valores da medida de *choice* em comparativo com outros três recortes, no Quadro 4.10. A análise destes valores mostrou que as medidas estatísticas de máximo, média e mediana dos mesmos são significativamente maiores quando comparados a estas medidas para todos os outros conjuntos de segmentos. A análise visual dos mapas de *choice* para Estância Velha mostra que, em relação às vias principais, ocorreu uma permanência da importância das mesmas ao longo do tempo, ou seja, as vias que eram importantes em 1948-65 mantiveram esta condição no período atual. As vias estruturadoras que se mantiveram nos dois períodos são as seguintes: Avenida Campo Grande, Rua Portão, Avenida Brasil, Avenida Presidente Lucena, BR-116, Avenida Presidente Vargas e Rua 13 de Maio (na zona rural). Foi justamente ao longo das mesmas que se deu a urbanização.

Viu-se que o maior crescimento ocorre em direção à Novo Hamburgo, no bairro Rincão dos Ilhéus e junto da BR-116. Esta é a principal via do sistema e que apresenta os valores de *choice* mais altos em ambos os períodos. A urbanização ao longo da Avenida Presidente Vargas, outra via importante do sistema, também foi significativa e ocorreu o adensamento da malha viária no espaço entre ambas. Os outros eixos de crescimento identificados, também fazem parte do conjunto de vias principais, Avenida Presidente Lucena, Rua Portão (em direção à Portão) e Avenida Campo Grande. É possível verificar pela análise visual, em conjunto com os resultados das análises anteriores, que as vias relevantes para os deslocamentos através do sistema concentraram o crescimento urbano do município e que este crescimento esteve constricto por barreiras. E que ocorre o adensamento da malha a partir destas vias principais, podendo ser verificado a partir da comparação das malhas entre os dois períodos. O vazio urbano entre a avenida Campo Grande e a avenida Brasil foi urbanizado e no trecho da avenida Campo Grande que registra os loteamentos irregulares, que vem registrando novos loteamentos e aberturas de ruas, ocorreu um aumento no potencial de movimento, visível pela diferença na escala de cores entre os mapas dos dois períodos.

A rua 13 de Maio, que corta a zona rural, também teve um expressivo aumento no potencial de movimento, aparecendo em primeiro plano nos mapas. Ao longo desta via vem sendo registrada a construção de novas edificações e parcelamentos de terrenos. A análise de como se deu a urbanização de Estância Velha em conjunto com o potencial de movimento medido pela medida de *choice* mostra que há uma probabilidade maior de que a urbanização

ocorra a partir das vias que são relevantes para os deslocamentos dentro do sistema analisado. A Rua 13 de Maio registrou um aumento em seu potencial de movimento entre os dois períodos e passou a figurar dentre as vias de maior potencial de movimento para a medida *choice* do sistema. É possível que esse seja um dos fatores que esteja contribuindo para o processo de mudança no tipo de ocupação e uso do solo que é verificado na zona rural.

#### 4.3.3 Conclusão do subcapítulo

As metodologias apresentadas até este capítulo trouxeram uma visão da evolução urbana de Estância Velha e de como se deu o processo de ocupação territorial do município. O presente subcapítulo apresenta os resultados da configuração espacial de Estância Velha utilizando a Sintaxe Espacial, principal metodologia e objetivo dessa pesquisa, com o intuito de avaliar se a mesma influencia na ocupação com fins urbanos na zona rural do município. A análise dos resultados obtidos foi feita em conjunto com os dados e resultados obtidos até aqui. Foram analisados e comparados os resultados para as medidas de integração e *choice* para dois sistemas, um para o período de 1948-1965 e outro para o período atual, 2018.

A análise da medida de integração para diferentes raios de análise revela que Novo Hamburgo se manteve como centralidade do sistema e que ocorreu a consolidação da importância da BR-116 como eixo integrador linear nos últimos 60 anos. A malha influencia como as pessoas transitam pela cidade (HILLIER, 2007) e os resultados encontraram uma correlação entre as maiores medidas de integração e a maior densidade de uso do solo (HILLIER; IIDA, 2005; HILLIER; VAUGHAN, 2007). Assim, faz sentido que a maior densificação da malha viária tenha ocorrido ao longo da BR-116, que concentra os maiores valores de integração do sistema. Junto de Novo Hamburgo, se observa o adensamento da malha e a formação de uma conurbação entre este município e Estância Velha. A importância histórica e econômica do mesmo, e as tendências de expansão urbana naquela direção foram discutidas em capítulos anteriores. Estância Velha têm centralidades locais evidenciadas apenas a partir de raios menores, em especial o raio em nível mais local, de 1000 metros, para o qual há maior integração ao longo da Avenida Brasil, Avenida Presidente Lucena e Rua Portão. Historicamente, estas vias já constavam desde o período da colônia de São Leopoldo, evidenciando o princípio da teoria dos sistemas complexos de que as relações iniciais do sistema são relevantes para sua evolução (CILLIERS, 2002).

Nos raios de processamento apresentados não é verificada a formação de centralidades locais relevantes na zona rural, isto é, que façam parte dos 10%, 20% ou 30%

dos segmentos mais integrados, mesmo no nível mais local processado ( $R=1.000$  metros). A não observação de centralidades no interior da zona rural é explicada pela malha esparsa do local, uma vez que o cálculo das centralidades é diretamente influenciado pela densidade da malha. Os resultados mostram que a zona rural atual (em vigor desde 2012) é uma região mais segregada em relação ao sistema em comparação com o período anterior (1948-1965). Considerando os resultados da presente pesquisa apenas para a medida de integração, os mesmos sugerem que o potencial de movimento (*to movement*) dos segmentos da zona rural é baixo em comparação com os segmentos do sistema, o que pode indicar que a mesma não apresenta uma tendência ao aumento da densidade de uso do solo. Os resultados da medida de integração são influenciados pela densidade da malha e, por este motivo, foram mais aplicados em estudos mais locais, com uma tendência de considerar o tecido urbano como um objeto limitado por uma fronteira clara que é a malha urbana densa do centro das cidades (READ, 2005, p. 341).

Já os resultados para a medida de *choice* mostram que o primeiro sistema analisado, o antigo, conta com três vias entre as 10% com maior valor de *choice*, a Avenida Presidente Vargas, a Avenida Presidente Lucena e a BR-116 e que, em comparação com o primeiro sistema, o segundo conta com uma malha estruturadora maior, que engloba um grande trecho da Rua 13 de Maio, juntamente com a Avenida Presidente Vargas, a Avenida Campo Grande, a BR-116, a Rua Portão (que liga o município à RS-240, em Portão) e Avenida. Brasil. A análise estatística mostrou que, entre os dois períodos, a relevância das vias na zona rural teve um aumento dentro do sistema. A via da zona rural que concentra os valores máximos do sistema é a Rua 13 de Maio, que faz parte do conjunto de vias principais, que concentram os 10% maiores valores de *choice*. Os resultados indicam que, comparando os dois períodos, a Rua 13 de Maio, localizada no interior da zona rural, passou de uma via que possuía uma importância moderada para os deslocamentos entre o sistema para uma via que figura entre as mais importantes.

A análise conjunta do resultado da medida *choice* com os mapas de ocupação e uso do solo mostram que o maior crescimento ocorre em direção à Novo Hamburgo, no bairro Rincão dos Ilhéus e junto da BR-116. Esta é a principal via do sistema e que apresenta os valores de *choice* mais altos em ambos os períodos. A urbanização ao longo da Avenida Presidente Vargas, outra via importante do sistema, também foi significativa e ocorreu o adensamento da malha viária no espaço entre ambas. Os outros eixos de crescimento identificados, também fazem parte do conjunto de vias principais, Avenida Presidente Lucena, Rua Portão (em direção à Portão) e Avenida Campo Grande. É possível verificar pela análise

visual, em conjunto com os resultados das análises anteriores, que as vias relevantes para os deslocamentos através do sistema concentraram o crescimento urbano do município e que este crescimento esteve constricto por barreiras.

Bill Hillier (1993, p. 36) já apontava que o movimento pela malha é gerado de forma global e não local. É contudo, Read (2005), quem aponta que nas cidades contemporâneas as pessoas estão se movendo e habitando de forma diferente e as análises configuracionais devem refletir essa mudança (de tamanho de deslocamento realizado pelas malhas). O processo de mudança na zona rural verificado pela presente pesquisa é um fenômeno que se enquadra nessa mudança. Essa relativização das distâncias, atribuída por Santos (1993) e Maricato (2000b) à maior disponibilidade nas infraestruturas de serviços, como viárias e de telecomunicações, contribuem para uma urbanização mais esparsa, com um perfil de moradores que não estejam necessariamente ligados às atividades agrícolas.

Os resultados encontrados por essa pesquisa sugerem que a medida de integração, por seu método de cálculo matemático e por evidenciar centralidades, não é capaz de justificar um processo de expansão urbana que esteja ocorrendo em um local de malha esparsa, como, por exemplo, em uma zona rural. Já a medida de *choice*, por incorporar os deslocamentos de longa distância pelo sistema, parece ser mais efetiva para evidenciar as vias que são relevantes independentemente de seu entorno estar urbanizado ou não. Os resultados encontrados por essa pesquisa sugerem que a medida de *choice* é mais eficaz para explicar o processo empírico que é verificado na zona rural de Estância Velha.

A análise configuracional trouxe que as vias ao longo das quais ocorreu o adensamento populacional são vias que possuem importância no deslocamento pelo sistema, ou seja, são vias com elevado potencial de movimento através da malha (*through movement*), evidenciado pela medida de *choice*. Quanto à zona rural, a análise configuracional mostra que a via 13 de Maio possui alto potencial de movimento através da malha, o que indicaria uma relação com uma predisposição maior a ocorrer adensamento ao longo desta via (esta relação não indica que isso certamente deverá acontecer, mas que existe uma probabilidade maior de que isto ocorra). No próximo subcapítulo serão apresentadas fotos e imagens que ilustram as evidências do processo que o presente trabalho investigou.

#### **4.4 Análise de prognóstico de ocupação**

O levantamento de campo teve como objetivo buscar evidências fotográficas de processos de mudança no tipo de ocupação da zona rural estudada, conforme os critérios apresentados na metodologia. O maior enfoque espacial foi dado à Rua 13 de Maio, visto que

esta é a única via dentro da zona rural atual que faz parte do conjunto de vias principais do sistema, 10% das vias com maior valor de *choice* e dado que verificou-se no capítulo anterior que parece haver uma probabilidade de que as vias com maior valor de *choice* do sistema fomentem processos de urbanização.

As fotos foram feitas em nível de solo e aéreas, com utilização de drone e foram, adicionalmente, obtidas a partir de imagens disponibilizadas pelo Google Earth. As fotos aéreas permitem a observação de uma dimensão mais ampla dos processos de ocupação ao longo das vias e sua inserção em um contexto que envolva o entorno local. As altitudes das fotos variam até a altura máxima de 500 metros a partir do solo. Ao longo deste subcapítulo a discussão das mesmas é feita com base em sua numeração e localização constantes na Figura 4.22. A Figura 4.22 também apresenta, para fins de localização espacial dos processos em discussão, a delimitação da zona rural atual (conforme demarcação no Plano Diretor de 2012) e das barreiras à expansão urbana delimitadas pelas zonas de proteção ambiental (ZEP I e II, as quais deixaram de existir em 2012).

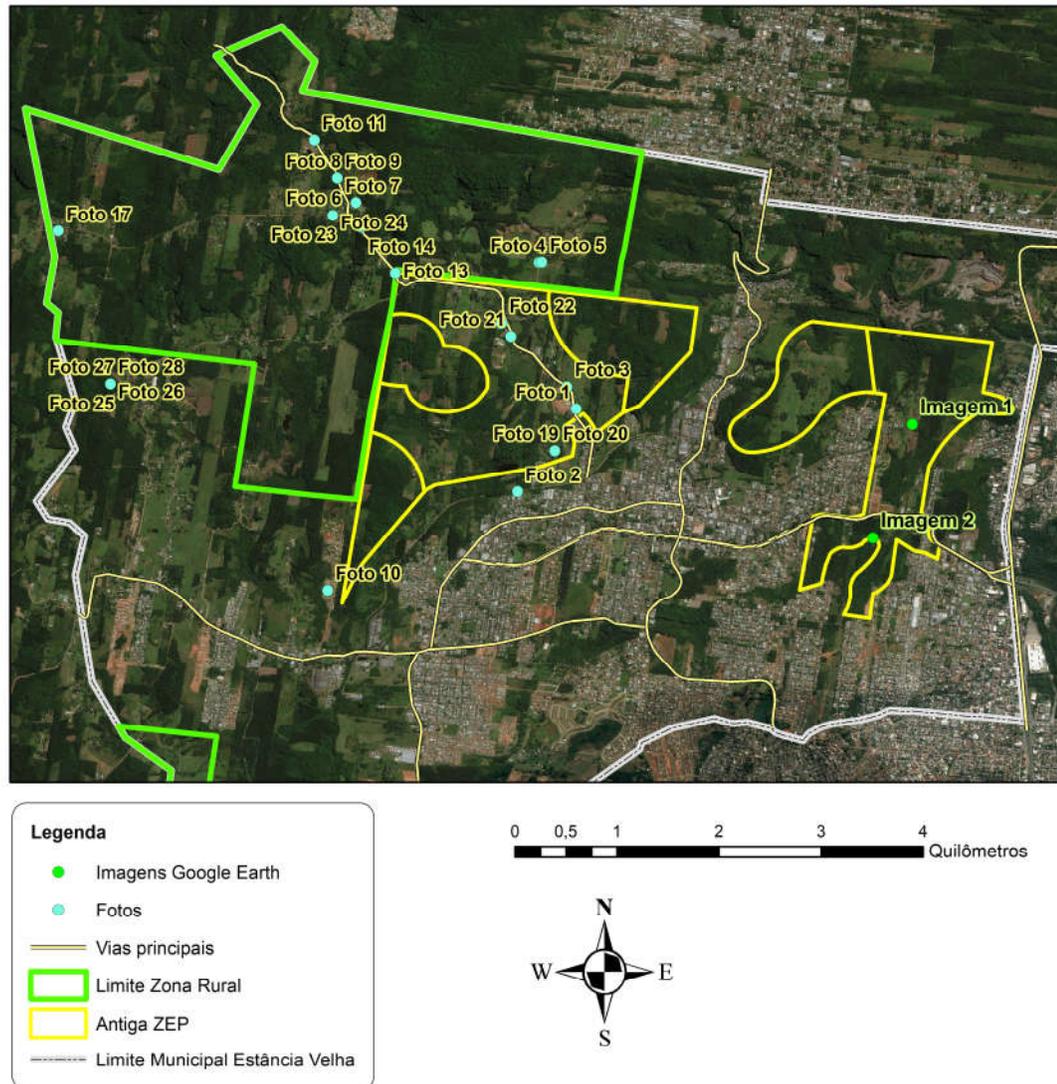
Quatro tipos de situações foram considerados como evidências e características de processos em andamento de mudança no tipo de ocupação de solo na zona rural. Ressalta-se que as mesmas foram apresentadas e discutidas na Metodologia. São as seguintes:

- (i) a existência de sítios de lazer (evidenciada por placas de venda com informação de área, cercas indicativas de tamanho de lote e lotes delimitados que contam com infraestrutura de lazer);
- (ii) parcelamentos de solo e loteamentos irregulares (evidenciados por parcelamentos de solo de pequenos terrenos de tamanho semelhante a lotes da zona urbana ou de tamanho inferior a um lote urbano, definido em lei como sendo de 125 m<sup>2</sup> (BRASIL, 1979));
- (iii) evidência de formação de aglomerados (evidenciados pela existência de casas muito próximas entre si, distante menos de 50 m); e
- (iv) Registrou-se, também, a existência de solo rural em áreas definidas como urbanas e áreas que tenham ocupação urbana próxima a áreas verdes.

A situação (iv) ilustra situações permitidas pela legislação, em que o aumento do perímetro urbano não transforma, automaticamente, todo o solo em solo urbano. Finalmente, a fim de distinguir entre fins urbanos e fins rurais, no presente trabalho foram consideradas como ocupações com fins rurais as propriedades grandes, em geral afastadas entre si, e que desenvolvam (ou cujo tamanho seja suficiente para desenvolver) atividades agrícolas e de criação de animais, pastagens, plantações, silvicultura e reserva legal, entre outras, conforme discussão realizada no referencial teórico. Para cada uma das quatro situações são

apresentadas imagens ilustrativas e a discussão é feita ao final. As imagens escolhidas para apresentar cada um dos exemplos podem conter mais de uma situação nas mesmas.

Figura 4.22: Localização das fotos selecionadas para ilustrar o levantamento de campo



Fonte: elaborado por BALESTRO, F. (2019)

#### 4.4.1.1 Sítios de lazer

O Plano Diretor de Estância Velha permite o estabelecimento de sítios de lazer, na zona rural, desde que os mesmos respeitem o tamanho mínimo de 2 hectares para o parcelamento de solo. Caso não estivesse estabelecido em legislação municipal, tal tipo de

ocupação não seria permitido, uma vez o artigo 96 do Decreto 59.428/66 veda sítios de lazer, ou recreio, em áreas rurais. Em Estância Velha, este tipo de propriedade é bastante frequente. Como Fernandes (2008) aponta que a presença dos mesmos pode vir originar núcleos urbanos, desconectados da mancha urbana, os mesmos são um indicativo de maior probabilidade de expansão urbana, justamente por seu caráter de parcelamento das propriedades rurais.

A Figura 4.23 apresenta fotos que exemplificam o tipo de ocupação por sítio de lazer que ocorre no município. A Foto 18 apresenta uma vista aérea da zona rural, onde é possível notar estruturas de lazer visíveis como piscinas campo de futebol, além de várias casas e construções pouco espaçadas entre si. Essa última característica é um indicativo de provável fragmentação das propriedades em uma área menor do que dois hectares. Já a Foto 29 traz a imagem da frente de uma propriedade com provável utilização para lazer e delimitação aparente do lote, por meio de cercas. As fotos 19 e 20 ilustram pequenas propriedades, inferiores a 2 hectares, sendo que na foto 20 na placa de venda consta a área da propriedade de 0,63 ha. Estas pequenas propriedades, de menos de 1 hectare costumam ser anunciadas na região como “chacrinhas”. Suas pequenas dimensões tornam inviáveis o desenvolvimento de atividades econômicas agrícolas.

Figura 4.23: Conjunto das fotos 18,19,20 e 29





Foto 19 - Localização: estrada secundária da zona rural



Foto 20 - Localização: estrada secundária da zona rural



Foto 29- Localização: Rua 13 de Maio

Fonte: fotos feitas por BALESTRO, F.(2018).

#### 4.4.1.2 Parcelamentos de solo e loteamentos irregulares

Legalmente, na zona rural não são permitidos parcelamentos de solo com fins urbanos, conforme a lei 9.785/99 (BRASIL, 1999). Adicionalmente, o município não permite que condomínios fechados existam na zona rural. No entanto, viu-se que a legislação, por si só, não impede que esse tipo de situação exista e o surgimento de loteamentos irregulares no município de Estancia Velha foi um motivador para ampliações de perímetro urbano nos

anos de 1994 e 2004, conforme visto no subcapítulo 4.3. Costumam se destinar à moradia, ao contrário dos sítios de lazer, e seus proprietários costumam optar pela sua aquisição em zonas rurais devido ao custo mais baixo do lote ou por buscarem características associadas à zona rural. Este tipo de processo de ocupação da zona rural é comentado por Maricato (2000b, 2003), Rolnik (1999) e Villaça (2001a), que afirmam que as populações de baixa renda se veem excluídas da cidade formal (neste caso, da cidade legal, definida pelo Plano Diretor) e são ‘empurradas’ para localizações distantes, onde o custo da terra é mais barato e onde recorrem a autoconstrução para fazer suas moradias. Este trabalho não possui a intenção de avaliar as condições em que se deram as ocupações irregulares que foram retratadas, seu histórico e o perfil de seus moradores, no entanto, sua existência fica clara pelas imagens apresentadas.

A Figura 4.24 traz imagens que ilustram processos irregulares de ocupação do solo. A foto 10 traz uma vista do loteamento Cooperlag, um loteamento irregular e motivador do aumento de perímetro urbano de 2004. Na imagem vê-se que este loteamento avança em direção à zona rural e que seu entorno é caracterizado por ocupações não urbanas, como silvicultura. As fotos 25 e 26 retratam a ocorrência de um núcleo de ocupação irregular de baixa renda que estava localizado no interior da zona rural e que motivou um aumento significativo do perímetro urbano em 2012 de forma a englobá-lo. As fotos 13, 14, 15 e 16 retratam residências de baixa renda em pequenos terrenos parcelados irregularmente na zona rural de Estância Velha. Embora não se saiba exatamente a forma como se desenvolveu o parcelamento e a venda destes pequenos lotes, é comum no município a venda por meio dos chamados ‘contratos de gaveta’ uma modalidade à qual o proprietário recorre quando vende uma parcela de sua propriedade e não pode efetuar a escritura e legalizar a venda devido ao tamanho inferior a 2 hectares. As fotos 27 e 28 retratam a vista de uma mesma rua, a Pedro Lírio Fisch, em duas alturas diferentes. Enquanto que na foto 27 a via é retratada partindo da Avenida Campo Grande (de onde se inicia a via e os loteamentos), na foto 28 a vista da via no interior da zona rural, com pouco adensamento. A distância entre as duas fotos é inferior a 2 km.

Figura 4.24: Conjunto das fotos 10, 13,14,15,16, 25, 26, 27 e 28

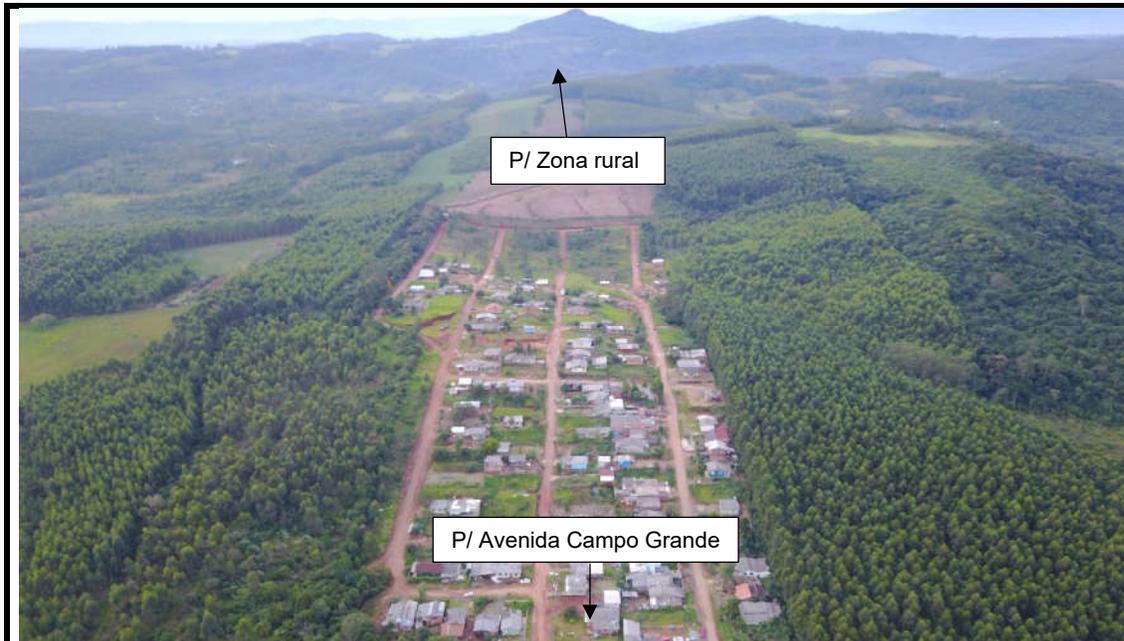


Foto 10 – Localização: vista do loteamento Cooperlag a partir da avenida Campo Grande.



Foto 13 – Localização: rua 13 de Maio, zona rural



Foto 14 – Localização: rua 13 de Maio, zona rural



Foto 15 – Localização: rua 13 de Maio,  
zona rural



Foto 16 – Localização: rua 13 de Maio,  
zona rural

Foto 25 – Localização: vista da ocupação irregular localizada na rua Trajano Nunes  
Cardoso



Foto 26 – Localização: vista da ocupação irregular localizada na rua Trajano Nunes  
Cardoso



Foto 27 – Localização: vista das ruas Pedro Lírio Fisch e Rua Parobé



Foto 28 – Localização: rua Pedro Lírio Fisch no interior da zona rural

Fonte: fotos feitas por BALESTRO, F. (2018)

#### 4.4.1.3 Evidência de formação de aglomerados

A Figura 4.25 apresenta fotos que ilustram o adensamento ao longo das estradas principais da zona rural de Estância Velha, com maior foco na Rua 13 de Maio, principal via e

com maior de *choice* do sistema. São casas que se localizam muito próximas (como na Foto 17). Na foto 12 algumas medidas dos lotes, cujas prováveis delimitações são identificadas na imagem aérea, são apresentadas, indicando se tratarem de tamanhos inferiores a 2 hectares. Também constam duas medidas de distância entre casas. Vê-se que, em distâncias de 50 metros, diversas casas são contabilizadas, indicando formação de aglomerados. Algumas das casas vistas nas imagens têm terrenos do tamanho de lotes urbanos, pequenos demais para serem considerados como propriedades rurais ou, mesmo, como sítios de lazer. O processo de evolução urbana do município ocorreu, em grande parte, motivado pelo adensamento ao longo de vias, portanto, a verificação da construção de muitas casas próximas ao longo das vias é um indicativo de que esse processo está ocorrendo.

Figura 4.25: Conjunto das fotos 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12,17, 23, 24





Foto 5 – Localização: vista da rua 13 de Maio (ao fundo), no início da zona rural



Foto 6 – Localização: rua 13 de Maio, interior da zona rural



Foto 7 – Localização: vista da interseção (canto inferior esquerdo) da rua 13 de Maio com Estrada do Faxinal



Foto 8 – Localização: vista da rua 13 de Maio no interior da zona rural



Foto 11 – Localização: vista da rua 13 de Maio no interior da zona rural.



Foto 12 – Localização: rua 13 de Maio e interseção com Estrada do Faxinal



Foto 17 – Localização: estrada do Faxinal, próxima à divisa com Portão



Foto 23 – Localização: vista em ângulo da rua 13 de maio a partir da Estrada do Faxinal



Fonte: fotos feitas por BALESTRO, F. (2018)

#### 4.4.1.4 Existência de solo rural em áreas definidas como urbanas

Conforme visto, a legislação não prevê que os aumentos de perímetro urbano impliquem na conversão de todo o solo no interior da zona ampliada para solo urbano. Isto acontece especialmente em grandes aumentos de perímetro urbano e foi abordado anteriormente que esse fato gera consequências do ponto de vista do mercado de terras, bem como leva a uma desestabilização das atividades agrícolas do local e nas proximidades.

Na zona rural de Estância Velha há diversos locais em que há a ocorrência destas situações (Figura 4.26), como as retratadas pelas fotos 2 e 3, que mostram a proximidade da interface entre regiões completamente urbanizadas e a área que estava definida em Plano Diretor como preferencial para preservação ambiental e considerada de risco (delimitação extinta do Plano Diretor em 2012) e que constituía uma barreira entre a zona urbana e a zona rural. No caso da extinção da barreira de zoneamento, essa interface não só foi deslocada como a zona rural deixou de contar com uma área de transição, que foi um elemento importante na regulação da expansão urbana verificado nos subcapítulos anteriores. Outras situações que exemplificam isso são a foto 1, do início da rua 13 de Maio, considerada como perímetro urbano e onde há coexistência de solo rural na área urbana e a foto 30, onde há

uma indústria de artefatos de concreto localizada na zona rural (exatamente no início da mesma). As mudanças na legislação urbanística podem retratar pressões econômicas existentes e aceleram a urbanização e ocupação das áreas verdes, como retratado nas imagens 29 e 30, retiradas do Google Earth, mostrando o avanço do loteamento nas antigas áreas de preservação ambiental do município (ZEP I e II). A placa retratada na foto 22, em área de solo rural dentro do perímetro urbano é um retrato desta dinâmica de pressões imobiliárias. Situação semelhante ocorre na foto 21, que mostra aterramento de banhado localizado em antiga ZEP.

Figura 4.26: Conjunto das fotos 1, 2, 3, 21 e 22 e imagem 1 e 2





Foto 2 - Divisa entre a antiga ZEP e zona completamente urbanizada



Foto 3 – Localização: rua Primeiro de Maio, divisa entre a antiga ZEP e zona completamente urbanizada



Foto 21 – Localização: rua 13 de Maio, antiga ZEP



Foto 22 – Localização : rua 13 de Maio



Foto 30 – Localização: Rua 13 de Maio



Imagem 1 – Localização: antiga ZEP próximo da divisa com a pedreira



Imagem 2 – Localização: antiga ZEP próximo à BR-116

Fonte: fotos feitas por BALESTRO, F. (2018)

#### 4.4.2 Conclusão do subcapítulo

A presente pesquisa elencou quatro usos do solo que foram considerados como indicativos de mudanças no tipo de ocupação e uso do solo, de fins rurais para fins urbanos. Para cada um deles foram apresentadas evidências fotográficas. Todos os quatro fatores têm em comum o fato de que colocam em movimento dinâmicas de mercado, que desestabilizam

as atividades rurais, em favorecimento de um uso urbano da terra. As pressões econômicas relacionadas às mudanças no tipo de ocupação de zonas rurais estão relacionadas à essa coexistência e proximidade de tipos de ocupação, à ocupação desordenada e ao fracionamento dos lotes de terra. Esses usos avizinham atividades que outrora não se encontravam tão próximas e é especialmente nesses pontos de interface – como no limite do perímetro urbano, para Bransão e Feder (1996) – que dar-se-á uma influência maior do mercado. Se o mercado de terras é, como afirma Reydon apud Gonçalves (2002, p. 31), concorrencial e formado por expectativas pode-se supor que a proximidade entre usos gera uma expectativa de que as terras próximas se convertam em outros usos em algum momento, tanto nos agentes imobiliários quanto nos proprietários dos lotes. Nesse ponto, uma das ações que pode decorrer disso é a especulação imobiliária, por parte de proprietários, que esperam sua terra se valorizar para então, convertê-la finalmente ao uso urbano. Torna-se mais lucrativo o mercado de terras do que as atividades rurais tradicionais. E, como consequência, o preço médio da terra sobe na região, o que também inviabiliza a realização de atividades agrícolas, que dependem de grandes extensões de área para prosperarem.

Um outro ponto em comum entre essas atividades é que todas denotam uma mudança no tipo de uso que existe na área rural de Estância Velha. As características tradicionalmente atribuídas às zonas rurais (Cloke ,2006, p. 20), como assentamentos esparsos e a ocupação agrícola não são mais as dominantes no cenário. Outras características apontadas por este autor dizem respeito a uma associação entre problemas de infraestrutura, e consequente menor acessibilidade que estariam mais presentes em zonas rurais e à uma diferenciação entre o modo de vida rural e o modo de vida urbano. Viu-se que tais diferenciações diminuíram com os investimentos em infraestrutura e comunicações (MARICATO, 2000b, p. 130; SANTOS, 1993), que encurtam as distâncias e possibilitaram que o local de moradia estivesse localizado mais distante do local de trabalho. Efetivamente, evidências de lotes pequenos indicam que, no presente estudo de caso, há uma ocupação da zona rural por pessoas que residem na área de forma permanente e cujas atividades econômicas não estão, necessariamente, ligadas a este segmento. Isso confirma o observado por Saraceno (1994), de que a população que se muda para a área rural não está, obrigatoriamente, ligada à terra. A zona rural não é percebida, portanto, como uma localidade inacessível ou distante e a escolha por residir ali é motivada por fatores socioeconômicos e por características de amenidades ambientais, além de melhor qualidade ou menor custo de vida.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, em zonas rurais, conforme a legislação, não são permitidos usos do solo com fins urbanos, no entanto a realidade é que muitas destas áreas enfrentam situações de parcelamento de solo irregulares que prejudicam a manutenção das características rurais, no longo prazo. O presente trabalho, ao se deparar com este processo em andamento na zona rural de Estância Velha, coloca a questão do quanto a configuração espacial colabora para estas mudanças. A Sintaxe Espacial foi a metodologia escolhida para este estudo porque analisa a configuração espacial e torna visíveis as relações que os espaços têm entre si. A motivação foi impulsionada pelo fato de que não foram localizados trabalhos dessa metodologia focados especificamente na investigação de zonas rurais (zonas de malha esparsa). Em conjunto com o instrumental da Sintaxe Espacial, foram utilizadas metodologias complementares para analisar configuracionalmente um processo que se encontra em andamento, verificado empiricamente pela pesquisadora, a mudança no tipo de ocupação da zona rural de Estância Velha, de fins rurais para fins urbanos.

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar de que maneira a configuração espacial influencia no processo de modificação do tipo de uso do solo nas zonas rurais, de fins rurais para fins urbanos, utilizando a Sintaxe Espacial. A compreensão de que o fenômeno estudado é de natureza complexa e, portanto, não poderia ser atribuído a uma única causa foi essencial e motivou a utilização de outras metodologias para que outros fatores influentes fossem analisados em complementação aos resultados da análise configuracional. Já o referencial teórico foi essencial para compreender e avaliar os resultados encontrados pelas diferentes metodologias aplicadas. Abaixo serão retomados os objetivos desenvolvidos pelo presente trabalho, os resultados obtidos e considerações acerca dos mesmos.

A primeira etapa da pesquisa consistiu em um resgate das origens do município e levantamento dos indicadores gerais de economia (FEE) e do crescimento populacional (IBGE), que possibilitassem uma contextualização geral. Isso foi considerado importante porque dentro da análise de fenômenos complexos entende-se que o estado inicial do sistema influencia em sua evolução futura. Por isso, o resgate histórico foi bastante abrangente e partiu do estabelecimento da colonização alemã no estado, em 1824. Essa colonização teve início em São Leopoldo, município que deu origem a muitos outros da região do Vale dos Sinos e do qual Estância Velha se emancipou em 1959. A proximidade cultural mostrou-se relevante para toda a dinâmica econômica que se estabeleceu entre os mesmos, com destaque para Novo Hamburgo, que desde aquela época se destacou como um local importante para a

economia dos municípios da região, que levavam seus produtos até a estação ferroviária que se localizava ali. Nesse contexto Novo Hamburgo se estabeleceu como um polo atrator da urbanização e sua relevância regional permanece até hoje.

Também foi feito um resgate e avaliação de mapas históricos de Estância Velha com a finalidade de identificar quais estradas foram ligações importantes na época. Dentre as seis vias importantes identificadas, cinco já estavam presentes em um mapa da colônia alemã de 1870. E a sexta estrada consta a partir da década de 1960, em um mapa do território de Estância Velha. Posteriormente, as demais análises feitas por essa pesquisa permitiram que fosse averiguado que as mesmas mantiveram sua relevância ao longo do tempo relacionando a forma como ocorreu a ocupação urbana paralelamente ao estudo de suas propriedades configuracionais. Esta parte do trabalho também demonstrou a importância do levantamento e da análise do histórico do território que se está avaliando.

Finalmente, além das contextualizações históricas da origem do município e dos mapas, foi feita uma contextualização da economia e do número de habitantes. Os dados coletados mostram que o município nunca teve um perfil agrícola e que a base de sua economia sempre foi a indústria, com a população rural não perfazendo 15% do total em todos os censos demográficos avaliados, de 1970 a 2010. Nos primeiros levantamentos de PIB disponíveis, no período em que 75% da composição do mesmo era devida à indústria (até os anos 1990), houve um salto da população municipal, que aumentou 60% entre os anos 1970 aos anos 1980 e 100% entre os anos 1980 aos anos 1990. A partir dos anos 1990, com o declínio da indústria, que atualmente compõe cerca de 37% do PIB municipal, segundo dados da FEE, também entra em queda o crescimento populacional do município (1990-2000, 25%, 2000-2010, 21%). Isso permitiu avaliar que os períodos em que houve um crescimento populacional substancial, o mesmo foi motivado pelo crescimento econômico do município, baseado no bom momento do setor coureiro estanciense, atividade que vinha sendo desenvolvida desde que os primeiros imigrantes alemães se estabeleceram. As contextualizações apresentadas se revelaram imprescindíveis para a compreensão de como ocorreu o crescimento da cidade.

A primeira análise realizada por essa pesquisa foi a avaliação da evolução do perímetro urbano do município, desde 1955 até 2018. Cada período foi analisado individualmente levando em consideração a legislação aplicável ao uso do solo e buscando contextualizá-lo com dados econômicos, populacionais e outros fatores. Os resultados mostram que desde a sua emancipação e a elaboração de seu primeiro Plano Diretor, em 1955, o perímetro urbano do município foi alterado cinco vezes, nos anos de 1982, 1987,

1994, 2004 e 2012 e que cada aumento de perímetro urbano implicou em uma redução no tamanho da zona rural, restando, em 2018, 25% de sua área original (redução de 48 km<sup>2</sup> para 12 km<sup>2</sup>). A análise da redução foi feita com mapas elaborados em SIG para cada um dos períodos em que ocorreram alterações de macrozoneamento urbano-rural, baseados nas leis de Plano Diretor e perímetro urbano municipal desde a sua emancipação.

O primeiro Plano Diretor do município data de 1955, com área urbana de 6 km<sup>2</sup>. No ano de 1982 há um salto no tamanho da área urbana municipal, passando de 6 km<sup>2</sup> para 25,6 km<sup>2</sup>. O novo perímetro traçado engloba, principalmente, a ocupação no bairro Rincão dos Ilhéus, junto da BR-116 e da divisa com São Leopoldo e Novo Hamburgo, comprovando o potencial de polo atrator do município. Em 1987 há um pequeno aumento de perímetro urbano e, em 1994, mais um aumento significativo, que acresceu 7,44 km<sup>2</sup> à zona urbana. Até os anos 1990 a indústria coureiro-calçadista da região estava em um momento positivo, atendendo a mercados internacionais, e a ampla oferta de empregos atraiu muitas pessoas para morar na cidade. No intervalo de 1970 até 1991 a população passou de 8.916 habitantes para 28.190, um aumento superior a três vezes a população inicial. Há uma coincidência, portanto, entre os aumentos de perímetro urbano e os aumentos de população, o que poderia justificá-los.

No ano de 1991 a população rural equivalia a apenas 5% do total, condizente com o perfil econômico municipal. Os aumentos de perímetro urbano de 1994, 2004 e 2012 tiveram entre suas motivações a regularização fundiária de ocupações irregulares. Porém, enquanto nos anos de 1994 e 2004 o aumento no perímetro urbano para regularização fundiária ficou restrito à área efetiva da ocupação irregular, em 2012 há um aumento significativo que englobou uma ocupação irregular e transformou uma grande área rural em área urbana. Nesse ano também não houve um aumento significativo da população que pudesse justificar tal aumento, ao contrário do que ocorreu até os anos 1990. Pelo contrário, os dados populacionais mostram que, a cada censo, a taxa de crescimento populacional vem diminuindo e os dados de participação da indústria na economia municipal apontam uma tendência de queda, diminuindo seu poder de atrair uma grande quantidade de moradores. Estes fatores sugerem que o perímetro foi ampliado acima do necessário.

A análise da variação dos perímetros urbanos identificou, além do macrozoneamento rural-urbano a existência de barreiras à expansão urbana, que ajudam a explicar o porquê de os aumentos de perímetro urbano não englobarem determinados locais. Foram identificadas três barreiras definidas em legislação urbanística municipal, por meio de zoneamento no Plano Diretor. Duas delas foram demarcadas pelo Plano Diretor de 1983, as Zonas Especiais

de Preservação Ambiental (ZEP I e II), zonas impróprias à ocupação humana pela topografia e por serem banhados e que restringiam a ocupação a 10% do lote, e a zona de mineração. Esta é uma grande área onde funciona uma pedreira. Já o Plano Diretor de 1994 demarcou em seu zoneamento uma área industrial onde se instalou um aterro de resíduos perigosos. Destas três grandes barreiras, a zona industrial onde está o aterro de resíduos perigosos e a região de pedreira ainda existem, porém as ZEP I e II deixaram de existir em 2012, passando a serem consideradas, segundo a legislação, como zonas de ocupação urbana. No caso da extinção da barreira de zoneamento, a zona rural deixou de contar com uma área de transição, uma interface rural-urbano, elemento importante na regulação da expansão urbana.

Uma análise visual inicial do macrozoneamento (urbano e rural) mostra que este zoneamento não foi suficiente para conter o aumento do perímetro urbano, ou seja, o elemento de regulação da expansão urbana dado pela legislação não foi efetivo para conter as mudanças no tipo de ocupação das zonas rurais. As últimas três alterações de perímetro urbano (1994, 2004 e 2012) foram, de fato, motivadas pela necessidade de regularização fundiária de loteamentos e irregulares no interior da zona rural. Em suma, vemos que a legislação exerce um fator importante de ordenamento territorial, mas que não é suficiente, uma vez que ocupações com fins urbanos dentro da zona rural continuam ocorrendo e são o principal motivo e pretexto para aumentos de perímetro urbano, muitas vezes superiores à área efetivamente necessária à regularização fundiária. A legislação urbanística foi efetiva e teve um papel relevante na definição de barreiras à expansão urbana, mas a condição material da ocupação (aterro de resíduos e área de mineração) reforçaram a lei.

A segunda análise realizada foi a classificação de uso de solo das imagens de satélite com o objetivo de verificar como ocorreu, na prática a evolução da ocupação urbana no município. No ano de 1984 o município contava com 6,6 km<sup>2</sup> de ocupação urbana (e 45,4 km<sup>2</sup> de ocupação não-urbana), contra 16,6 km<sup>2</sup> de ocupação urbana em 2017 (35,4 km<sup>2</sup> de ocupação não-urbana), um aumento de 151%. A primeira avaliação que pode ser feita com esses resultados diz respeito à avaliação quantitativa da ampliação de perímetro urbano ocorrida em 1982. O mesmo foi ampliado para 25,6 km<sup>2</sup>. Considerando que a ocupação urbana total de 1984 era de 6,6 km<sup>2</sup> isso sugere um aumento acima do necessário, o que é comprovado pela análise visual, que mostra que grande parte da região da ampliação não estava ocupada em 1984. No ano de 2017 essa região se encontra urbanizada, mas, como a análise foi realizada para dois anos, não foi possível identificar o período em que isso ocorreu. Os resultados também mostram que a ampliação de 4,5 km<sup>2</sup> no perímetro urbano em 2012 englobou uma grande área não urbanizada e com ocupação pouco densa.

Torna-se evidente que a identificação de barreiras é essencial à análise de evolução urbana. Além do elemento da topografia desfavorável, existem as barreiras instituídas legalmente, cuja área totalizava 11,31 km<sup>2</sup> até 2012, sendo 7,07 km<sup>2</sup> das Zonas Especiais de Proteção Ambiental, 1,69 km<sup>2</sup> da zona de mineração e 2,55 km<sup>2</sup> da área de zoneamento industrial onde está o aterro de resíduos perigosos. A análise da topografia do município mostrou que a mesma é limitadora da expansão urbana, na medida em que há a presença de morros e encostas íngremes que limitavam a ocupação nestes locais, e que a expansão urbana ocupou primeiramente as áreas topograficamente mais favoráveis. A maior parcela da zona rural remanescente fica, justamente, nos locais onde a topografia é mais desfavorável à ocupação humana. As barreiras legais impostas ao sistema contribuíram para restringir a expansão urbana nestes locais e conter seu avanço em direção à zona rural e as zonas de preservação funcionavam como uma zona de transição entre uma área completamente urbanizada e a zona rural.

Viu-se que dentre as ampliações de perímetro urbano realizadas, as de 1982, 1994 e 2012 foram bastante expressivas. A análise conjunta com a ocupação e uso do solo mostraram que nesta área ampliada de perímetro urbano há a ocorrência simultânea de solo rural e solo urbano (um tipo de situação que não é exclusiva de Estância Velha) comum nesses casos. Uma das consequências disso se refere ao tipo de imposto das propriedades classificadas como solo rural em área de perímetro urbano, que ficam sujeitas ao ITR (Imposto Territorial Rural - conforme a Constituição Federal de 88), o qual é muito menor que o IPTU. O imposto menor e a viabilidade legal de parcelamento do solo para fins urbanos (garantido pela Lei Federal nº 6.766/79) tornam estas áreas propensas à especulação imobiliária (onde o proprietário aguarda a valorização do entorno para lotear sua gleba), já que não há um ônus financeiro sobre os proprietários de solo rural em perímetro urbano que seguirem utilizando sua propriedade para fins rurais, como passarem a ter de pagar IPTU. A ausência deste ônus desestimula uma participação mais ativa dos proprietários de terras rurais e principais interessados no processo de revisão e aumento de perímetro urbano, uma vez que os mesmos não são prejudicados de forma alguma.

Outro ponto é a possibilidade de que, para fins de cobranças de impostos, possa ser de interesse do poder municipal que o perímetro urbano aumente e que seja feita a regularização fundiária das situações de aglomerados urbanos irregulares, uma vez que as mesmas passarão a pagar IPTU. Mesmo que o município arrecade o ITR, seu valor é sempre mais baixo em comparação ao IPTU o que com a pode diminuir o interesse do mesmo em

manter áreas rurais. Ainda, o valor mais baixo de imposto pode ser um fator que influencia a população a buscar residir nessas áreas.

O adensamento ao longo das linhas de crescimento verificadas também foi confirmado pela classificação de uso do solo, que realçou o padrão de ocupação urbana junto das mesmas. No caso da zona rural analisada se torna visível o aumento do adensamento junto da rua 13 de Maio, Estrada do Faxinal e rua Trajano Nunes entre os dois períodos analisados. Estas são as principais vias da zona rural. Também se destaca a expansão urbana em direção à zona rural que ocorre a partir da avenida Campo Grande, via onde estão localizados a maior parte dos loteamentos irregulares que motivaram expansões de perímetro urbano e também na antiga ZEP, que teve aumento de ocupação urbana. No caso do município de Estância Velha, observou-se que as vias de ligação importantes concentraram a urbanização, e foi a partir delas que as manchas urbanas cresceram.

A terceira e principal análise realizada por essa pesquisa foi a configuracional, por meio da Sintaxe Espacial. O objetivo é verificar se a configuração espacial influencia o processo de modificação de uso do solo da zona rural do município de Estância Velha, de fins rurais para fins urbanos. Foram analisados e comparados os resultados para as medidas de integração e *choice* para dois sistemas, um para o período de 1948-1965 e outro para o período atual, 2018.

A medida de integração compara as centralidades existentes nos dois períodos. Há uma correlação entre maiores valores de integração e o potencial de movimento, o que está, também, associado à densidade e ao tipo de ocupação do solo. A análise da integração dentro do cenário de ocupação de zonas rurais visa avaliar se as mesmas estão localizadas nas imediações de zonas que atraíam mais movimento, o que poderia justificar o processo de modificação que é observado na área de estudo. Os resultados da medida de integração mostram que Novo Hamburgo se destaca como o maior núcleo de integração do sistema, confirmando a tendência de atrair a urbanização de Estância Velha para junto do limite com este município. Essa força está presente tanto no sistema antigo analisado quanto no atual. No sistema atual, mesmo em raios locais, a centralidade de Estância Velha foi deslocada para junto da BR-116, junto da divisa com Novo Hamburgo. O município passa a apresentar centralidade local junto de seu centro histórico no raio de 1.000 m para o qual há maior integração ao longo da Avenida Brasil, Avenida Presidente Lucena e Rua Portão.

A zona rural está segregada em relação ao sistema e ao município em todos os raios analisados, embora com maior densidade de malha (passou de 33 para 104 segmentos no período analisado) e com o surgimento de vias que não existiam até então e diminuíram a

profundidade do local. Surgiram loteamentos irregulares que avançam em direção ao interior. Os loteamentos localizados na avenida Campo Grande diminuíram a segregação da região, que passa a contar com valores de integração uniformes. Nos raios de processamento apresentados não é verificada a formação de centralidades locais relevantes na zona rural, isto é, que façam parte dos 10%, 20% ou 30% dos segmentos mais integrados, mesmo no nível mais local processado ( $R=1.000$  metros). A não observação de centralidades no interior da zona rural é explicada pela malha esparsa do local, uma vez que o cálculo das centralidades é diretamente influenciado pela densidade da malha. Considerados apenas para a medida de integração, os resultados sugerem que o potencial de movimento (*to movement*) dos segmentos da zona rural é baixo em comparação com os segmentos do sistema, o que pode indicar que a mesma não apresenta uma tendência ao aumento da densidade de uso do solo. No entanto, não era esperado que a medida de integração explicasse o fenômeno que está sendo estudado dado seu enfoque em uma área que é segregada e de malha esparsa e pela forma de cálculo dessa medida, que é dependente da densidade da malha. A integração, ao trazer evidências de que se trata de uma zona segregada em relação ao município e ao sistema avaliado tende a indicar que a mesma não deva ser ocupada para fim urbano.

A medida de *choice*, por outro lado, devido a seu método de cálculo, evidencia os principais caminhos e vias de ligação de um ponto ao outro no sistema, devido ao seu método de cálculo. Seu valor indica o potencial de movimento por uma dada via em deslocamentos através do sistema (*through movement*). No presente caso, considerou-se que esta medida é a que melhor se presta à avaliação do fenômeno que se deseja estudar, ao passo que os resultados da medida de integração não foram satisfatórios para analisar o fenômeno estudado. Esta medida foi avaliada para os raios global, 10.000 m, 5.000 m, 3.000 m e 1.000 m. O conjunto de vias que apresentam maior valor de *choice* é o conjunto de caminhos preferenciais do sistema, a malha estruturadora do mesmo, o que está relacionado ao maior potencial de movimento através da malha. Os raios que apresentaram os resultados mais relevantes para o objetivo do trabalho foram os raios global e de 10.000 m, que evidenciaram os caminhos preferenciais para uma escala maior, mais adequada ao tipo de deslocamento que, provavelmente, é verificado nas estradas da zona rural. O valor máximo de *choice* do sistema atual (2018) apresentou um aumento considerável, sendo 26 vezes o valor máximo do período de 1948-1965. Uma vez que o cálculo dessa medida é dependente do tamanho do sistema, era esperado que um sistema maior apresente valores mais altos, como ocorreu.

Para o período de 1948-1965, as vias que se sobressaem no município são a BR-116 (na divisa com Novo Hamburgo), a Rua 13 de Maio, a Avenida Presidente Vargas, a Avenida Presidente Lucena, a Avenida Brasil, um trecho da Rua Portão e um trecho da Avenida Campo Grande. No sistema atual (2018) estas mesmas vias se mantêm, acrescidas de um trecho maior da Avenida Campo Grande e da extensão da rua Portão até a divisa com o município de Portão. Novamente se mostrou relevante o levantamento histórico do município, uma vez que as mesmas, à exceção da BR-116, existem desde a época da colônia alemã. Esse conjunto de vias principais engloba as vias de maior relevância do período de 1948-1965 com os acréscimos do período de 2018 e é composto pelas vias de ligação intra e intermunicipais mais importantes.

A fim de entender melhor como os valores de *choice* estão relacionados com a urbanização, foram analisadas as medidas estatísticas de valor máximo, média e mediana e sua divisão em percentis incrementais de 10%, os decis. Essa análise foi feita como uma maneira de determinar a importância relativa de diferentes conjuntos de segmentos em relação ao sistema avaliado. Isso é especialmente relevante considerando que essa medida é ainda pouco estudada dentro do campo da Sintaxe Espacial e o processo de normalização que foi proposto não pode ser utilizado, dados os problemas do método, quando aplicado a regiões não urbanizadas, que é o caso da presente pesquisa. Assim, se considerou que a verificação da importância dos valores dos resultados dentro de uma perspectiva de distribuição estatística permitiria a comparação entre sistemas e com os outros fatores abordados.

A análise estatística foi feita para quatro recortes diferentes: (i) o sistema como um todo, (ii) o conjunto de segmentos contidos no município de Estância Velha, (iii) o conjunto de segmentos da zona rural, conforme Plano Diretor de 2012 e (iv) o Conjunto das Vias Principais. Inicialmente foram analisadas as medidas de máximo e média. Se o seu valor máximo estiver próximo ou igual ao valor máximo do sistema, significa que ele contém segmentos das vias mais importantes do mesmo, que são aquelas com maior potencial de movimento. Se a comparação da média dos valores de *choice* do conjunto for maior do que a média do sistema, indica que os segmentos contidos no mesmo estão entre os mais relevantes para os deslocamentos da região. Já se for menor do que a média do sistema, indica que os segmentos contidos no mesmo não são tão relevantes para os deslocamentos da região.

O conjunto dos segmentos de vias principais concentra os valores máximos do sistema e uma média dos valores dos segmentos superior à média do sistema. Para o sistema de

1948-1965 a média é 2,45 vezes a média do sistema, enquanto que para o sistema atual, a média é 6,8 vezes a média do sistema. Isso significa que, entre os dois períodos, o potencial de movimento médio dos segmentos das vias principais aumentou de magnitude e probabilidade de concentrar deslocamentos. Já em relação à zona rural, a média dos valores dos segmentos é 30% inferior à média do sistema em 1948-1965 e 37% em 2018. Isso poderia apontar para uma diminuição de seu potencial de movimento, porém, a análise apenas da Rua 13 de Maio para o ano de 2018 revela que a média da mesma é 80% superior à média do sistema. Isso é explicado pelo fato de houve um acréscimo de vias na zona rural, mas que elas são vias secundárias. Não é esperado que as mesmas tenham importância significativa dentro do sistema. Por isso se justifica a análise das medidas para a Rua 13 de Maio, que mostra que, sua relevância para os deslocamentos do sistema (e que passam por dentro da zona rural) aumentou entre os dois períodos.

A análise estatística de percentis se mostrou correta para identificar se os valores dos grupos de segmentos analisados configuravam entre os mais altos do sistema. Nessa pesquisa, o percentil considerado mais relevante dentro do sistema é o 90, que indica os 10% dos segmentos que possuem valores acima dos 90% dos segmentos restantes. No período de 1948-1965 os valores médios e máximo da zona rural se encontravam, ambos, entre os 30% maiores valores do sistema, ou seja, acima do percentil 70. No período atual (2018) os valores médios passaram a figurar entre os 20% maiores valores do sistema e os valores da Rua 13 de Maio passaram a figurar entre os 10% maiores valores do sistema. Esta análise confirma o observado na análise de medidas estatísticas de que, entre os dois períodos, a probabilidade de deslocamentos através da zona rural teve um aumento dentro do sistema. A via da zona rural que concentra os valores mais elevados dentro da zona rural é a Rua 13 de Maio, que faz parte do conjunto de vias principais que concentram os maiores potenciais de movimento. Os resultados indicam que, comparando os dois períodos, a Rua 13 de Maio, localizada no interior da zona rural, passou de uma via que possuía uma importância moderada para os deslocamentos entre o sistema para uma via que figura dentre as mais importantes.

De forma geral, os resultados da análise configuracional da presente pesquisa corroboram que a medida *choice* é mais indicada que a medida de integração para avaliação da evolução urbana e análise de sistemas com malha esparsa para avaliar o potencial de modificação de uso do solo. O conjunto de vias principais apresenta valores de *choice* consideravelmente mais altos do que os valores dos outros conjuntos de segmentos, o que evidencia sua probabilidade mais alta de concentrar maior número de deslocamentos em

relação aos outros segmentos do sistema. Quando analisado o sistema antigo e seu conjunto de vias com maior potencial de movimento em conjunto com os mapas de ocupação e uso do solo, foi observado que ao longo destas vias ocorreu adensamento de construções, como na Avenida Presidente Vargas, Avenida Brasil, Avenida Presidente Lucena, Rua Portão e início da Rua 13 de Maio. A exceção neste caso é a Avenida Campo Grande, ao longo da qual ocorreu adensamento de malha, mas que no sistema antigo não figurava entre as vias com maior potencial de movimento do sistema. Uma hipótese para isto é que o sistema antigo não considerou a cidade de Portão ou a ligação com a RS-240, localizada ao final da Rua Portão. A análise de mapas intermediários, em especial dos anos 1980, quando a cidade sofreu grandes mudanças, possivelmente teria auxiliado na compreensão deste fenômeno e trazido outros indicativos acerca da malha estruturadora do sistema e das tendências de adensamento da ocupação do solo, no entanto estes mapas não foram localizados durante a realização da presente pesquisa. A falta de acesso a mapas antigos para elaborar o sistema a ser analisado é uma das limitações do presente estudo.

No cenário atual a Avenida Campo Grande aparece como uma das vias com maior potencial de movimento, junto com um grande trecho da Rua 13 de Maio, na zona rural, a Avenida Presidente Vargas, a BR-116, a Rua Portão (que liga o município à RS-240, em Portão) e a Avenida Brasil. A malha estruturadora do município no segundo sistema ficou maior. Dentre as vias localizadas no interior do município que fazem parte da malha estruturadora (aqui consideradas os 10% dos segmentos das vias com maior valor de *choice*), a Avenida Campo Grande e a rua 13 de Maio são vias que ainda não estão completamente urbanizadas. Ao longo destas, no entanto, pode-se perceber um aumento da ocupação urbana (evidenciado pela classificação de uso do solo) que corrobora com o potencial de movimento encontrado.

A última análise realizada foi o levantamento de campo, que permite inferir sobre o prognóstico a partir de evidências fotográficas. A presente pesquisa elencou quatro usos do solo que foram considerados como indicativos de mudanças no tipo de ocupação e uso do solo, de fins rurais para fins urbanos e apresentou fotos que evidenciam a ocorrência de cada um deles na área de estudo. A escolha de quatro usos do solo como indicativos de mudanças, dentre inúmeros fatores que poderiam ser apontados, é outra limitação deste trabalho. No entanto, considerou-se que o tamanho da amostragem está de acordo com a proposta da presente pesquisa, cujo foco não é fazer um mapeamento de usos do solo que indicam mudanças e, sim, de coletar evidências de que este processo está ocorrendo na área de

estudo, o que também possibilitou um fechamento dentre todas as metodologias, seus indicativos e considerações acerca dos resultados encontrados.

As fotos foram feitas em nível de solo e aéreas, com utilização de *drone* e foram adicionalmente obtidas a partir de imagens disponibilizadas pelo Google Earth. Foram utilizadas fotos aéreas porque as mesmas permitem a observação mais ampla dos processos de ocupação ao longo das vias e sua inserção em um contexto que envolva o entorno local. As imagens de satélite indicaram a localização das ocupações irregulares e forneceram uma visão ampla da ocupação e uso do solo de toda a região. A vantagem da utilização de imagens de drone em relação ao uso das imagens de satélite é obtenção de uma resolução superior, que permite visualizar em maior detalhamento as ocupações e perceber elementos que podem ser mais difíceis de discriminar em imagens de satélite. As fotos *in loco* foram feitas para a área de estudo, sendo que o maior enfoque espacial para o levantamento de campo foi dado à Rua 13 de Maio porque verificou-se que a mesma é uma das principais vias do sistema, fazendo parte do conjunto dos 10% de vias com maior valor de *choice*.

O referencial teórico se mostrou muito importante para contextualizar cada um dos quatro indicativos selecionados e entender o porquê dos mesmos promoverem a mudança em seu entorno. Viu-se que todos os quatro fatores têm em comum o fato de diminuírem o tamanho das propriedades e colocarem em movimento dinâmicas de mercado, que desestabilizam as atividades rurais em favorecimento de um uso urbano da terra. Como essas pressões econômicas estão fortemente relacionadas à essa coexistência e proximidade de tipos de ocupação, a ocupação desordenada e o fracionamento dos lotes de terra avizinham atividades que outrora não se encontravam tão próximas. Nesse ponto, uma das ações possíveis de decorrerem disso é a especulação imobiliária, por parte de proprietários, que esperam sua terra se valorizar para, então, convertê-la finalmente ao uso urbano. Torna-se mais lucrativo o mercado de terras do que as atividades rurais tradicionais. E, como consequência, o preço médio da terra sobe na região, o que também inviabiliza a realização de atividades agrícolas, que dependem de grandes extensões de área para prosperarem.

A questão econômica e a questão legal vêm sempre junto, uma vez que não é difícil para os proprietários perceberem que poderão ganhar mais com a venda de pequenos lotes fracionados do que com o cultivo da terra. Uma vez sendo possível a existência de solo rural dentro do perímetro urbano, e dado que o ITR é muito inferior ao IPTU, os proprietários podem aguardar pela valorização da terra para loteá-la, e a expectativa de ganhos fundiários mina o interesse no investimento para a manutenção de atividades agrícolas. A bibliografia consultada coloca ênfase na ocorrência dessas dinâmicas sobretudo em pontos de interface

entre zonas rural-urbanas. Mas, a ocupação e o uso do solo geralmente ocorrem de forma desordenada no Brasil e a área de estudo não é exceção, essa interface tende a ocorrer no interior da mesma, como é o caso dos loteamentos e ocupações irregulares que motivaram aumentos de perímetro urbano posteriores. As comparações que foram realizadas entre dois períodos de tempo distintos mostraram que ocupações com fins urbanos na zona rural do município efetivamente desencadearam mudanças no zoneamento. Isso foi importante para validar a análise de prognóstico proposta, de que os quatro usos selecionados provocam alterações no tipo de ocupação e uso da área.

Adicionalmente, as seguintes características associadas à ruralidade e abordadas no referencial teórico foram avaliadas para a área de estudo: assentamentos esparsos, ocupação agrícola, maior ocorrência de problemas de infraestrutura (menor acessibilidade) em zonas rurais e diferenciação entre o modo de vida rural e o modo de vida urbano. Os resultados do levantamento de campo mostram que a área de estudo, ao longo da Rua 13 de Maio apresenta formação de aglomerados devido à construção de casas muito próximas e coexistência entre usos rural e urbano do solo, sem predominância de uso agrícola e de casas espaçadas entre si. Dentre as imagens que evidenciam esse aspecto, em uma das fotos conta-se com ao menos cinco casas em uma distância linear de 50 metros, o que atende ao critério determinado pelo IBGE para caracterizar a formação de aglomerados. Situação semelhante a essa pode ser verificada em outras imagens.

Para a análise das outras duas características, disponibilidade de infraestrutura e estilo de vida, foi muito importante a bibliografia e os autores consultados, que trouxeram uma contextualização dessas mudanças em nível internacional e nacional. No caso da infraestrutura, as diferenças outrora marcantes estão diminuindo cada vez mais (isso se inicia desde a segunda guerra mundial no caso do Brasil) e regiões rurais não são mais tão espacialmente isoladas ou de difícil acesso. Verificou-se que isso está relacionado com alterações (verificadas no mundo inteiro), onde a disponibilidade de serviços de telecomunicações diminui as diferenças entre estilo de vida e modo de pensar da população, que se tornam mais parecidas e indiferentes à sua localização geográfica. Isso acarreta em modificação no perfil da população da zona rural, em que parte dos residentes permanentes realizam atividades econômicas que não estão ligadas a este segmento e que, portanto, não necessitam de propriedades grandes, impulsionando os parcelamentos de solo. Isso é percebido no levantamento de campo pelo uso da propriedade e o tamanho do lote, o que é identificado, nas imagens, através do cercamento. Foram identificadas zonas com lotes pequenos e próximos, cujo tamanho é inferior a meio hectare, não sendo suficiente para

realização de atividade econômica agrícola. Placas publicitárias de venda de lotes com tamanho inferior a dois hectares também foram encontradas.

Outra consequência destas modificações são deslocamentos mais longos. Isso está relacionado aos resultados da configuração espacial da presente pesquisa e a abordagens teóricas mais recentes da área que já identificam que os deslocamentos da população atual são menos dependentes da distância do que antigamente. A zona rural não é percebida, portanto, como uma localidade inacessível ou distante e a escolha por residir ali é motivada por fatores socioeconômicos e por características do local. Ainda que a região se encontre segregada do sistema pelo ponto de vista da medida de integração, é possível que a população que ali está buscando residir enxergue que, ao se localizar junto de uma via que é um caminho importante, não está isolada/segregada do sistema.

A interface e a proximidade entre as zonas rural e urbana foi identificada como um fator-chave para a modificação no uso do solo, através da ação do mercado imobiliário que pressiona o entorno rural. Neste sentido, um dos resultados obtidos pela avaliação visual das imagens de satélite, em conjunto com sua classificação em rural ou urbana pelo IBGE, é a identificação da urbanização nos limites do município. A zona rural de Estância Velha encontra-se, na maior parte de seus limites, pressionada pela expansão urbana. Nas divisas com os municípios de Lindolfo Collor e Ivoti, a pressão é maior, dado que a zona rural faz limite diretamente com o perímetro urbano daqueles municípios, onde, para o caso de Ivoti, é possível observar pela imagem de satélite a existência de loteamentos consolidados e em implantação.

Outro resultado se refere à avaliação da linha divisória da zona rural remanescente do município, para identificar como se dá a interface neste local no território municipal. Identificou-se que, na divisa ao sul, entre a zona urbana e a zona rural de Estância Velha estão sendo implantados diversos loteamentos que avançam em direção à zona rural gerando uma pressão em seu entorno imediato. A liberação das antigas ZEP I e II, que deixaram de existir em 2012, passando a figurar como áreas liberadas para ocupação urbana sem restrições é um elemento adicional de pressão de urbanização das zonas rurais, uma vez que parte destas zonas estavam localizadas entre a zona rural e a zona urbana. A análise de imagens de satélite do ano de 2018 mostra que a urbanização está avançando para o interior das antigas ZEP. Conforme visto anteriormente, a barreira legal das zonas de proteção ambiental parece ter sido efetiva para conter a expansão urbana em direção à zona rural. De forma geral, os resultados mostram que a zona rural de Estância Velha apresenta interface direta com zonas passíveis de adensamento urbano ou completamente urbanizadas, tanto dentro do município

quanto com os municípios vizinhos e que não há, portanto, nenhuma zona de amortecimento ou de transição entre estes dois cenários, o que talvez pudesse regular ou limitar o avanço da urbanização.

Após uma apresentação das considerações acerca dos resultados do trabalho para cada uma das metodologias empregadas e seus objetivos, neste momento parte-se para as considerações finais sobre o trabalho como um todo. A análise dos resultados para o estudo de caso mostrou que, do ponto de vista configuracional, a zona rural está segregada do sistema (medida de integração), mas que é cortada por vias que fazem parte da malha estruturadora do sistema. Há potencial de movimento elevado nestas vias porque elas representam ligações relevantes entre pontos do sistema, o que permite inferir que a população que reside ali tenha a percepção cognitiva de que partindo destes locais não é difícil, nem distante, se chegar a estes diferentes pontos, o que é perceptível. Como as vias rurais são, em muitos casos, as únicas vias de ligação entre um ponto ao outro ao cortarem regiões pouco urbanizadas, sem muitas opções de rotas, são evidenciadas, em especial quando se considerou, como raio de cálculo, a distância entre dois centros urbanos.

Assim, os resultados encontrados apontam que a medida de *choice*, e não a medida de integração, é a medida mais indicada para análise de tendência de urbanização em regiões rurais, por independe do adensamento da malha ao redor do segmento. Sua avaliação da medida de *choice*, em conjunto com outros dados e fatores, é um indicativo do potencial de mudanças que uma zona de malha esparsa, i.e. rural, poderá experimentar ao longo do tempo. No entanto, a análise apenas da medida de *choice* não revelou muito sobre a tendência de urbanização. Neste sentido, foi necessário que a situação analisada contasse com metodologias adicionais para a compreensão do fenômeno estudado. Tais metodologias possibilitam, quando analisadas em conjunto com os resultados da análise configuracional, compreender o fenômeno e estes resultados e inferir sobre as tendências para o futuro próximo. Como esta medida indica o potencial de movimento entre dois pontos do sistema, por exemplo, caso haja urbanização nestes pontos, tenderá a aumentar o potencial de movimento dos caminhos intermediários entre eles (valor de *choice*). Com isso, é razoável supor que estas vias, estes caminhos importantes, deverão ter maior tendência ao aumento da ocupação humana. A tendência de urbanização ao longo de vias principais já foi bastante estudada e está em conformidade com estudos de evolução urbana de autores como Panerai e Villaça. Espera-se que a contribuição do presente estudo para este tópico seja a utilização da abordagem da configuração espacial para estudar esse fenômeno.

A análise do sistema mostra que as vias com maior potencial de movimento através do sistema (*through movement*) detiveram maior urbanização e a análise do sistema em conjunto com as barreiras legais e topográficas, aliadas ao fato de que são estradas de chão, sugere que estes locais, mesmo localizados próximos à vias com elevado potencial de movimento, constringem a expansão urbana. Acredita-se que estas restrições são os fatores que, no presente momento, façam com que a zona não esteja completamente urbanizada. A mudança destes fatores certamente poderá alterar o cenário. Ao final, o que se pode aferir são tendências e dentro destas tendências a certeza de que a prevalência de uma via importante de ligação que está dentro da zona rural influencia o tipo de uso de solo que acontece na mesma. Ademais, a ocupação com fins urbanos na zona rural, se trata de um fenômeno complexo, ou seja, está sujeita a inúmeras variáveis que se relacionam de forma não-linear e este trabalho, como abstração da realidade acabou por não considerar um grande número delas.

### **5.1 Recomendações para futuras pesquisas**

O presente trabalho verificou que a medida sintática de *choice* parece ter relação com a mudança no uso de solo que a mesma pode sofrer. Ainda, propôs que a avaliação da importância relativa dos valores dessa medida seja feita com uso de medidas estatísticas que revelem a importância relativa dos segmentos dentro do sistema. Para trabalhos futuros, as considerações realizadas nesse trabalho teriam de ser aprofundadas, aplicando os métodos a mais estudos de caso que permitam uma generalização sobre as considerações expostas.

## 6 REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Funções e medidas da ruralidade no desenvolvimento contemporâneo**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000.

ACSELRAD, Henry. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, [s. l.], v. 1, p. 11, 1999.

ANGEL, Shlomo et al. **The Dynamics of Global Urban Expansion**. Washington D.C.: The World Bank - Transport and Urban Development Department, 2005. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/dynamics\\_urban\\_expansion.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/dynamics_urban_expansion.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

ANTÔNIO SALAZAR P. BRANSÃO; FEDER, Gershon. **Regulatory Policies and Reform: The Case of Land Markets**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/602141468179929468/pdf/multi-page.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ARNESEN, Allan; GENOFRE, Frederico T.; CURTARELLI, Marcelo Pedroso. Aquisição de imagens e processamento dos dados. In: **Mapeamento do uso do solo para manejo de propriedades rurais**. Maringá: Instituto de Estudos Pecuários - IEPEC, 2015. p. 1–14.

BATTHA, Basudeb. Remote Sensing, GIS, and Urban Analysis. In: **Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. p. 172.

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**. 1a. ed. São Paulo: Cia de Bolso, 1982.

BEZERRA, Joice de Souza. **A quem compete tratar sobre o parcelamento do solo urbano?** 2009. Disponível em: <<https://fg.jusbrasil.com.br/noticias/2138635/a-quem-compete-tratar-sobre-o-parcelamento-do-solo-urbano-joyce-de-souza-bezerra>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

BHATTA, Basudeb. Measurement and Analysis of Urban Growth. In: **Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. p. 172.

BHATTHA, Basudeb. Urban Growth and Sprawl. In: **Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. p. 172.

BRAGA, Andrea da Costa et al. Plural territorial integration and road network configuration in South America. In: PROCEEDINGS OF THE 11 TH SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2017, Lisboa, Portugal. **Anais...** Lisboa, Portugal

BRAGA, Roberto. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. p. 95–109.

BRASIL. Decreto-lei no 311, de 2 de março de 1938. **Dispõe sobre a divisão territorial do país e dá outras providências.**, Brasília, Diário Oficial da União, mar. 1938.

BRASIL. Lei no 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da terra). **Dispõe sobre o Estatuto da Terra e dá outras providências.**, Brasília, Diário Oficial da União, nov. 1964.

BRASIL. Decreto No 55.891, de 31 de março de 1965. **Regulamenta o Capítulo I do Título I e a Seção III do Capítulo IV do Título II da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de**

**1964 - (Estatuto da Terra)**, Brasília, Diário Oficial da União, mar. 1965.

BRASIL. Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (Lei Lehman). **Dispõem sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.**, Brasília, Diário Oficial da União, dez. 1979.

BRASIL. Constituição da república federativa do Brasil de 1988. Brasília, Brasil, 1988.

BRASIL. Lei no 9.785, de 29 de janeiro de 1999. **Altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nos 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano).**, Brasília, Diário Oficial da União, jun. 1999.

BRASIL. Lei No 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.**, Brasília, Diário Oficial da União, jul. 2001.

BRASIL. Lei no 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC.**, Brasília, Diário Oficial da União, abr. 2012.

CAIADO, Aurílio Sérgio Costa; SANTOS, Sarah Maria Monteiro Dos. Ocupações urbanas em áreas rurais: estudo sobre processos socioespaciais em curso no Estado de São Paulo. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS 2006, Caxambú - MG, Brasil. **Anais...** Caxambú - MG, Brasil

CAMPOS, André et al. Levantamento do uso e ocupação do solo por meio de imagens TM-Landsat-5 e ADS-80 para o município de Manaus/AM. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1210.pdf>>. Acesso em: 4 maio. 2018.

CARVALHO, Franca T. J. F.; ANDRADE, Y. M. C. **Turismo e lazer em áreas periurbanas de proteção de mananciais: território, paisagem e multifuncionalidade** (Project NEGOWAT, Ed.). [s.l: s.n.].

CHALMERS. **Place Syntax Tools 3.0.18**, [s.d.].

CILLIERS, Paul. **Complexity & postmodernism: understanding complex systems**. Londres, Inglaterra: Taylor & Francis e-Library, 2002.

CLOKE, Paul. Conceptualizing rurality. **Handbook of Rural Studies**, [s. l.], p. 18–28, 2006.

CONGEDO, Luca. **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) 5.4.2**, [s.d.].

CPRM/METROPLAN. **Uso recomendado do solo do município de Estância Velha - RS**. Porto Alegre, Brasil: CPRM/METROPLAN, 1994.

CUTINI, Valerio. **Centrality and land use: Three case studies on the configurational hypothesis** CyberGeo, 2001.

CUTTINI, Valerio. Spazio urbano e movimento pedonale Uno studio sull'ipotesi configurazionale. **Cybergeo: european journal of geography**, [s. l.], v. 111, 1999. Disponível em: <[https://arpi.unipi.it/retrieve/handle/11568/161011/159631/cyber\\_1.pdf](https://arpi.unipi.it/retrieve/handle/11568/161011/159631/cyber_1.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2018.

DAVID L. BROWN; KAI A. SCHAFFT. Rurality in metropolitan society. In: **Rural people and communities in the 21st century**. Cambridge: Polity Press, 2011. p. 1–30.

DHANANI, Ashley et al. From the axial line to the walked line: evaluating the utility of commercial and user-generated street network datasets in space syntax analysis. In: EIGHTH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2012, Santiago de Chile, Chile. **Anais...** Santiago de Chile, Chile

FASSNACHT, Fabian Ewald et al. Review of studies on tree species classification from remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 186, p. 64–87, 2016.

FERNANDES, Ana Clara. **A cidade esparramada: considerações sobre a produção do espaço urbano-industrial em Gravataí - Região Metropolitana de Porto Alegre (RS)**. 2008. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Programa de pós-graduação em Geografia, Porto Alegre, p. 183, 2008. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13550/000648234.pdf?..>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

FIGUEIREDO, Lucas; AMORIM, Luiz. Decoding the urban grid: or why cities are neither trees nor perfect grids. **6th International Space Syntax Symposium**, [s. l.], v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2007.

FOODY, Giles M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 80, p. 185–201, 2002.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. 5a. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2017.

FREEMAN, Linton C. A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. **Sociometry**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 35–41, 1977.

GABE, Mateus. **Flexibilização do perímetro urbano e suas repercussões sobre a expansão urbana: estudo de Lajeado/RS (1984-2016)**. 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Faculdade de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, Brasil, p. 208, 2017.

GARLIPP, Paulo. **O presente em débito com o passado: fragmentos históricos sobre Estância Velha**. [s.l.: s.n.].

GIESBRECHT, Ralph Mennucci. **Estações ferroviárias do Brasil**. 2019. Disponível em: <[http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs\\_linhaspoa/novohamb.htm](http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs_linhaspoa/novohamb.htm)>.

GIL, Bruno; COELHO, Carolina. Laying the fundamentals: early methods and intentions from the outskirts of space syntax. In: 11TH SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2017, Lisboa, Portugal. **Anais...** Lisboa, Portugal

GIL, Jorge. **Space Syntax Toolkit**, 2015. a. Disponível em: <<https://github.com/SpaceGroupUCL/qgisSpaceSyntaxToolkit>>

GIL, Jorge. Examining “Edge Effects”: Sensitivity of Spatial Network Centrality Analysis to Boundary Conditions. In: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2015b, Londres. **Anais...** Londres

GONÇALVES, Juliano Costa. **A especulação imobiliária na formação de loteamentos urbanos: um estudo de caso**. 2002. Dissertação (mestrado) - Instituto de Economia - UNICAMP, Campinas, Brasil, p. 152, 2002.

HAACK, Barry N. Landsat: A tool for development. **World Development**, Grã-Bretanha, v. 10, n. 10, p. 899–909, 1982.

HARDER, Henrik et al. Time use and movement behaviour of young people in cities:

the application of GPS tracking in tracing movement pattern of young people for a week in Aalborg. In: EIGHTH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2012, Santiago de Chile, Chile. **Anais...** Santiago de Chile, Chile

HEROLD, M. et al. Remote sensing derived mapping to support urban growth theory. In: JOINT SYMPOSIA URBAN - URS 2005 2005, Tempe, EUA. **Anais...** Tempe, EUA Disponível em: <[https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W27/herold\\_hemphill\\_etal.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W27/herold_hemphill_etal.pdf)>. Acesso em: 4 jun. 2019.

HILLER, Bill; HANSON, Julienne. **The Social Logic of Space**. 1ª edição ed. Nova Iorque: Cambridge University Pr, 1984.

HILLIER, Bill et al. Natural movement. **Environment and planning B**, [s. l.], v. 20, p. 29–66, 1993.

HILLIER, Bill. **Space is the machine**. Eletronic ed. Londres, Inglaterra: Space Syntax, 2007. Disponível em: <[www.spacesyntax.com](http://www.spacesyntax.com)>. Acesso em: 14 jan. 2018.

HILLIER, Bill. What do We Need to Add to a Social Network to Get a Society? Answer: Something Like What You Have to Add to a Spatial Network to Get a City. [s. l.], n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.journalofspacesyntax.org/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The Social Logic of Space**. [s.l.] : Cambridge University Press, 1984.

HILLIER, Bill; IIDA, Shinichi. Network and Psychological Effects in Urban Movement. In: (A. G. Cohn & D. M. Mark, Ed.) SPATIAL INFORMATION THEORY: INTERNATIONAL CONFERENCE - COSIT 2005, Berlin. **Anais...** Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. Disponível em: <<http://www.bartlett.ucl.ac.uk/>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

HILLIER, Bill; VAUGHAN, L. The city as one thing. **Progress in Planning 67**, [s. l.], p. pp 205-230, 2007. Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/3272/>>

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**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 155–193, 2012.

HOLANDA, Frederico De. **O espaço de exceção**. 2. ed. Brasília: FRHB, 2002.

IBGE. **Manual de delimitação de setores e zonas de trabalho de 1990**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos\\_de\\_coleta/doc207.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos_de_coleta/doc207.pdf)>. Acesso em: 6 nov. 2018.

IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros: Pesquisa de Informações Básicas Municipais 1999**. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE, 2001.

IBGE. **Censo 2010 - Glossário**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/glossario.html>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

IBGE. **Monografias Municipais - Sul - Rio Grande do Sul - São Leopoldo**. Brasília. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2978/momun\\_su\\_rs\\_saoleopoldo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2978/momun_su_rs_saoleopoldo.pdf)>. Acesso em: 7 mar. 2018.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. INSTRUÇÃO No 17-b DE 22 DE DEZEMBRO DE 1980. **Dispõe sobre o parcelamento de imóveis rurais**., Brasília, Brasil, dez. 1980.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Introdução ao sensoriamento remoto**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

IPEA. **O que é? - Índice de Gini**. 2004. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&id=2048:catid=28](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28)>. Acesso em: 22 jun. 2019.

JIANG, Bin. Ranking Spaces for Predicting Human Movement in an Urban Environment. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 1–11, 2009.

JIANG, Bin; CLARAMUNT, Christophe. Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology. **Transactions in GIS**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 295–309, 2002. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/1467-9671.00112>>

JOHNSON, Steven. **Emergência: A dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares**. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Zahar, 2003.

KLARQVIST, Björn. A Space Syntax Glossary. **Nordisk Arkitekturforskning**, [s. l.], v. 2, p. 11–12, 1993.

KOLOVOU, Ioanna et al. Road center line simplification principles for angular segment analysis. In: PROCEEDINGS OF THE 11 TH SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2017, Lisboa, Portugal. **Anais...** Lisboa, Portugal Disponível em: <<http://www.11sslisbon.pt/docs/proceedings/papers/163.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

LEFEBVRE, Henri. **The urban revolution**. 1a. ed. Minneapolis, Estados Unidos: University of Minnesota Press, 2003.

LIMA, Maria Helena Palmer. A delimitação legal dos espaços urbanos. In: **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016. p. 26.

LIMONAD, Ester; MONTE-MÓR, Roberto Luís. Beyond the right to the city: between the rural and the urban. **Les Cahiers du Développement Urbain Durable**, [s. l.], v. 103, 2015.

LYNCH, Kenneth. **Rural-Urban Interaction in the Developing World**. 1a. ed. Abingdon, Londres. Disponível em: <[https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/2576011/mod\\_resource/content/1/Kenneth Lynch-Rural-Urban Interaction in the Developing World %28Perspectives in Development%29 %282005%29 Capitulo 1.pdf](https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/2576011/mod_resource/content/1/Kenneth_Lynch-Rural-Urban_Interaction_in_the_Developing_World_%28Perspectives_in_Development%29_%282005%29_Capitulo_1.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2018.

MARICATO, Erminia. A terra é um nó na sociedade brasileira ... também nas cidades. **Revista Cultura**, Petrópolis, RJ, v. 93, p. 07–22, 1999. Disponível em: <[https://www.suelourbano.org/wp-content/uploads/2017/09/Maricato\\_terra-no-sociedade-brasileira-1.pdf](https://www.suelourbano.org/wp-content/uploads/2017/09/Maricato_terra-no-sociedade-brasileira-1.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2019.

MARICATO, Ermínia. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 21–33, 2000. a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n4/9749.pdf>>. Acesso em: 22 maio. 2019.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. In: **A cidade do pensamento único**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2000. b. p. 192.

MARICATO, Ermínia. MetrÓpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 17, n. 48, p. 151–167, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v17n48/v17n48a13.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regularização Fundiária Urbana Reurb**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.famurs.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Apresentação-Silvio.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2018.

MUNIZ, Sérgio Ricardo. Introdução à análise estatística de medidas. In: **Fundamentos da matemática II**. São Paulo: LinceUSP/Univesp, [s.d.]. p. 264–182.

NÆSSET, Erik. Use of the weighted Kappa coefficient in classification error assessment of thematic maps. **International journal of geographical information systems**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 591–603, 1996. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02693799608902099>>

NASA. **Why is that forest red and that cloud blue? How to interpret a false-color satellite image**. 2014. Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/features/FalseColor>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

OLIVEIRA, Carolina Ribeiro De. **O rural nos planos diretores pós-estatuto da cidade - o caso do Rio Grande do Sul**. 2011. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Faculdade de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, p. 147, 2011.

OLIVEIRA, Sadraque et al. A fotografia como técnica e objeto de estudo na pesquisa qualitativa. **Discursos Fotográficos**, Londrina, v. 12, n. 20, p. 98–120, 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/discursosfotograficos/article/viewFile/22542/pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

ONU. **Nova Agenda Urbana**. Quito: UN Habitat, 2016.

PANERAL, Philippe. **Análise Urbana**. 1. ed. Brasília, Brasil: Editora Universidade de Brasília, 2014.

PENN, A. et al. Configurational modelling of urban movement networks. **Environment and Planning B: Planning and Design**, [s. l.], v. 25, p. 59–84, 1998.

PEPONIS, John et al. Street connectivity and urban density: spatial measures and their correlation. In: 6TH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2007, Istanbul. **Anais... Istanbul** Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.550.761&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2018.

PHIRI, Darius; MORGENROTH, Justin. Developments in Landsat Land Cover Classification Methods: A Review. **Remote Sensing**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. 967, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-4292/9/9/967>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTÂNCIA VELHA. **História de Estância Velha**. 2018. Disponível em: <<http://www.estanciavelha.rs.gov.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IVOTI. **História de Ivoti**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.ivoti.rs.gov.br/historia>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

RANGEL, Ignácio. A questão agrária brasileira (1960). In: SILVA, José Graziano Da (Ed.). **Questão agrária, industrialização e crise urbana no Brasil**. 2a. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

RATTI, Carlo. Space syntax: Some inconsistencies. **Environment and Planning B: Planning and Design**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 487–499, 2004.

READ, Stephen. Flat City; a space syntax derived urban movement network model. In: PROCEEDINGS OF THE 5TH SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2005, **Anais...** [s.l: s.n.]

Disponível em: <<http://spacesyntax.tudelft.nl/media/longpapers2/stephenread.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

RIGATTI, Décio. Loteamentos, expansão e estrutura urbana. **Revista Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 15, p. 35–69, 2002.

ROLNIK, Raquel. Para Além da Lei: Legislação Urbanística e Cidadania (São Paulo 1886-1936). In: (ORG.), Maria Adélia A. Souza; Sonia C. Lins; Maria do Pilar C. Santos; Murilo da Costa Santos. (Ed.). **Metrópole e Globalização-Conhecendo a cidade de São Paulo**. São Paulo: CEDESP, 1999. p. 22.

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade**. 1a (ebook) ed. São Paulo: Brasiliense, 2017. a.

ROLNIK, Raquel. **Alimentação saudável para cidades melhores**. 2017b. Disponível em: <<https://raquelrolnik.wordpress.com/2017/04/05/incentivar-alimentacao-saudavel-ajuda-na-construcao-de-cidades-melhores/>>. Acesso em: 1 mar. 2019.

ROLNIK, Raquel; CYMBALISTA, Renato. **Instrumentos Urbanísticos contra e Exclusão Social** **Publicações Pólis**, 1997.

SADLER, Richard C.; GILLILAND, Jason A.; ARKU, Godwin. An application of the edge effect in measuring accessibility to multiple food retailer types in Southwestern Ontario, Canada. **International Journal of Health Geographics**, [s. l.], v. 10, n. May, p. 14, 2011.

SANTORO, Paula; PINHEIRO, Edie. O planejamento do município e o território rural. **Cadernos Pólis**, São Paulo, v. 8, p. 64, 2004. Disponível em: <<http://polis.org.br/uploads/837/837.pdf>>

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 1a. ed. São Paulo: Editora HUCITEC, 1993.

SARACENO, Elena. **Recent Trends in Rural Development and Their Conceptualisation** **Journal of Rural Studies**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/2576018/mod\\_resource/content/1/Artigo Elena Saraceno.pdf](https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/2576018/mod_resource/content/1/Artigo_Elena_Saraceno.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

SCHNEIDER, Sergio. As transformações estruturais da agricultura e os impactos sobre os mercados de trabalho rurais: a emergência das ocupações não-agrícolas. In: **A pluriatividade na agricultura familiar**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p. 109–140.

SCHNEIDER, Sérgio. **A pluriatividade na agricultura familiar**. [s.l.: s.n.].

SCHNEIDER, Sven. **Raum messen Einführung in Space Syntax Analysemethoden**. [s.d.]. Disponível em: <[http://infar.architektur.uni-weimar.de/service/drupal-infar/sites/default/files/upload/Lehre/Master/WS\\_2012\\_13/DecodingSpaces/RaumMessen.pdf](http://infar.architektur.uni-weimar.de/service/drupal-infar/sites/default/files/upload/Lehre/Master/WS_2012_13/DecodingSpaces/RaumMessen.pdf)>. Acesso em: 3 maio. 2019.

SERRA, Miguel; HILLIER, Bill. Spatial Configuration and Vehicular Movement. [s. l.], p. 1–21, 2017. Disponível em: <<http://www.11ssslisbon.pt/docs/proceedings/papers/122-2.pdf>>

SILVA, Gabriela Costa Da. **O legado da Copa do Mundo de 2014 a partir de diferentes olhares: a questão das remoções na cidade de Porto Alegre / RS**. 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pelotas - Faculdade de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Pelotas, Brasil, 2016.

SPACE SYNTAX. **Edge effect**. 2018. Disponível em: <<http://otp.spacesyntax.net/term/edge-effect/>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

STIFELMAN, Anelise Grehs; GARCEZ, Rochelle Jelinek. **Do parcelamento do solo com fins urbanos em zona rural e da aplicação da lei n.º 6.766/79 e do provimento Nº 28/04 da CGJ/RS (Projeto More Legal III)**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/media/areas/urbanistico/arquivos/morelegal.doc>>.

TAVARES, Luis Almeida. AS FRONTEIRAS FÍSICAS DO ESPAÇO RURAL: Uma concepção normativo-demográfica. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 33–46, 2003.

TORRE, André; WALLET, Frédéric. **Regional Development in Rural Areas**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-02372-4>>

TURNER, Alasdair. Angular Analysis. In: PROCEEDINGS OF THE THIRD INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM 2001, Atlanta, Estados Unidos. **Anais...** Atlanta, Estados Unidos Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/35952/>>

TURNER, Alasdair. Could A Road-centre Line Be An Axial Line In Disguise? In: PROCEEDINGS OF THE 5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE SYNTAX 2005, Amsterdã, Holanda. **Anais...** Amsterdã, Holanda Disponível em: <[http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long papers I/alsadairturner2.pdf](http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long%20papers%20I/alsadairturner2.pdf)>. Acesso em: 18 maio. 2018.

TURNER, Alasdair. From axial to road-centre lines: a new representation for space syntax and a new model of route *choice* for transport network analysis. **Environment and Planning B: Planning and Design**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 539–555, 2007.

TURNER, Alasdair; PENN, Alan; HILLIER, Bill. An algorithmic definition of the axial map. [s. l.], v. 32, n. 1971, p. 1–19, 2005.

UGALDE, Cláudio Maineri de Ugalde; RIGATTI, Décio. Configuração espacial e desenvolvimento urbano-regional. In: XII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL 2007, **Anais...** [s.l.: s.n.]

UNITED NATIONS. Stockholm Declaration. Nova Iorque, Estados Unidos, 1973.

UNITED NATIONS. **Our common future**. Geneva, Suíça: Oxford, 1987.

UNITED NATIONS. World Economic and Social Survey. In: **Towards sustainable cities**. [s.l.: s.n.]. p. 53–84.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Genebra. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2018.

USTAOGU, Eda; WILLIAMS, Brendan. Determinants of Urban Expansion and Agricultural Land Conversion in 25 EU Countries. **Environmental Management**, [s. l.], v. 60, p. 717–746, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00267-017-0908-2.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

VAUGHAN, Laura. The spatial syntax of urban segregation. **Progress in Planning**, [s. l.], v. 67, n. 3, p. 205–294, 2007.

VEIGA, José Eli Da. Mudanças nas relações entre espaços rurais e urbanos. In: **Indústria e Território no Brasil Contemporâneo**. [s.l.]: Editora Garamond, 2007. p. 20.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**, 2001. a.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. 2. ed. São Paulo, Brasil: Studio Nobel: FAPESP, 2001. b.

WEBER, E.; HASENACK, H. Base cartográfica digital do Rio Grande do Sul - escala 1:250.000. In: **Série Geoprocessamento**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2007. v. 1p. CD-ROM.

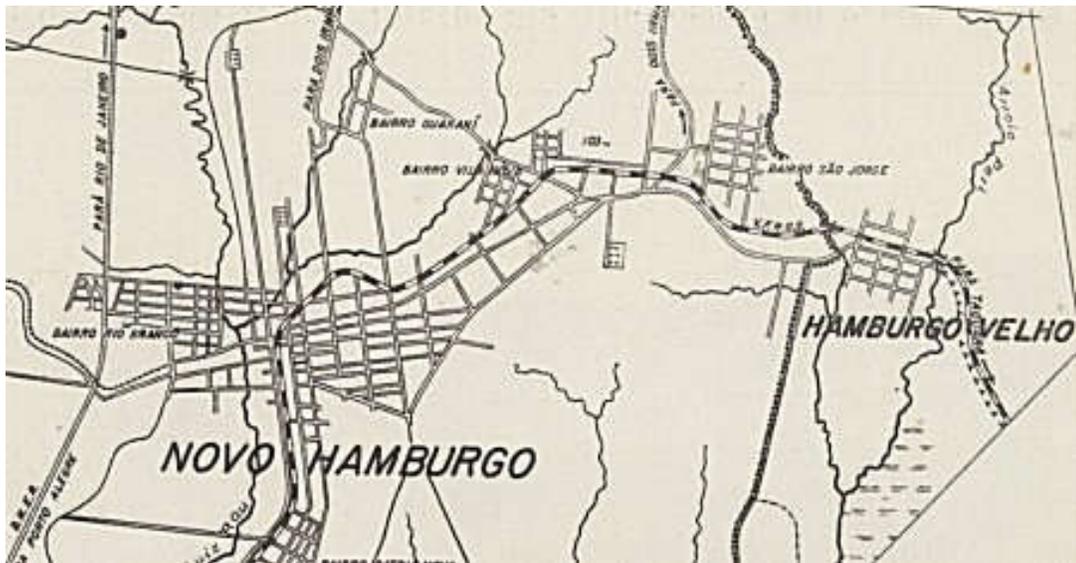
WILSON, Emily Hoffhine et al. Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 275–285, 2003.

ZAMPIERI, Fábio Lúcio Lopes. **Modelo Estimativo de Movimento de Pedestres Baseado em Sintaxe Espacial, Medidas de Desempenho e Redes Neurais Artificiais**. 2006. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Faculdade de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, p. 274, 2006.

ZAMPIERI, Fábio Lúcio Lopes. **O Fenômeno Social do Movimento de Pedestres em Centros Urbanos**. 2012. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Faculdade de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, Brasil, p. 918, 2012.

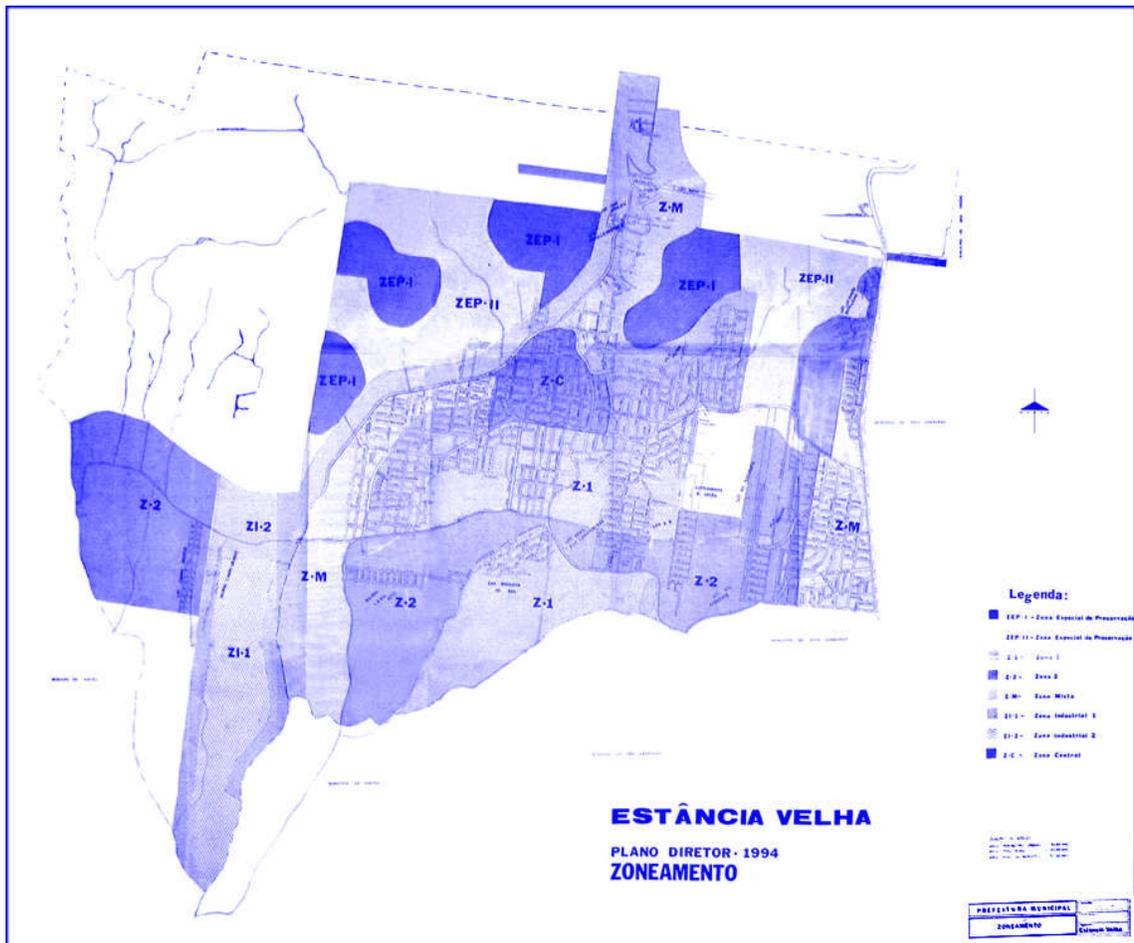
## 7 ANEXO A – MAPAS UTILIZADOS

Ano	Informação disponível	Formato
1948	Mapa de linha férrea de Novo Hamburgo	Imagem
1955	Mapa do Plano Diretor	Papel/Digitalizado
1982	Mapa topográfico do limite urbano e marcos geodésicos	Papel/Digitalizado
1994	Mapa do Plano Diretor	Papel/Digitalizado
2004	Mapa do Plano Diretor	CAD
2012	Mapa do Plano Diretor	CAD

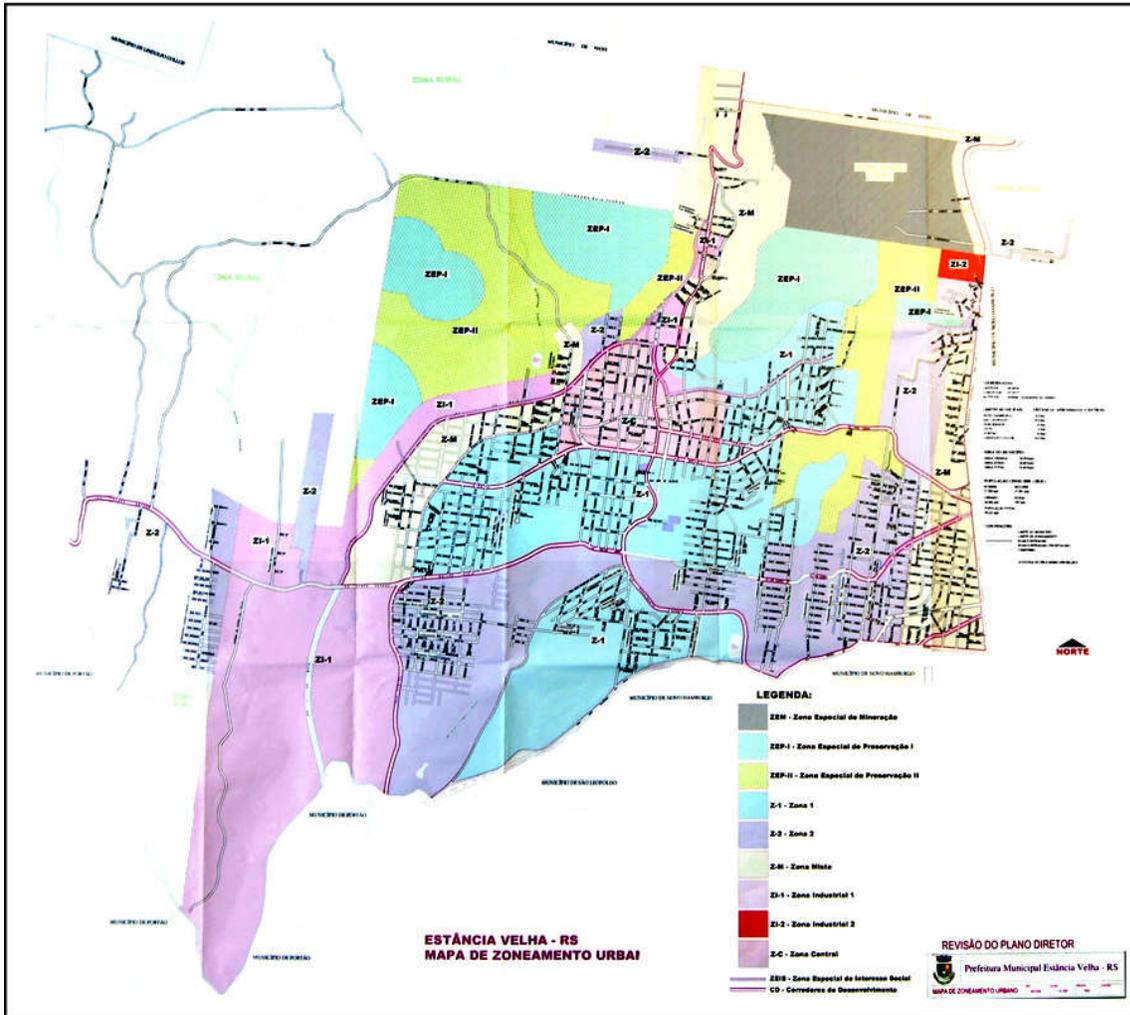












## 8 ANEXO B – DADOS ECONÔMICOS DA COMPOSIÇÃO DO PIB DE ESTÂNCIA VELHA

Ano de referência	VAB Agropecuária (em R\$)	% agropecuária no PIB	VAB Indústria (em R\$)	% indústria no PIB	VAB Serviços (em R\$)	% serviços no PIB	VAB Administração, saúde e educação públicas e seguridade social (em R\$)	VAB Total (em R\$)	Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos (em R\$)	PIB (em R\$)
1985	CRS 3.713	0,75%	CRS 373.355	75,11%	CRS 120.028	24,15%	Não disponível	CRS 497.096	Não disponível	Não disponível
1990	CRS 41.039	0,29%	CRS 9.930.231	70,15%	CRS 4.185.102	29,56%	Não disponível	CRS14.156.372	Não disponível	Não disponível
1996	652.829	0,29%	104.444.477	47,00%	117.120.327	52,71%	Não disponível	222.217.632	Não disponível	Não disponível
1997	708.557	0,23%	169.534.125	55,21%	136.805.711	44,56%	Não disponível	307.048.393	Não disponível	Não disponível
1998	909.676	0,32%	139.422.732	49,15%	143.313.586	50,53%	Não disponível	283.645.994	Não disponível	Não disponível
1999	1.406.336	0,56%	129.165.421	51,38%	120.832.380	48,06%	27.123.681	251.404.137	28.461.617	279.865.754
2000	1.244.084	0,44%	150.503.460	53,33%	130.438.142	46,22%	30.573.349	282.185.686	35.451.765	317.637.451
2001	2.262.178	0,72%	165.573.154	52,76%	146.001.212	46,52%	33.068.807	313.836.544	41.958.646	355.795.190
2002	2.834.710	0,77%	196.368.286	53,17%	170.145.742	46,07%	36.415.104	369.348.738	58.808.631	428.157.369
2003	3.033.181	0,65%	246.942.741	53,20%	214.198.965	46,15%	46.368.205	464.174.887	70.068.733	534.243.620
2004	2.522.756	0,49%	281.572.892	55,23%	225.683.189	44,27%	50.011.882	509.778.836	86.486.658	596.265.495
2005	1.892.922	0,35%	278.917.338	52,23%	253.226.273	47,42%	53.510.202	534.036.533	78.872.391	612.908.924
2006	2.197.053	0,40%	283.291.856	51,58%	263.742.569	48,02%	59.489.885	549.231.479	77.195.817	626.427.295
2007	1.994.506	0,38%	237.459.962	45,60%	281.291.491	54,02%	69.241.654	520.745.959	71.024.913	591.770.872
2008	2.079.862	0,38%	242.839.691	44,80%	297.180.159	54,82%	77.770.253	542.099.712	78.439.471	620.539.183
2009	2.083.190	0,38%	220.456.421	40,65%	319.788.229	58,97%	87.771.948	542.327.840	72.428.952	614.756.792
2010	2.421.724	0,30%	395.632.372	49,71%	397.805.714	49,98%	110.202.927	795.859.810	94.295.594	890.155.403
2011	2.444.579	0,29%	402.630.276	47,21%	447.743.104	52,50%	123.591.979	852.817.959	101.761.624	954.579.583
2012	1.960.110	0,22%	394.118.820	44,24%	494.804.862	55,54%	133.706.482	890.883.792	111.504.563	1.002.388.355
2013	2.854.862	0,28%	433.475.507	42,14%	592.442.280	57,59%	161.962.260	1.028.772.649	121.708.809	1.150.481.459
2014	2.945.674	0,26%	437.592.476	38,48%	696.781.796	61,27%	181.449.696	.137.319.947	161.992.583	1.299.312.529
2015	3.198.450	0,27%	431.878.288	36,75%	740.014.215	62,98%	193.912.232	1.175.090.953	162.348.273	1.337.439.226

## APÊNDICE A – MATRIZ DE CONFUSÃO PARA A IMAGEM DE 1984

ErrMatrixCode	Reference	Classification	PixelSum
1	1.0	0.0	0
2	1.0	1.0	46
3	1.0	2.0	8
4	2.0	0.0	0
5	2.0	1.0	6
6	2.0	2.0	58

> ERROR MATRIX

V_Classification	Reference	0.0	1.0	2.0	Total
0.0	0.0	0	0	0	0
1.0	0.0	0	46	6	52
2.0	0.0	0	8	58	66
Total	0.0	0	54	64	118

Overall accuracy [%] = 88.1355932203  
 Class 0.0 producer accuracy [%] = nan user accuracy [%] = nan Kappa hat = nan  
 Class 1.0 producer accuracy [%] = 85.1851851852 user accuracy [%] = 88.461 Kappa hat = 0.787259615385  
 Class 2.0 producer accuracy [%] = 90.625 user accuracy [%] = 87.878 Kappa hat = 0.735129068462  
 Kappa hat classification = 0.760301799187

## APÊNDICE B – MATRIZ DE CONFUSÃO PARA A IMAGEM DE 2017

ErrMatrixCode	Reference	Classification	PixelSum
1	1.0	0.0	0
2	1.0	1.0	36
3	1.0	2.0	2
4	2.0	0.0	0
5	2.0	1.0	4
6	2.0	2.0	58

> ERROR MATRIX

> Reference

V_Classification	0.0	1.0	2.0	Total	
0.0		0	0	0	0
1.0		0	36	4	40
2.0		0	2	58	60
Total		0	38	62	100

Overall accuracy [%] = 94.0

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan

user accuracy [%] = nan Kappa hat = nan

Class 1.0 producer accuracy [%] = 94.7368421053

user accuracy [%] = 90.0 Kappa hat = 0.838

Class 2.0 producer accuracy [%] = 93.5483870968

user accuracy [%] = 96.666 Kappa hat = 0.912

Kappa hat classification = 0.873949579832