

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENAN MARTINS POMBO

**GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA DE TOPONÍMIA DE
SISTEMAS VIÁRIOS UTILIZANDO AGENTES.**

Curitiba

2014

RENAN MARTINS POMBO

**GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA DE TOPONÍMIA DE
SISTEMAS VIÁRIOS UTILIZANDO AGENTES.**

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Doutor em Ciências
Geodésicas, Setor de Ciências da Terra,
Universidade Federal do Paraná.

**Orientadora: Prof. Dra. Luciene Stamato
Delazari**

**CURITIBA
2014**

TERMO DE APROVAÇÃO

RENAN MARTINS POMBO

"GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA DE TOPONÍMIA DE SISTEMAS VIÁRIOS UTILIZANDO AGENTES"

Tese nº 92 aprovada como requisito parcial do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

Prof.ª. Dr.ª. Luciene Stamato Delazari
Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Dr. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva
Instituto Militar de Engenharia, IME

Prof. Dr. Andrey Ricardo Pimentel
Departamento de Informática, UFPR

Prof. Dr. Hideo Araki
Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Dr. Henrique Firkowski
Departamento de Geomática, UFPR

Prof.ª. Dr.ª. Claudia Robbi Sluter
Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 21 de agosto de 2014.

Dedicatória

A minha mãe, Edna Martins.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Professora Dra. Luciene Stamato Delazari pela orientação, pelos conselhos, confiança, perseverança e motivação.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo fomento no período em que fui bolsista.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná por disponibilizar todos os recursos necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço também a todos os professores do Departamento de Geomática da UFPR que colaboraram com a minha formação.

A todos os amigos do PPGCG que diretamente ou indiretamente contribuíram nessa jornada.

A meu primo Fabricio Pombo Koch por toda a sua essencial ajuda na programação.

E finalmente, a toda minha família e amigos, em especial a aqueles que sempre me perguntavam: e o doutorado?

RESUMO

A demanda de procedimentos que automatizem a generalização cartográfica é cada vez mais presente nos dias atuais, com a necessidade de apresentação dos mapas em dispositivos como os *smartphones*, que têm pequenas áreas de representação. Portanto é preciso tornar esse tipo de procedimento cada vez menos subjetivo e aprimorar os algoritmos já existentes, ou ainda propor novas soluções. Um dos elementos relevantes para o entendimento de uma região é a toponímia, que na maioria das vezes não é generalizada diretamente, pois são informações associadas às feições geográficas, que geralmente são o alvo da generalização. Porém, há casos em que existe espaço para representar os topônimos, mas os SIG utilizam das opções de colocação de etiquetas, ou fazem a eliminação do topônimo, mesmo quando poderia ser utilizada a abreviação. Nesta pesquisa os topônimos foram considerados feições geográficas e também como agentes. Estes atuam em um sistema multiagentes no qual tentam resolver seus conflitos de representação e armazenam e replicam as soluções encontradas para os demais agentes semelhantes. As amostras de dados utilizadas foram as regiões centrais dos municípios de Araucária, Curitiba e Florianópolis, contemplando, respectivamente, áreas com vias retas de baixa e alta hierarquia e ruas curvas. A partir destas, foram criadas tabelas para arquivar os atributos geométricos e semânticos dos topônimos e foram geradas imagens de mapas sem a toponímia. Estes foram processados por um aplicativo desenvolvido na Linguagem C, que resulta em imagens com a representação da toponímia generalizada. Ao considerar-se as escalas do mapeamento cadastral, o método utilizado apresenta vantagens a partir da escala 1:5000, na qual passa a representar mais informação acerca dos nomes das ruas das cidades. Em estudos futuros, pretende-se implementar este programa em um SIG.

Palavras-chaves: generalização cartográfica, toponímia, agentes.

ABSTRACT

The need for processes to automated cartographic generalization are increasingly nowadays, mainly due to the need of map presentation in small devices, such as smartphones. Therefore it is necessary to make this procedure less and less subjective and improve the existing algorithms, or propose new solutions. One of the key elements for the understanding of a region is the place names. This, most of the times, is not directly generalized because it is information associated with the geographic features, which are usually the target of generalization. However, there are cases where there is space to represent the toponyms, but the GIS only make use of elimination or displacement, not exploiting other operator, such as abbreviation. This research considered the place names as geographical features as agents. These operate in a multi-agent system where they try to resolve their conflicts in the representation, storing and replicating the solutions for other similar agents. The samples used were the downtown regions of the municipalities of Araucaria, Curitiba and Florianópolis. From this, were created tables to store both the geometric and semantic attributes of place names and images of the maps without the place names. Those were then processed by a program developed in C language, which resulted in images with the representation of generalized toponymy. When considering the scales of cadastral mapping, the method developed has advantages from the scale 1:5000, which now represents more information about names of city streets, when comparing the same results obtained from a GIS software. In future studies, we intend to implement this program within a GIS.

Keywords: cartographic generalization, toponymy, agents

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELAGEM E GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA	5
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500	7
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:1.000 .	7
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:2.000 .	8
FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:5.000 .	9
FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:10.000.....	10
FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:12.500	10
FIGURA 8 – JUSTIFICATIVAS PARA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	18
FIGURA 9 – GENERALIZAÇÃO DIGITAL E SEUS COMPONENTES.	21
FIGURA 10 - ELEMENTOS DOS OBJETIVOS FILOSÓFICOS.....	22
FIGURA 11 - MODELO DE RUAS E PLAZANET	26
FIGURA 12 - MODELO DE WEIBEL E DUTTON.....	27
FIGURA 13 - ESTRUTURA DE UM SISTEMA MULTIAGENTES.....	33
FIGURA 14 – PROTÓTIPO DE MODELO DE GENERALIZAÇÃO BASEADO EM SISTEMAS MULTIAGENTES.....	34
FIGURA 15 - ROTULAGEM DE FEIÇÕES LINEARES COM A PAL	44
FIGURA 16 – GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMO POR MEIO DE RETÂNGULOS	49
FIGURA 17 - MUDANÇA DE TAMANHO DE TOPONÍMIA.....	50
FIGURA 18 – METAMODELO DO SISTEMA MULTIAGENTE	58
FIGURA 19 – SIMPLIFICAÇÃO DO CÓDIGO FONTE DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS.....	59
FIGURA 20 – FLUXOGRAMA DE METODOLOGIA.....	60
FIGURA 21 – ELIMINAÇÃO DOS CONFLITOS DE TOPÔNIMOS COM AS QUADRAS DO CENTRO DE CURITIBA APÓS A ELIMINAÇÃO E REDUÇÃO DE FONTE NA ESCALA 1:10.000. (A) ANTES DA REDUÇÃO. (B) DEPOIS DA REDUÇÃO DE FONTE.....	63
FIGURA 22 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AGENTES TOPÔNIMOS.....	64
FIGURA 23 – CRITÉRIOS DOS AGENTES TOPÔNIMOS.....	65
FIGURA 24 – RETAS CONCORRENTES	68
FIGURA 25 – TOPÔNIMOS MAIORES QUE OS TRECHOS DAS VIAS.....	70
FIGURA 26 - (A) TOPÔNIMOS CONFLITUOSOS ABREVIADOS UMA VEZ; (B) TOPÔNIMOS CONFLITUOSOS ABREVIADOS DUAS VEZES	70
FIGURA 27 - TOPÔNIMO CONFLITUOSO ELIMINADO.....	70
FIGURA 28 – TRECHOS QUE SUPTAM MAIS DE UM AGENTE TOPÔNIMO.....	71
FIGURA 29 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA.....	72
FIGURA 30 – APRENDIZAGEM DOS AGENTES TOPÔNIMOS.....	74
FIGURA 31 – CICLO DE BUSCA DE OBJETIVOS ENTRE OS AGENTES TOPÔNIMOS	75
FIGURA 32 – ORDENAMENTO DE TENTATIVA DE APLICAÇÃO DE OPERADOR DE GENERALIZAÇÃO PARA A SOLUÇÃO DE UM CONFLITO	76

FIGURA 33 – TELA INICIAL DO APLICATIVO DE GENERALIZAÇÃO.....	77
FIGURA 34 – TELA FINAL DO APLICATIVO DE GENERALIZAÇÃO.....	78
FIGURA 35 - TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A COLOCAÇÃO DE TOPÔNIMOS EXISTENTE NO ARCGIS.....	80
FIGURA 36 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.....	80
FIGURA 37 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO ARCGIS.....	84
FIGURA 38 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.....	85
FIGURA 39 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO ARCGIS.....	89
FIGURA 40 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.....	89
FIGURA 41 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO ARCGIS.....	91
FIGURA 42 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.....	91
FIGURA 43 – REGIÃO NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG.....	93
FIGURA 44 – REGIÃO NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS.....	94
FIGURA 45 – ARTICULAÇÃO UTILIZADA PARA AS COMPARAÇÕES NAS ESCALAS 1:500, 1:1000 E 1:2000 EM ARAUCÁRIA.....	95
FIGURA 46 – ESCALA 1:1000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	96
FIGURA 47 – ESCALA 1:1000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	96
FIGURA 48 – ESCALA 1:2000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	97
FIGURA 49 – ESCALA 1:2000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	98
FIGURA 50 – ARTICULAÇÃO UTILIZADA PARA AS COMPARAÇÕES NAS ESCALAS 1:5000, 1:10000 E 1:12500 SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	99
FIGURA 51 – ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “A” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	100
FIGURA 52 – ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS - REGIÃO “A” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	100
FIGURA 53 – NA ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “B” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	101

FIGURA 54 – NA ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS – REGIÃO “B” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA	101
FIGURA 55 – REGIÃO C NA ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “C” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA	102
FIGURA 56 – NA ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS – REGIÃO “C” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	102
FIGURA 57 – NA ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “ D” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA	103
FIGURA 58 – NA ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS REGIÃO “D” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	103
FIGURA 59 – ESCALA 1:10000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	104
FIGURA 60 – ESCALA 1:10000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA PARA GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	105
FIGURA 61 – ESCALA 1:12500 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	105
FIGURA 62 – ESCALA 1:12500 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA.....	106
FIGURA 63 – ARCGIS – ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA	107
FIGURA 64 – ARCGIS MAPLEX - ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA	107
FIGURA 65 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA	108
FIGURA 66 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500.....	108
FIGURA 67 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500.....	109
FIGURA 68 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500.....	109
FIGURA 69 – ARCGIS - ESCALA 1:1000 MUNICÍPIO DE CURITIBA	111
FIGURA 70 – ARCGIS MAPLEX - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	111
FIGURA 71 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	112
FIGURA 72 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:1.000 – CURITIBA.....	112
FIGURA 73 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS - ESCALA 1:1.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	113
FIGURA 74 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:1.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	113
FIGURA 75 – ARCGIS – ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	114
FIGURA 76 – ARCGIS MAPLEX – ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	115
FIGURA 77 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	115
FIGURA 78 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	116

FIGURA 79 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	116
FIGURA 80 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	117
FIGURA 81 – ARCGIS - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	118
FIGURA 82 – ARCGIS MAPLEX - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	119
FIGURA 83 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:5.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	119
FIGURA 84 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:5.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	120
FIGURA 85 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:5.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	120
FIGURA 86 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:5.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA	121
FIGURA 87 – ARCGIS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	122
FIGURA 88 – MAPLEX - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	123
FIGURA 89 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.....	123
FIGURA 90 – ARCGIS - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	124
FIGURA 91 – MAPLEX – ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	124
FIGURA 92 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.....	124
FIGURA 93 – ARCGIS - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	125
FIGURA 94 – MAPLEX - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	125
FIGURA 95 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.....	126
FIGURA 96 – ARCGIS - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	126
FIGURA 97 – MAPLEX - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	127
FIGURA 98 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.....	127

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TIPOS DE GENERALIZAÇÃO	15
QUADRO 2 - OPERADORES DE GENERALIZAÇÃO	16
QUADRO 3 - CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS.....	23
QUADRO 4 - MEDIDAS ESPACIAIS E HOLÍSTICAS	23
QUADRO 5 – VARIAÇÃO DO TAMANHO DE FONTE	41
QUADRO 6 – TAMANHO DAS FONTES NA HIERARQUIA DO SISTEMA VIÁRIO	62
QUADRO 7 – ATRIBUTOS INICIAIS DOS TOPÔNIMOS AGENTES.....	66
QUADRO 8 – DEMAIS ATRIBUTOS DOS TOPÔNIMOS AGENTES APÓS A AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA.....	66
QUADRO 9 – AGENTES DE RODOVIA ANTES DA GENERALIZAÇÃO.....	82
QUADRO 10 – AGENTES DE RODOVIA DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO	83
QUADRO 11 - AGENTES DE VIAS ESTRUTURAIS ANTES DA GENERALIZAÇÃO	86
QUADRO 12 – AGENTES DE VIAS ESTRUTURAIS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO	86
QUADRO 13 – AGENTES DE VIAS ARTERIAIS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO	90
QUADRO 14 – AGENTES DE VIAS COLETORAS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO	92
QUADRO 15 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM/GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:500 EM CURITIBA	110
QUADRO 16 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM / GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:1.000 EM CURITIBA	114
QUADRO 17 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM/GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:2.000 EM CURITIBA	117
QUADRO 18 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM/GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:5.000 – EM CURITIBA	121
QUADRO 19 – RESUMO DO COMPARATIVO ENTRE OS COLOCADORES DE RÓTULOS	128

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

IA	Inteligência Artificial
ICA	International Cartography Association
ICOS	The International Council of Onomastics Science
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IGN	Instituto Geográfico Nacional da França
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
ONU	Organização das Nações Unidas
SSC	Sociedade Suíça de Cartografia
SIG	Sistema de Informações Geográficas
UNGEGN	Grupo das Nações Unidas de Especialistas em Topônimos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.2 JUSTIFICATIVA	4
2. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	11
2.2 MODELO CONCEITUAL DE GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA	20
2.2.1 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DE GENERALIZAÇÃO	25
2.2.2 MÉTODOS DE GENERALIZAÇÃO BASEADO EM CONHECIMENTO	27
2.2.3 Operadores de Generalização Cartográfica	29
2.3 AGENTES	30
2.3.1 Sistema Multiagentes.....	32
2.4 TOPÔNIMOS.....	35
2.4.1 Rotulagens de Mapas e suas Generalizações	38
2.4.2 Rotulagem Automática	42
2.4.3 <i>Quantum GIS</i>	43
2.4.4 <i>ArcGis</i>	45
3. METODOLOGIA	51
3.1 MATERIAIS.....	51
3.2 ÁREAS DE ESTUDO E HIERARQUIAS DE SISTEMA VIÁRIO	51
3.3 MÉTODOS.....	57
3.3.1 Tratamento dos dados.....	61
3.3.2 Restrições	69
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	129
6. REFERÊNCIAS.....	131
7.1 CÓDIGO FONTE	136
7.1.1 Form 1.....	136
7.1.2 Form1.Designer	139
7.1.3 Program.....	143
7.1.4 Toponimos	143

1. INTRODUÇÃO

Mapas de sistemas viários são ferramentas bastante úteis, sejam eles impressos ou digitais. Atualmente, estes mapas são comuns em aplicativos para *smartphones*, nos quais o próprio usuário do mapa pode contribuir com informações sobre as vias, como engarrafamentos, obras, acidentes e buracos na pista, por exemplo. A informação presente nestes mapas é a rede de ruas que forma o sistema viário de uma região, e a sua simbologia varia de acordo com as classificações que as ruas recebem na sua hierarquia. Além disso, estão presentes as quadras da cidade que limitam as larguras das vias componentes do sistema.

As aplicações de mapas de sistema viário vão desde a localização até o traçado de rotas, o que os torna importantes em áreas de serviços públicos, na qual esta logística é importante, como corpo de bombeiros, ambulâncias e correios, por exemplo. E, também para empresas privadas que trabalham com entregas ou realizam visitas a seus clientes.

O sistema viário de uma cidade é definido por uma lei específica ou como parte integrante do plano diretor de um município. A sua hierarquia também é determinada através de leis municipais, que também definem os nomes das ruas, que são importantes referenciais para localização. Estes são considerados topônimos, seja gravados em placas nas esquinas no mundo real ou seja como informação geográfica em mapas.

Estes mapas, com suas diversas aplicações e diferentes meios de consulta, necessitam ser representados em múltiplas escalas. Logo, existe a necessidade da generalização cartográfica para exercer a função de filtro destas informações, não só voltada ao desenho das feições “vias”, mas também de toda a toponímia existente na região.

Ruas (2002) define que a generalização é um processo de síntese de informação, no qual as informações diminuem em quantidade, as mais importantes são realçadas, e que é realizada de acordo com os princípios da semiótica para produzir um mapa eficiente em sua comunicação. O processo de generalização é caro e despende muito tempo dos cartógrafos, mesmo se puder ser executado interativamente. Este é o contexto que impulsiona as pesquisas na automatização das várias funções de generalização. Porém, existe um obstáculo caracterizado por não haver uma formalização dos conhecimentos tradicionais de generalização (BRASSEL e WEIBEL, 1988; BUTTENFIELD e MCMASTER, 1991; RIEGER e COULSON, 1993; JOÃO, 1998 p.17). Portanto, a formalização dos conhecimentos cartográficos é essencial para automatizar o processo de generalização, retirando as suas características subjetivas.

Uma metodologia que vem sendo pesquisada nos últimos anos, e empregada pelo Instituto Geográfico Nacional da França (IGN), considera o uso de sistemas multiagentes para executar o processo de generalização. Neste caso, as feições geográficas são consideradas agentes, que inseridas no sistema buscam encontrar soluções, individualmente ou em conjunto, para a sua representação durante a generalização. O sistema aprende com as suas decisões e as aplica para outros problemas de representação semelhantes.

As pesquisas em automatização da generalização concentram seus esforços para reduzir os problemas de representação que ocorrem entre as feições. Entretanto, a toponímia e os seus operadores não são tratados neste processo de automatização de generalização; as pesquisas voltadas ao desenvolvimento de técnicas de colocação de etiquetas (*Label Placement*), ou seja, primeiro são generalizadas as feições, para posterior colocação de seus topônimos. Estudos

sobre colocação de etiquetas foram alvos de pesquisa de Yamamoto (2005), por exemplo; a generalização de topônimos em múltiplas escalas foi abordada por Brewer et al (2013).

O estudo deste problema se fundamenta em dois aspectos. Primeiramente, com a redução da escala ocorre a diminuição da largura das vias, o que pode implicar numa diminuição da fonte do topônimo ou até mesmo a sua eliminação; bem como é reduzido também o comprimento da via, o que gera a necessidade de se diminuir o comprimento do topônimo, principalmente de ruas que possuem nomes muito extensos.

Deste modo, considerando os aspectos de representação dos topônimos de uma rede viária, neste trabalho considerar-se-á que cada topônimo consiste em um agente, que objetiva ser representado em diversas escalas, sem causar conflitos de comunicação na representação.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é realizar a generalização cartográfica de topônimos de um sistema viário por meio de agentes. Para que esta meta seja cumprida, os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Realizar a avaliação cartométrica para definir as condições de generalização;
- Transformar os elementos de toponímia em agentes;
- Estabelecer uma hierarquia de transformações dos agentes para definir a ordem de aplicação dos operadores de generalização em cada mudança escala;

- Aplicar a generalização aos agentes e avaliar os resultados de sua representação, comparando-os com as representações obtidas com a colocação de etiquetas por meio de técnicas implementadas em Sistemas de Informações Geográficas.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crescente desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade exige que muitas tarefas sejam executadas de forma mais ágil e precisa. A demanda por informação georreferenciada está se tornando cada vez mais requisitada por diversas áreas do conhecimento e o desenvolvimento dos bancos de dados e tabelas de atributos não pode ficar restrito aos limites da cartografia convencional, tais como divisões em folhas e escalas fixas.

Segundo Buttenfield e Hultgren (2005) a demanda por um banco de dados geográficos detalhado e único, que dá suporte à representação de mapas em múltiplas escalas e propósitos, se caracteriza como um desafio. Em todos os bancos de dados a armazenagem de dados fontes e seus derivados dificulta a tarefa de discernir entre coleta e abstração dos dados.

Interpretações significativas e intuitivas de fenômenos geográficos necessitam de sua representação em vários níveis de detalhamento, pois a sua escala é dependente da natureza das propriedades dos fenômenos. Coletar dados em escalas grandes e então derivar outras informações em vários níveis de detalhe e escala é de considerável interesse, e este processo faz parte da generalização cartográfica (FIGURA 1) (CHAUDHRY e MACKANESS 2008).

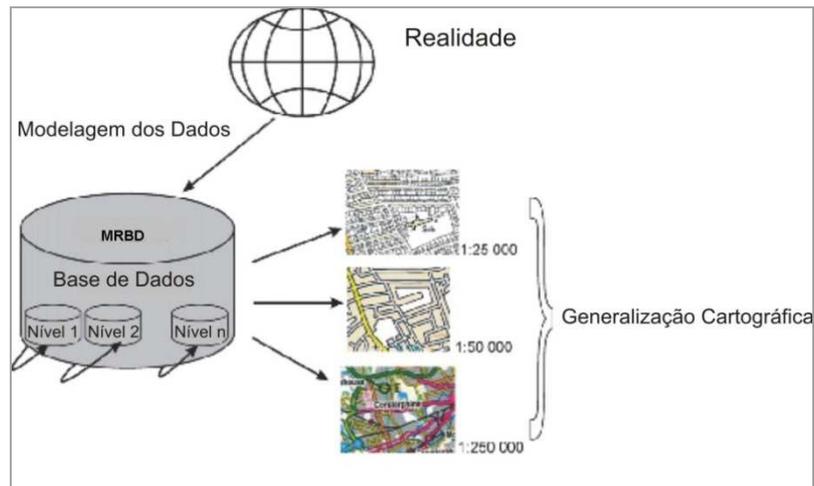


FIGURA 1 – MODELAGEM E GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA
 FONTE: ADAPTADO DE CHAUDHRY E MACKANESS (2008)

Por meio de ferramentas oriundas da inteligência artificial, como os sistemas de multiagentes, a automatização do processo de generalização cartográfica vem se desenvolvendo, embora ainda não exista um consenso com relação a sua formalização. Nestes sistemas, as feições geográficas são consideradas agentes independentes entre si, que buscam soluções para as suas representações, primeiro individualmente, e depois por meio do relacionamento com os demais agentes, de maneira a evitar congestionamento de símbolos em um mapa. No entanto, as pesquisas na área como as de Ruas (2002), Duchêne (2004) e Touya (2011), entre outros, aplicam os sistemas multiagentes apenas aos objetos geográficos. Logo, a técnica não é aplicada aos elementos de toponímia da representação.

Portanto, se os topônimos de uma representação forem transformados em agentes, então serão considerados mais relevantes às representações derivadas, porque serão generalizados de acordo com os mesmos procedimentos adotados para as feições geográficas.

Quando se generalizam os objetos geográficos, muitas vezes os topônimos não são considerados. O que se avalia é se há espaço ou não para a representação destes após a generalização. Com a redução das escalas as dimensões dos objetos

diminuem, e o mesmo deve ocorrer com o tamanho da fonte da toponímia até o limite da legibilidade mínima, ou seja, há uma relação direta entre a largura da rua com o tamanho da fonte, e outra relacionando o comprimento da via com a quantidade de caracteres que formam o topônimo.

Ao reduzir a escala, não ocorrem somente sobreposições entre as feições, mas também destas com a toponímia e, ainda, entre os topônimos em si. Isso mostra que as feições devem ser consideradas em conjunto com a toponímia durante o processo de generalização, pois a toponímia é um fator importante na comunicação cartográfica.

As FIGURAS 2 a 7 retratam a forma como a toponímia do sistema viário é representada nas escalas de mapeamento cadastral do município de Araucária, com a variação de escala realizada com um SIG. Nas FIGURAS 2 e 3, as toponímias do sistema viário da região são apresentadas nas escalas de 1:500 (escala original) e 1:1.000. Nesta pesquisa, as FIGURAS 2 a 7 estão reduzidas em 50% do tamanho original.

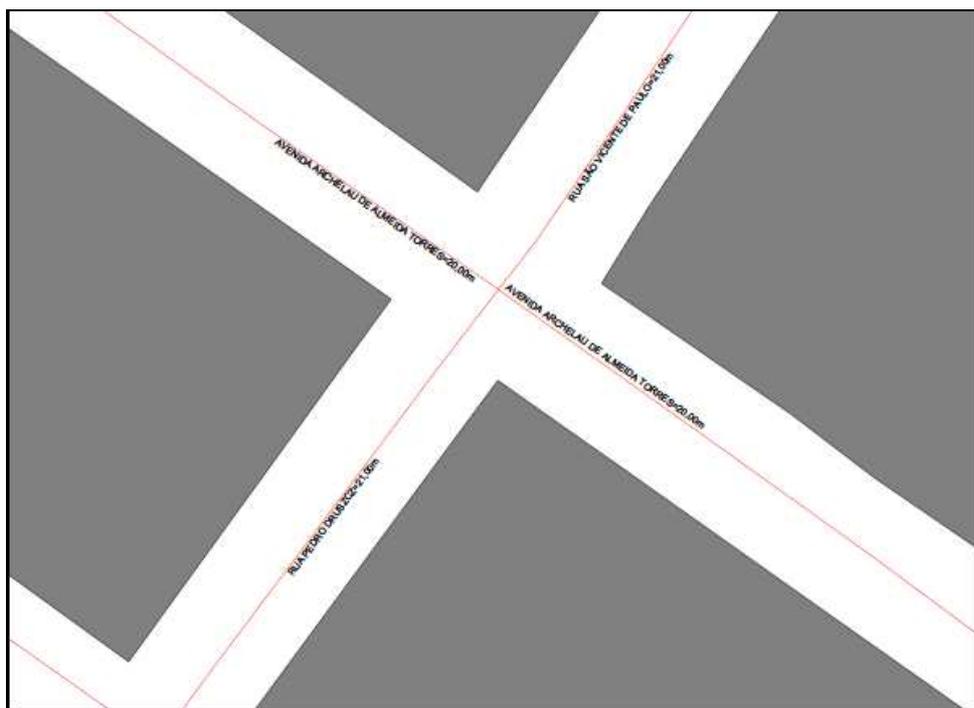


FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500
FONTE: O AUTOR (2014)

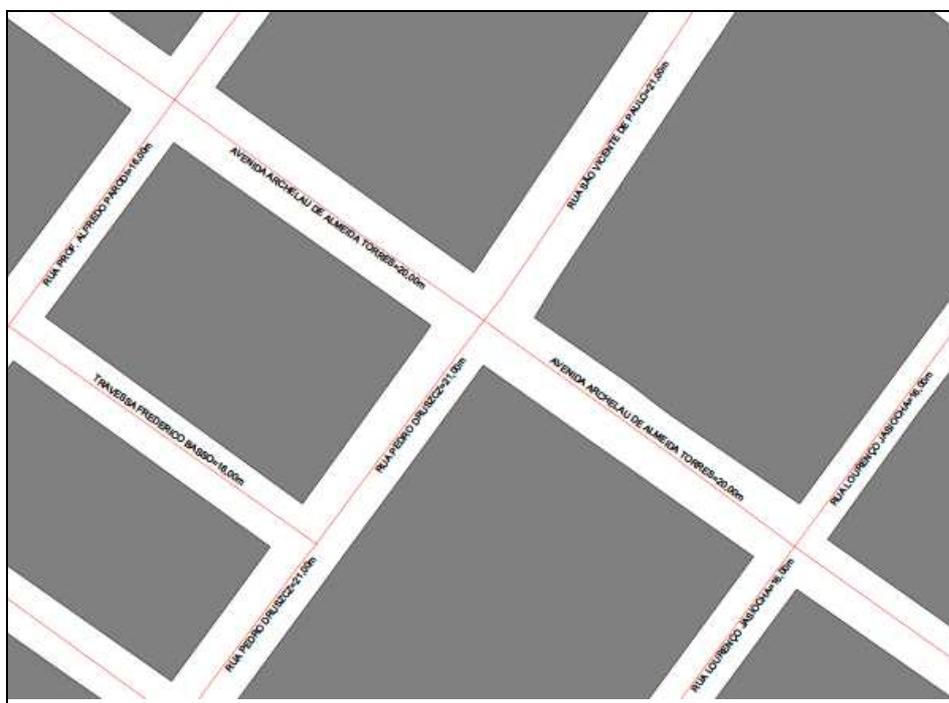


FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:1.000
FONTE: O AUTOR (2014)

Na escala 1:2.000 (FIGURA 4) três ruas aparecem sem denominação, mesmo havendo espaço para a representação da toponímia. Dentre as ruas que não

apresentam a mesma posição e orientação relativa em relação aos objetos geográficos aos quais denominam. Nas FIGURAS 2 a 7, por exemplo, todos os topônimos apresentam a mesma orientação do trecho que denominam e são representados abaixo da feição linear.

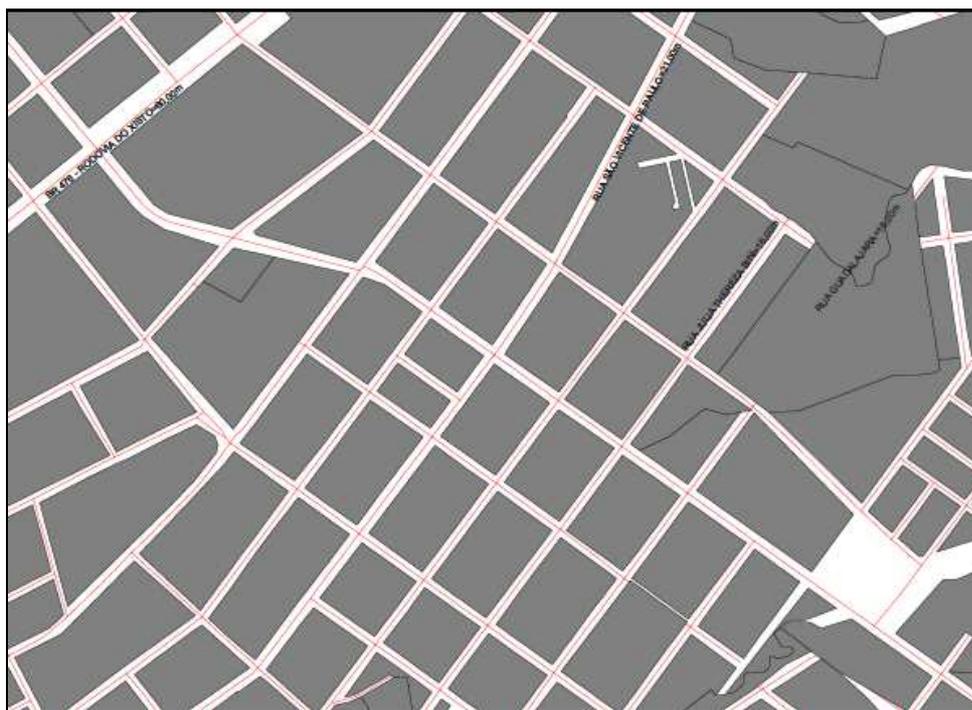


FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:5.000
FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:10.000
FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:12.500
FONTE: O AUTOR (2014)

2. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.1 GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

A generalização é um conceito central em Cartografia, pois cada carta é uma representação por meio de uma simbologia proveniente da abstração feita pelo cartógrafo, ou seja, um modelo da realidade. Este processo de filtragem de informações e simplificação de mapas é denominado generalização cartográfica, e abrange várias regras provenientes das experiências de tentativas de modelá-lo. Portanto, o processo de generalização cartográfica é atrelado à necessidade de se simplificar uma representação, ou ainda, à produção de produtos cartográficos derivados em escalas menores (BRASSEL, 1988).

A aplicação da generalização cartográfica é totalmente dependente da escala, que se faz necessária devido ao pequeno espaço fornecido para a representação por um mapa quando comparado ao tamanho real do planeta. Estas considerações são essenciais para que seja obtida uma representação, que seja legível e harmônica (BOLLMANN e KOCH, 2002).

Spiess (1995), apresenta os propósitos e benefícios da generalização:

- a) A aplicação da generalização permite a representação da realidade com diferentes níveis de abstração;
- b) A generalização influi na modelagem de bases de dados espaciais;
- c) A visualização demanda generalização;
- d) A generalização é a ferramenta que permite representar a informação relevante de forma legível numa dada escala;

- e) A generalização permite remover o ruído de uma imagem e realçar a informação essencial, não apenas o ruído geométrico, mas o ruído conceitual ou a informação redundante.

Com o uso cada vez maior de mapas em ambientes digitais, a necessidade de generalização passou a ter dois pontos de vista. A generalização é definida pela Associação Internacional de Cartografia (ICA, 2014) como a seleção e a simplificação de detalhes em função da escala e dos propósitos do mapa. Porém, com o advento do banco de dados geográficos, novos termos surgiram, como generalização de abstração ou modelo conceitual, definições como generalização de dados ou gráfica, ou seja, cartográfica (ORMELING, 1996). Alguns autores consideram estas duas definições como sucessivas e complementares e outros separam a generalização de dados da generalização cartográfica (MOLENAAR, 1996). Portanto de um ponto de vista tem-se as transformações e esquemas de generalização de bancos de dados, e de outro as transformações de generalização cartográfica. Sugere-se esta separação por ser possível trabalhar somente com a generalização de dados e depois aplicar as alterações de generalização cartográfica sem modificar o esquema do modelo de dados.

Portanto, as tarefas em generalização não são somente relacionadas com os objetos e suas características topológicas, mas também com a representação cartográfica. A generalização dos objetos pode ser dividida em duas fases: a de coleta, e a de modelagem. Ao considerar a natureza dos dados, após coletados, estes são convertidos em um primeiro modelo de objetos ou banco de dados (RUAS, 2002).

A generalização do modelo é semelhante à que ocorre na coleta de dados. A diferença está no fato de que ela não é diretamente aplicada aos objetos e sim sobre

o modelo de objetos, de onde é derivado um novo modelo. As bases de dados são organizadas em classes descritas pelas relações e atributos dos objetos geográficos. Portanto, pode-se fazer uma generalização eliminando-se uma classe ou um atributo ou realizando-se a fusão entre classes ou atributos. Estas transformações são automatizáveis sobre os objetos e não alteram as relações entre eles, incluindo as topológicas, pois a eliminação de uma classe resulta na eliminação de objetos, e se estes são eliminados, as relações entre si também são, não alterando a topologia das demais classes. Ainda, ao eliminar ou fundir atributos se induz a uma agregação de objetos relacionados entre si, e que herdam as relações topológicas de seus antecessores. O mesmo se aplica quando há a fusão de classes (RUAS, 2002).

Há procedimentos mais complexos, no que tange a manutenção das relações topológicas e hierárquicas com base na análise de dados, uma vez que, as definições de atributos não diferenciam quais deles são mais importantes, por exemplo: ao reduzir um sistema viário deve-se considerar os tempos de percurso das rotas; ao se reduzir uma rede hidrográfica, deve-se manter a lógica do fluxo da água; e a definição de uma área urbana a partir de um aglomerado de casas é algo que depende de maiores análises para caracterizá-la como tal, se há atendimento de serviços públicos como coleta de lixo, por exemplo.

A generalização cartográfica possui uma definição mais óbvia, pois quando a escala diminui, o tamanho dos objetos representados também se reduz fazendo com que se tornem de difícil interpretação ou até mesmo invisíveis. As regras de mapeamento descrevem os limiares de quando a informação passa a ser ruído. Objetos são ampliados para apoiar a mudança de escala, mas acabam se sobrepondo. Torna-se, então, necessário eliminar algumas informações e deslocar

outras, para que o resultado final apresente uma representação com objetos visíveis e interpretáveis (RUAS, 2002).

A generalização de modelo é composta por duas fases: a primeira é a concepção de um modelo de dados, em que são definidas regras de correspondência entre o esquema e as transformações entre os dados iniciais e finais, ou seja, mudanças de classes, perda de atributos e eliminação. A segunda fase envolve operações sobre os dados. Uma primeira série de operações é agregar objetos relacionados, mas que são distintos, por exemplo, lotes diferentes, mas que podem ser agregados em uma quadra por pertencerem a mesma classe. Em uma segunda etapa modifica-se os dados de acordo com as suas características e especificações de generalização. Esta fase é a que apresenta os maiores problemas, porque exige uma análise precisa das mudanças que serão realizadas. Segundo Ruas (2002) esta decomposição deve seguir o seguinte curso:

- Análise das necessidades que irão surgir;
- Desenvolvimento de regras de processamento de esquema de dados, conforme necessário;
- Transferência de dados no diagrama que compreende as novas classes e aquelas que são necessárias à generalização: as filtragens simples são realizadas nesta etapa, por exemplo;
- Realização de operações que não necessitam de análise contextual: agregações que objetivam a simplificação do esquema; e
- Realização das operações que requerem análises contextuais.

A generalização cartográfica conduz a um modelo cartográfico digital ou a um mapa derivado, e é baseada em classificações semânticas e transformações gráficas. No QUADRO 01 apresenta-se uma síntese do processo de generalização,

que se divide em geométrica, semântica e temporal, quando classificada pelo tipo de informação; e denominada como generalização de objetos, quando atua na coleta de dados e construção dos modelos, ou como generalização cartográfica quando deriva outros modelos a partir do original. No QUADRO 1 também se mostra a relação entre os tipos de generalização. No tocante ao tipo de informação quando se generaliza objetos, trata-se da coleta e construção dos modelos, seja ela da realidade para um mapa fonte ou para um modelo. Porém, quando esta generalização possui como fonte um modelo de dados é chamada de generalização cartográfica, que pode resultar em outros modelos e em mapas.

No aspecto geométrico, a generalização de objetos influi na precisão dos dados, enquanto que a cartográfica encontra dificuldades na representação da geometria e das características gráficas dos dados de saída, como as curvas de rios meândricos, por exemplo, que se não forem simplificadas e suavizadas podem causar interpretações erradas sobre este curso d'água, como uma largura maior do que é realmente. Esses operadores geram uma representação melhor, porém causam detrimento na exatidão da mesma. Na abordagem semântica os atributos, suas classes e valores, são adequadamente armazenados, porém esta mesma qualidade não se mantém na generalização cartográfica quanto a de objetos, devido às restrições gráficas. E, por fim, no aspecto temporal, a generalização de objetos é mais precisa do que a cartográfica.

QUADRO 1 - TIPOS DE GENERALIZAÇÃO

GENERALIZAÇÃO	GENERALIZAÇÃO DE OBJETOS	GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA
Tipo de Informação	Coleta e construção dos modelos	Modelo (modelo para modelo)
	Real \rightarrow A (mapa fonte)	Real \rightarrow D (modelo dados)
Generalização	Influi na precisão dos dados	Restrições em:

Geométrica		Geometria dos dados de saída	Geometria e características gráficas dos dados de saída
Generalização Semântica	Qualidade da Generalização: formação e atribuição das classes de objeto		
	Adequadamente detalhadas	Menos detalhadas (restrições gráficas)	
	Qualidade da Generalização: formação e atribuição dos valores		
	Adequadamente detalhadas	Arredondamentos de valores numéricos, restrições gráficas.	
Generalização Temporal	Referência do tempo de coleta: momento de coleta e intervalo entre coletas		
	Adequadamente precisos	Imprecisos e selecionados	
Abreviaturas: A - Modelo analógico; D - Modelo Digital.			

FONTE: ADAPTADO DE (WEIBEL, 1995)

Com a coleta das informações sobre os objetos há uma abstração quando se constrói seus modelos e estes ainda podem ser generalizados de maneira geométrica, semântica e temporal em modelos derivados. As várias funções existentes dentro do processo de generalização cartográfica são denominadas de operadores. O QUADRO 2 apresenta exemplos de operadores geométricos de acordo com a Sociedade Suíça de Cartografia (SSC, 1977). Estes são classificados com relação a existência de mudanças na geometria dos objetos geográficos após o processo de generalização. Muitos autores têm proposto classificações para operadores de generalização cartográfica como McMaster e Shea (1992), Hake et al (1994), Yaolin et al (2001), Mustière (2001), Cecconi (2003), Foerster et al (2007), Roth et al (2008), porém ainda não existe um consenso sólido sobre esta temática.

QUADRO 2 - OPERADORES DE GENERALIZAÇÃO

OPERADORES		REPRESENTAÇÃO		
Característica	Denominação	Mapa fonte (escala 1:m)	Mapa derivado	
			Escala (1:m)	Escala (1'4m)
Geométricos				
Simplificação	Suavização			
Ampliação				

Deslocamento			
Geométricos com mudança de geometria			
Agregação			
Seleção			
Classificação Tipificação			
Exagero			

FONTE: SOCIEDADE SUÍÇA DE CARTOGRAFIA (1977)

A FIGURA 8 ilustra justificativas para a aplicação da generalização cartográfica considerando, principalmente, a legibilidade de um mapa. No caso o processo parte de um mapa fonte em escala de 1:25.000 para um mapa derivado, em que a escala é reduzida para 1:100.000. A primeira razão apresentada é a simplificação de situações complexas, em que se deixa de representar todos os detalhes, que são visíveis na escala, mantendo as características essenciais do objeto, como a manutenção das possibilidades de saídas de um entroncamento viário simplificando a sua forma. Deve-se, também, escolher quais são os objetos mais relevantes para o propósito do mapa, numa carta topográfica, por exemplo, as principais vias são mais importantes que os lotes existentes na região. Porém, para que alguns objetos possam ter representação relevante, outros deverão ser omitidos, até mesmo por serem insignificantes para o mapa.

Quando há congestionamento por haver áreas muito densas de feições, aplica-se a generalização para esclarecer os espaços, diminuindo, assim, a confusão. Contudo é necessário manter as características das feições, e se preciso, reunir semelhantes, enfatizar e realçar os objetos mais importantes, e mantendo as relações topológicas entre os mesmos com a representação de suas correlações.

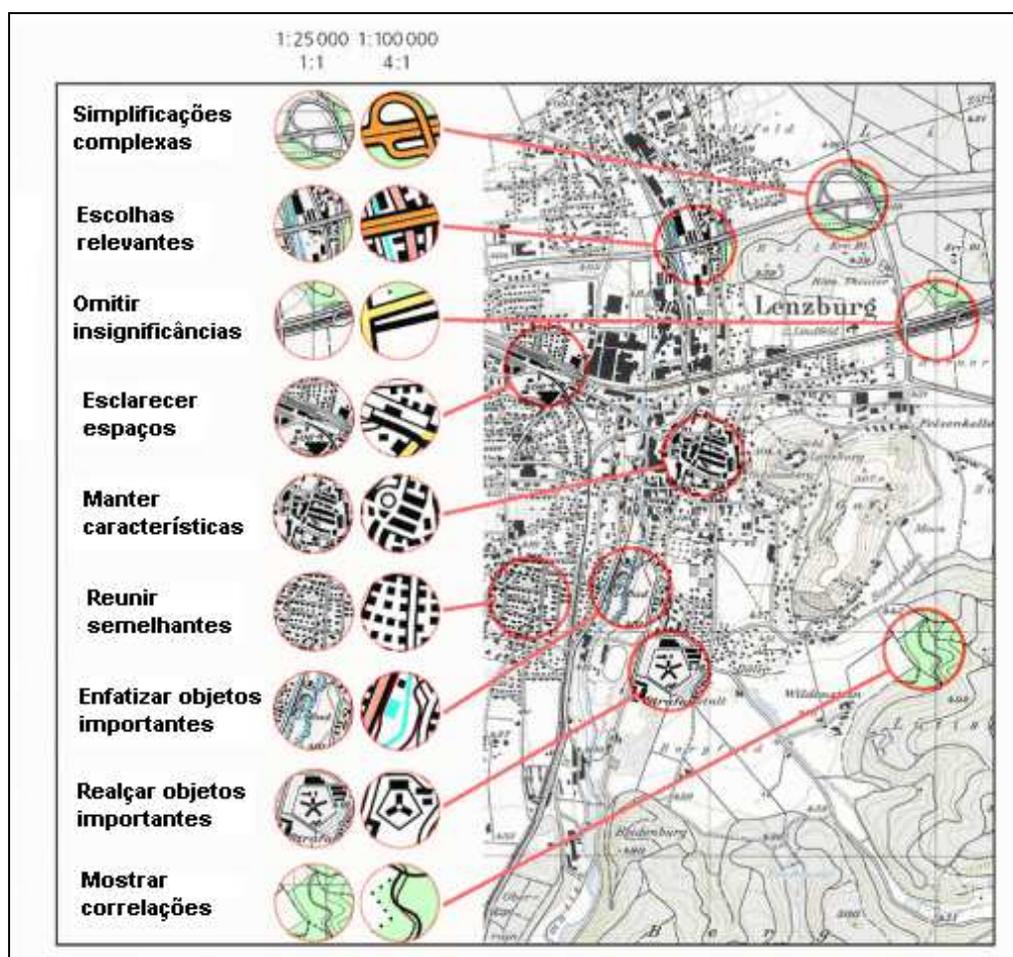


FIGURA 8 – JUSTIFICATIVAS PARA GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA.
FONTE: ADAPTADO DE (WEIBEL, 2003)

A aplicação dos operadores de generalização pode ser realizada de duas maneiras: através de decisões subjetivas do cartógrafo ou por definição de regras em um projeto por meio de um programa de computador. O que acontece atualmente é a combinação das duas possibilidades, ou seja, em um mapeamento

topográfico, várias generalizações podem ocorrer automaticamente, porém podem ocorrer situações em que o trabalho individual do cartógrafo seja necessário.

A subjetividade da generalização se caracteriza por ser uma forma livre de aplicação dos operadores por especialistas, para solucionar os problemas de representação, que aumentam com a redução da escala. É realizada de maneira a manter um padrão e a legibilidade da representação e pode variar de cartógrafo para cartógrafo. No entanto, para alguns problemas ocorridos com a redução de escala, possuem soluções que são formalmente difíceis, ou até mesmo impossíveis, de se especificar (WEIBEL, 1995). Ao aumentar o tamanho de um polígono, por exemplo, é necessário evitar que isto não implique em sobreposições com as demais feições do mapa, pois nem sempre se pode estabelecer um padrão com relação às distâncias dos objetos geográficos entre si.

Existem pesquisas para formalizar estes métodos, como o de simplificação de curvas de Douglas e Peucker (1973), devido ao aumento da demanda por resultados de generalização por procedimentos automáticos. As pesquisas na área se dividem entre métodos empíricos e construtivos. No primeiro, as regras são definidas de acordo com a análise feita após inúmeras tentativas. No segundo, existe uma abordagem coerente e construtiva, que consiste num conjunto de condições formais para a sequência de processamentos geométricos e formação de classes (TOUYA, 2011).

A automatização da generalização exige a criação de algoritmos capazes de reproduzir os efeitos dos operadores. Regnauld e McMaster (2007) apresentam uma coletânea da diversidade de algoritmos desenvolvidos para estas funções. Esta contempla vários algoritmos existentes até o ano de 2007, e inclui o precursor dos

demais, o algoritmo de filtragem criado por Douglas e Peucker (1973) para a simplificação de fenômenos lineares.

Não são apenas os aspectos geométricos que influenciam no processo de generalização e sua automação. O contexto influi o processo de generalização, pois é ao analisar o contexto da representação cartográfica, que os cartógrafos decidem quais operações realizar, levando-se em consideração a estrutura dos dados e a sua interação com os demais elementos presentes no mapa (MACKANESS e EDWARDS, 2002). Em um primeiro momento, segundo Brassel e Weibel(1988), ocorre o reconhecimento de padrões, quando um determinado problema de representação se repete envolvendo os mesmos tipos de feições. McMaster e Shea (1988), citam a avaliação cartométrica para se determinar quando é o momento de se generalizar. E autores como Boffet (2000); Mackaness e Edwards (2002), Steiniger et al (2006, 2008); Lüscher et al (2008a); e Touya, (2008), confirmam a necessidade de aumentar a volume de dados dos bancos como processo anterior e imprescindível à generalização.

2.2 MODELO CONCEITUAL DE GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Na década de 80 foram propostos modelos para o processo de generalização cartográfica em meio digital, que serviram como base para o entendimento dos diversos aspectos do processo o que possibilita a definição das etapas envolvidas (VIANNA, 1997). Os modelos conceituais de generalização citados por McMaster e Shea (1992), são importantes porque fornecem uma visão histórica do entendimento e desenvolvimento teórico da generalização cartográfica (FIRKOWSKI,2002).

McMaster e Shea (1988) propuseram o primeiro modelo conceitual de generalização em ambiente digital, que é dividido em três componentes: objetivos filosóficos, avaliação cartométrica e transformações espaciais e de atributo (FIGURA 9). Os objetivos filosóficos determinam as razões para se realizar a generalização e se dividem em três elementos. O *teórico* apresenta a necessidade de se generalizar. Em seguida, os *elementos específicos da aplicação* definem os processos de generalização com relação à apresentação final de um mapa. E, por fim, os *elementos computacionais* visam gerir as necessidades de generalização com os recursos computacionais disponíveis (FIGURA 10).

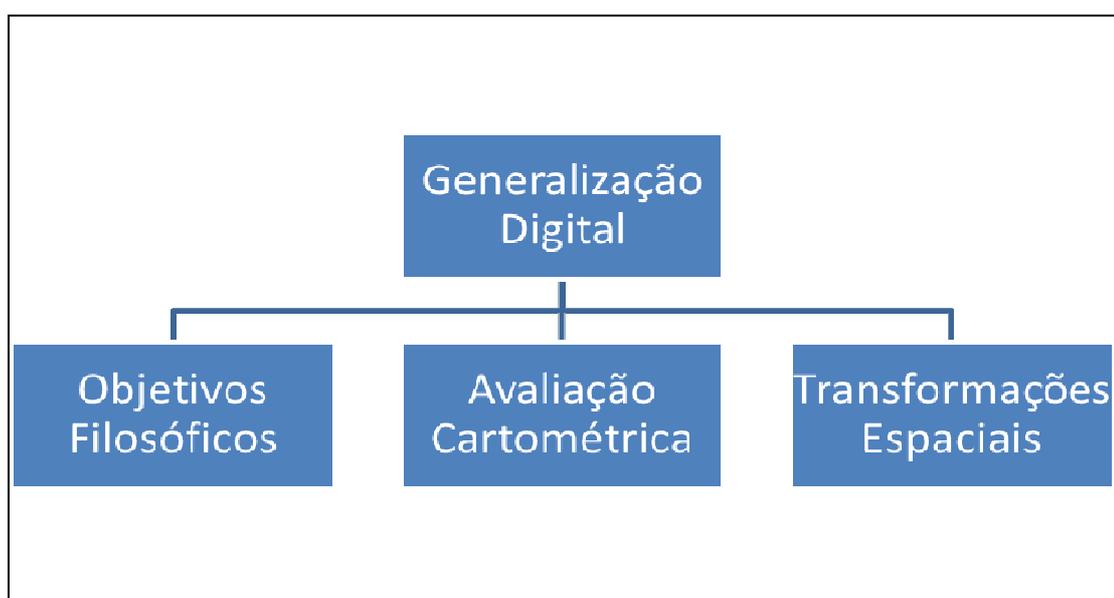


FIGURA 9 – GENERALIZAÇÃO DIGITAL E SEUS COMPONENTES.
FONTE – ADAPTADO DE MACMASTER E SHEA (1988)

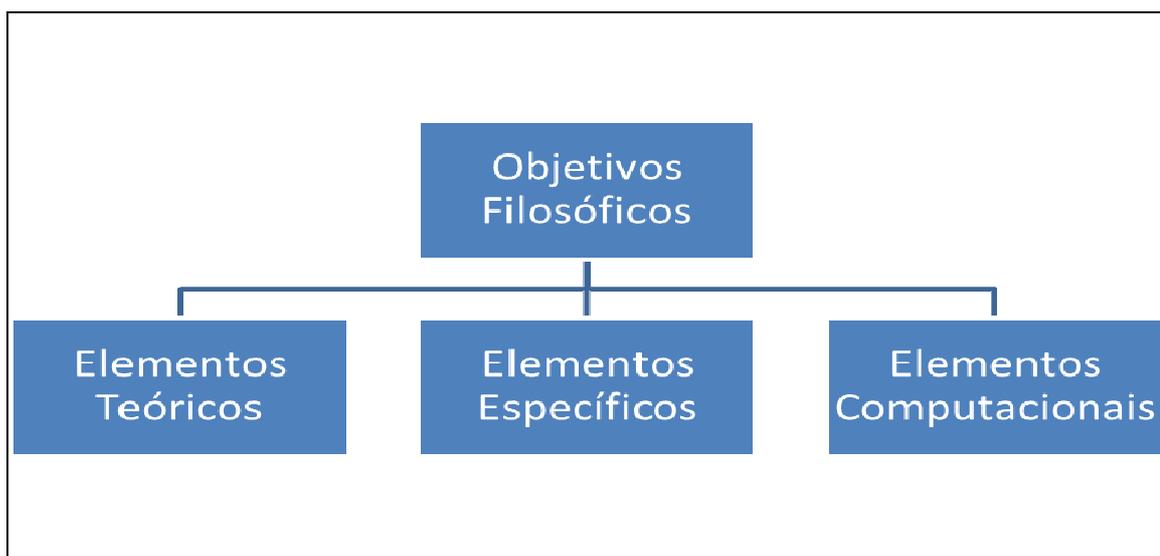


FIGURA 10 - ELEMENTOS DOS OBJETIVOS FILOSÓFICOS.
FONTE – ADAPTADO DE MACMASTER E SHEA (1988)

A avaliação cartométrica é a componente da generalização em ambiente digital composta de processos voltados à identificação das situações nas quais a generalização cartográfica deve ser realizada para que o mapa atinja seu propósito mantendo a legibilidade, ou seja, está relacionada a quando realizar a generalização. Os elementos relacionados com a avaliação cartométrica são de extrema importância, pois determinam as condições que demandam operações de generalização. Este componente é dividido em três partes: condições geométricas, medidas espaciais e holísticas e controles de transformações.

A necessidade de generalização é determinada pelas seis condições geométricas (QUADRO 3), que podem ocorrer com a redução da escala: congestionamento, coalescência (aproximação excessiva entre símbolos), conflito, complicação, inconsistência e imperceptibilidade.

QUADRO 3 - CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS

CONDIÇÃO GEOMÉTRICA	CAUSA
Congestionamento	Grande quantidade de dados simbolizados por área.
Coalescência	Feições se tocam ou se fundem.
Conflito	Incompatibilidade entre a feição representada e o seu fundo.
Complicação	Ambiguidade na aplicação das técnicas de generalização.
Inconsistência	Aplicação não uniforme das decisões de generalização.
Imperceptibilidade	Mudança de dimensão abaixo do tamanho mínimo representável.

FONTE: ADAPTADO DE NALINI (2005)

As medidas espaciais e holísticas proporcionam a quantificação de alguma grandeza que possibilite a identificação das condições geométricas. Porém, não considera apenas um elemento individualmente, e sim em conjunto com os seus relacionamentos com as demais feições. As medidas holísticas são apresentadas no QUADRO 4.

QUADRO 4 - MEDIDAS ESPACIAIS E HOLÍSTICAS

MEDIDAS ESPACIAIS E HOLÍSTICAS	FUNÇÃO	EXEMPLO
Densidade	Avaliar relacionamentos multi-feições.	Número de feições por unidade de área.
Distribuição	Avaliar a distribuição total do mapa.	Medidas de dispersão para feições pontuais.
Comprimento	Avaliar o comprimento de feições lineares e limites de áreas.	Comprimento total.
Sinuosidade	Avaliar a sinuosidade de feições lineares e limites de áreas.	Número total de cristas.
Forma	Definir o momento em que uma feição de área pode ser representada numa nova escala.	Perímetro e centroide de área ou linha.
Distância	Cálculos que são função da posição da feição.	Buffer
Gestalt	Avalia os relacionamentos entre as feições e os estímulos que estes transmitem.	Fechamento, continuação, proximidade e similaridade.
Abstração	Avaliar a natureza conceitual das distribuições espaciais	Complexidade, homogeneidade, simetria, repetição e Recorrência.

FONTE – ADAPTADO DE MACMASTER E SHEA (1988)

Os operadores de generalização realizam transformações que devem ser monitoradas por três tipos de controles: seleção de operador, de algoritmo e de parâmetros. Os operadores são separados em duas categorias, conforme o tipo de dados que tratam, e podem atuar em dados de geometria ou em dados de atributo. Segundo McMaster e Shea (1992), a ordem em que os operadores de generalização são aplicados se torna tão crítica quanto a seleção dos algoritmos usados por aqueles operadores. O parâmetro de entrada necessário para se chegar a um determinado resultado em uma dada escala desempenha um papel significativo ao afetar as transformações de generalização.

Os fatores que devem ser considerados na seleção de operadores são:

- Importância das feições individuais;
- Complexidade de relacionamento entre feições;
- Presença e influência de desordem;
- Necessidade de variar a quantidade; e
- Disponibilidade e robustez dos operadores e algoritmos.

Durante a fase de seleção de algoritmos devem ser identificadas as condições iniciais, e dentro do que se espera como resposta, definir que um ou mais algoritmos podem alcançar êxito. Existe uma dependência entre o algoritmo selecionado e o resultado de generalização produzido. Assim a seleção de parâmetros para execução do algoritmo está vinculada à situação de sua aplicação (McMASTER e SHEA, 1992). A seleção do parâmetro de entrada (tolerância) provavelmente resulta em mais variação no resultado final do que os operadores e algoritmos de generalização (McMASTER e SHEA, 1992). Além das orientações muito básicas sobre a seleção de pesos para rotinas de suavização e derivação de linhas simplificadas.

2.2.1 Desenvolvimento dos Modelos de Generalização

O processo de generalização cartográfica está em uma fase cujo objetivo consiste em tentar formalizar o conhecimento cartográfico através de modelos conceituais abrangentes. Os conflitos de generalização são detectados por medições de análise espacial e dependem das especificações do produto final pretendido, como quando se utiliza uma função *buffer* para verificar se ocorrerá sobreposição entre as feições em uma mudança de escala determinada. Estas medidas também são utilizadas para determinar qual algoritmo deve ser utilizado e com quais parâmetros.

Além do modelo proposto por McMaster e Shea, outros modelos foram propostos como os de Ruas e Plazanet (1996), que detalha o processo de se concentrar em uma situação de conflito (FIGURA 11). Neste modelo, primeiramente, é realizada uma análise global envolvendo toda a representação, que detecta os problemas existentes. Em seguida, uma das situações conflituosas é escolhida e se verifica quais são os problemas e se identifica quais as restrições que devem ser respeitadas em um nível local, ou seja, considerando apenas a região que apresenta confusão e não o mapa como um todo. Estes problemas são resolvidos por meio da aplicação de algoritmos que são automatizações dos operadores de generalização cartográfica. Caso a situação não seja solucionada, são feitas novas tentativas com outros operadores, e em caso de sucesso, o modelo parte para uma próxima situação conflituosa. Este modelo é totalmente baseado em restrições, pois todas as análises são feitas com base nas mesmas, desde a detecção das regiões de conflitos, passando por uma análise mais criteriosa de cada situação, e na busca por possíveis soluções.



FIGURA 11 - MODELO DE RUAS E PLAZANET
 FONTE: TRADUZIDO DE RUAS E PLAZANET (1996)

O modelo de Weibel e Dutton (1998) (FIGURA 12) detalha a função das restrições para orientar os processos de respostas de "por que" e "como". O usuário especifica as restrições para um controle da generalização baseado nos princípios de projeto cartográfico e generalização cartográfica. A partir daí são implementadas estratégias e ferramentas de avaliação que são determinantes para a concepção das táticas, que regem a maneira de aplicação das ferramentas de transformação.



FIGURA 12 - MODELO DE WEIBEL E DUTTON
 FONTE: TRADUZIDO DE WEIBEL E DUTTON (1998)

2.2.2 Métodos de Generalização baseado em Conhecimento

A generalização cartográfica é um processo com características holísticas, portanto é recomendado o uso de inteligência artificial para a sua automatização pois quando se reduz a escala, surgem muitos conflitos devido ao fato das feições disputarem espaços para ser representadas. Estes conflitos devem ser analisados de diferentes pontos, levando em consideração a importância das feições e as ferramentas disponíveis para se generalizar.

A partir dos avanços da inteligência artificial nas áreas de sistemas especialistas, técnicas de aprendizado e de orientação a objetos, e redes neurais, os modelos de generalização de modelo passaram a adotar estas técnicas para formalizar o seu conhecimento (SARJAKOSKI, 2007). Sistemas especialistas são sistemas computacionais que emulam a estratégia de resolução de problemas de

um especialista humano e são compostos de no mínimo três entidades básicas, a base de conhecimento, o motor de inferência e a interface do usuário (MACGRAW e HARBINSON-BRIGGS, 1989). No aprendizado de máquina o objetivo é o desenvolvimento de técnicas computacionais sobre o aprendizado bem como a construção de sistemas capazes de adquirir conhecimento de forma automática. Um sistema de aprendizagem de máquina toma decisões baseado em experiências acumuladas através de soluções bem sucedidas de problemas anteriores (BARANAUSKAS, 2011).

A orientação a objetos é uma organização de programas em termos de coleção de objetos discretos incorporando estrutura e comportamentos próprios com o intuito de se construir sistemas mais complexos. Já as redes neurais são técnicas computacionais, que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência (CARVALHO, 2008).

Outra técnica de IA é a inteligência amplificada em que não só o conhecimento do especialista é formalizado como ampliado devido ao uso de ferramentas que expandem a capacidade de tomar decisões (WEIBEL, 1995). Os métodos enquadrados nestes tipos de técnicas possuem embasamento em orientação a objetos ou em restrições.

Os métodos orientados a objetos modelam os objetos do mundo real, bem como suas propriedades e relacionamentos. As suas características são descritas pelos atributos do objeto, enquanto que seu comportamento é definido por meio de operações. Os objetos semelhantes são agrupados em classes, que podem ser hierarquizadas. No contexto da generalização os procedimentos dos objetos são representados pelos operadores.

Um método conhecido entre os baseados em restrições é o Ajustamento pelo Método dos Mínimos Quadrados, em que se prioriza que todas as restrições sejam satisfeitas. Aqui a generalização é toda modelada como se fosse um sistema de equações e suas entidades são todas parametrizadas.

Ruas (1999) sugeriu a utilização de sistemas multiagentes para proporcionar uma estrutura que permitisse a manipulação de objetos geográficos em diferentes níveis de detalhe. Nestes sistemas cada objeto pode ser considerado como um agente, que possui um objetivo a satisfazer as restrições, que se tratam das exigências de um processo de generalização.

2.2.3 Operadores de Generalização Cartográfica

Weibel e Dutton (1999), afirmam que um operador de generalização representa um tipo de transformação espacial que deve ser armazenada. Nesta tese os operadores de generalização utilizados serão: deslocamento, abreviação e eliminação (seleção). O deslocamento é um dos inúmeros métodos de melhorar a legibilidade de feições representadas em um mapa e pode ser entendido como pequenos movimentos entre os objetos com o intuito de minimizar a perda da acurácia posicional mantendo o *gestalt* e a topologia dos objetos (MACKANESS e EDWARDS, 2002). Este operador quando aplicado à toponímia não deve fazer com que esta perca a sua associação gráfica com a feição geográfica que denomina para não causar prejuízos ao referenciamento espacial da região representada.

Na generalização cartográfica características essenciais e relações dos objetos devem ser preservadas, porém dependendo da redução da escala, algumas feições ficam com suas dimensões espaciais insignificantes na representação. Portanto, em benefício da legibilidade dos mapas, estas feições devem ser

eliminadas. Este processo faz parte do operador de generalização denominado Seleção.

Quando o deslocamento coloca o rótulo longe da feição que denomina, uma linha de chamada ou um código numérico deve ligar o nome ao símbolo para manter a sua associação gráfica. A abreviação é outra estratégia para generalizar rótulos em mapas de escalas pequenas com representações congestionadas (MONMONIER, 1991). A abreviação, ou abreviatura, é uma designação representativa de uma palavra através de algumas de suas sílabas e/ou letras.

2.3 AGENTES

Agentes são entidades autônomas que estão situados em um ambiente. Esta autonomia é no sentido de que pode atuar sem a intervenção do homem ou outros processos, controlando suas ações e seu estado interno.

Segundo Russell e Norvig (2003), um agente é qualquer coisa, que pode perceber seu ambiente através de sensores atuando neste ambiente através de seus efetores. Ainda, os agentes possuem as seguintes características:

- Um agente é qualquer coisa que possa ser vista como percebendo seu ambiente através de sensores e agir sobre esse ambiente através de efetores;
- Cada agente pode perceber suas próprias ações;
- Um agente é um indivíduo racional que toma decisões corretas;
- Quanto menos ações o agente efetuar, melhor sucedido será (Russell e Norvig, 2003).

Os agentes podem ser:

- Reativos: quando percebem o seu ambiente, e reagem em resposta quando há uma modificação do mesmo;
- Proativos: não agem apenas após uma modificação no ambiente, devem possuir objetivos e ter comportamento oportunista para cumprir suas metas; e
- Sociais: devem ser capazes de interagir com o homem ou outros agentes artificiais.

Um agente é responsável por satisfazer objetivos, que podem ser alcançar um objetivo específico, manter um estado, ou maximizar uma função designada a ele. O estado de um agente é baseado em três componentes: ambiente interno, estado de seu conhecimento e crenças sobre seu ambiente externo.

O ambiente de um agente é composto por objetos e outros agentes que podem interagir com ele. E para que um agente se distinga dos demais ele necessita possuir uma identidade. Para cada sequência de percepções possíveis deve selecionar uma ação que se espera que maximize a sua medida de desempenho, de acordo com a evidência da sequência de percepções e por qualquer conhecimento interno do agente.

Para projetar um agente devem ser definidas quatro características. A primeira delas é a medida de desempenho, que avalia seu desempenho nas ações. A segunda é o ambiente em que estas ações ocorrem. Depois devem ser definidos também os atuadores ou efetores, e os sensores, para compreender o ambiente em que o agente está inserido.

Um agente é completamente especificado pela função do agente, que mapeia sequências de percepções e ações. Esta função, ou conjunto de funções, deve ser racional com o objetivo de encontrar uma solução para representar a função racional do agente de maneira concisa.

2.3.1 Sistema Multiagentes

Para RUSSELL e NORVIG (2003), um sistema multiagentes é aquele composto por vários agentes que interagem. Um agente pode ser pensado como um objeto que tem um objetivo e atua de forma autônoma, a fim de alcançar essa meta devido às capacidades da percepção, reflexão, ação e, possivelmente, a comunicação com outros agentes.

A investigação científica e a implementação prática de sistemas multiagentes é focada na construção de padrões, princípios e modelos que permitam a criação de pequenas sociedades de agentes semiautônomos, capazes de interagir de forma a atingir os seus objetivos (LESSER, 1999). A coordenação é a parte mais importante na construção de um sistema multiagentes, pois consiste na gerência das interações e das dependências das atividades dos diferentes agentes.

Na construção destes sistemas os agentes podem ser criados para serem competitivos, em que agem com a meta de cumprir apenas seus próprios objetivos, ou cooperativos em que os agentes se preocupam com o bem comum de todo o ambiente em que está inserido. Após a criação dos agentes, é necessário se definir uma infraestrutura que permita a interação e a comunicação entre eles dentro de uma esfera de abrangência (FIGURA 13). Estas esferas de influência podem coincidir dependendo das relações entre os agentes

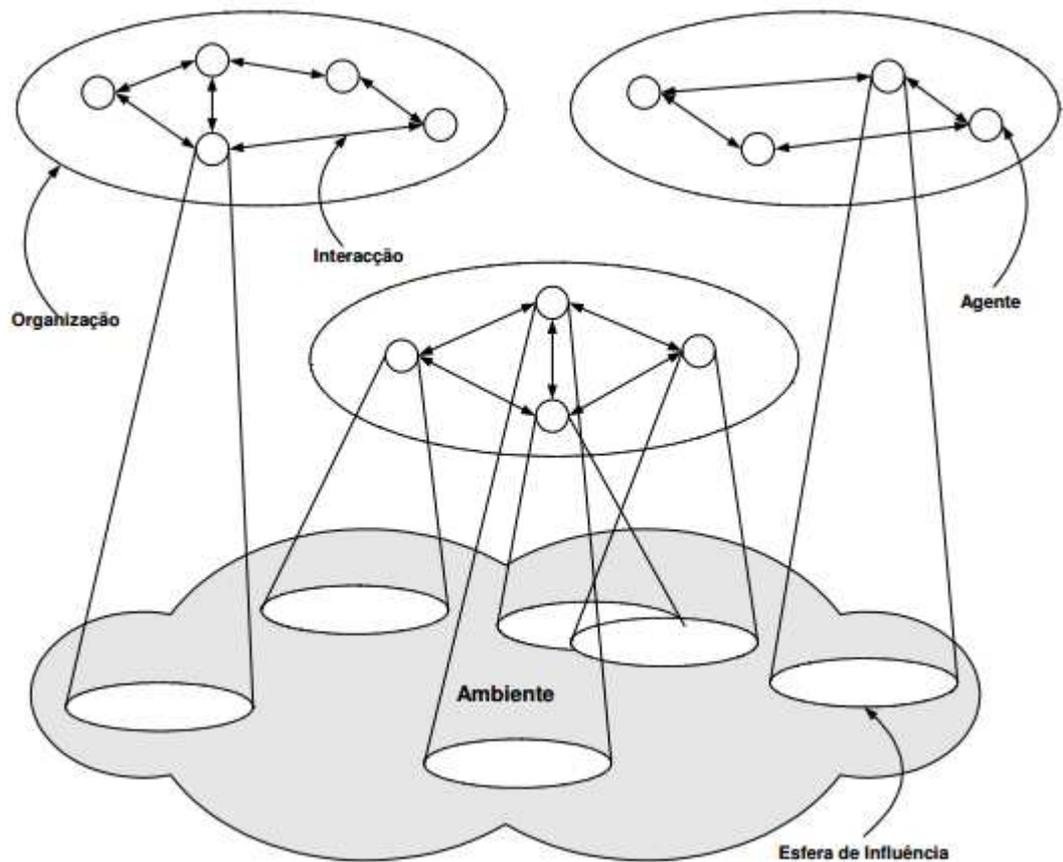


FIGURA 13 - ESTRUTURA DE UM SISTEMA MULTIAGENTES
 FONTE: ADAPTADO DE JENNIGS, 2000.

A aplicação de sistemas multiagentes em generalização pode ser descrita como modelar objetos geográficos como agentes que são capazes de perceber e avaliar o seu estado atual, e escolher e aplicar a si mesmos algoritmos de generalização que melhoram esse estado (RUAS, 1998b, 1999).

Portanto, quando se modela generalização por meio de agentes, cada objeto geográfico tem autonomia para tomar as suas decisões quanto a qual operador utilizar para resolver o seu conflito e avaliar se atingiu o seu objetivo. A FIGURA 14 ilustra o ciclo que acontece com os agentes enquanto estes tentam resolver os seus conflitos, que apresentam as seguintes etapas:

1. Inteligência e Design: o agente calcula seus próprios conflitos, e encontra, de acordo com seu conhecimento, quais algoritmos podem diminuir os seus próprios conflitos;
2. Escolha: o agente escolhe uma operação dentro do conjunto, e a aplica;
3. Comentário: o agente verifica se o seu estado está melhor do que antes, o que é realizado no final do ciclo. Se for, ele volta a analisar seus conflitos para determinar o seu grau de satisfação, se não, ele escolhe outra solução (RUAS e DUCHÊNE, 2007).

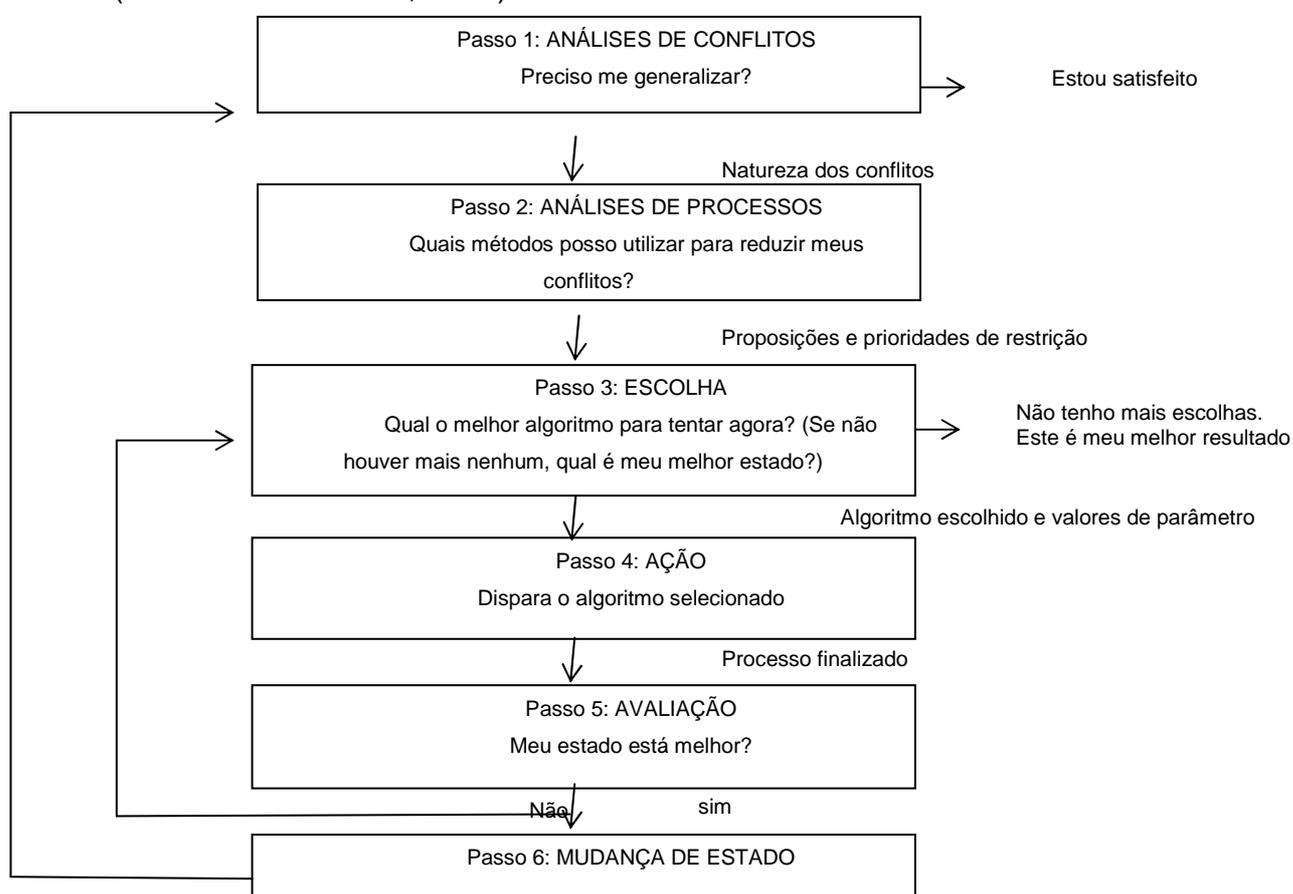


FIGURA 14 – PROTÓTIPO DE MODELO DE GENERALIZAÇÃO BASEADO EM SISTEMAS MULTIAGENTES

FONTE: ADAPTADO DE RUAS E DUCHÊNE (2007).

As escolhas de um agente são feitas por uma avaliação de si mesmo, em que cada agente faz as suas próprias escolhas de acordo com sua natureza, as suas próprias características e seus conflitos. Para executar qualquer ação, um agente

primeiro precisa detectar e caracterizar os seus próprios conflitos e escolher uma ação para reduzi-los. Para o primeiro passo usa suas restrições, para a segunda, ele usa o seu conhecimento.

No modelo de agentes, um agente generaliza-se somente se ele não cumprir com algumas restrições. Em termos de modelagem, cada restrição é uma função (RUAS, 1999). Cada agente calcula seus conflitos e representa cada um como um valor de gravidade associada a cada característica. Para modelar isto, cada agente é descrito por um conjunto de atributos, que detém o "valor objetivo" de um objeto, o "valor corrente", e a "gravidade" calculada em função destes dois valores.

O conhecimento dos agentes é relacionado com o uso de procedimentos: os operadores, a algoritmos e os valores dos parâmetros. Este conhecimento significa heurísticas para resolver conflitos. No sistema existe mais do que uma escolha do algoritmo, de modo que uma solução alternativa possa ser explorada. Muitas vezes, um agente tem vários conflitos de uma só vez e um conjunto de regras de condição pode ser usado para priorizar os conflitos (BURGHARDT E MATHUR, 2004). A solução em generalização é de difícil atualização a cada introdução de uma nova restrição. Nesse caso, o agente tem de escolher qual o conflito deve ser resolvido pela primeira vez (RUAS E DUCHÊNE, 2007).

2.4 TOPÔNIMOS

Os topônimos não são apenas símbolos de índice, pois alguns possuem a propriedade de auxiliar na caracterização de símbolos porque o nome de um rio, por exemplo, deve ser descritivo. Além disso, eles podem ser representados em

posições diferentes de acordo com a padronização proposta pelo cartógrafo (KEATES, 1973).

Nomes geográficos devem ser tratados como um caso especial, pois embora sejam abstratos e não signifiquem, necessariamente, qualquer atributo do objeto ou feição. Eles são úteis para referenciar locais particulares, pois não são apenas pontos em um sistema de coordenadas. Portanto eles agem como uma conexão entre dois sistemas de símbolos do mapa – símbolos de índice e símbolos caracterizadores – porque ao contrário de um sistema de coordenadas, os topônimos se referem para especificar feições no mapa. Por exemplo, o nome geográfico África tem uma referência evidente, porém complexa de se descrever a partir de um conjunto de coordenadas. Os sistemas de coordenadas são sistemáticos e precisos. Logo, permitem determinações exatas de posição, distância e direção. Já os nomes geográficos não possuem um sistema, são arbitrários e frequentemente ambíguos. Ainda, podem ocorrer problemas por má distribuição, repetições excessivas e nomes incompletos (KEATES, 1973).

Na generalização cartográfica os topônimos geram muitos problemas, pois podem mudar de posição, novos nomes surgem, e antigos nomes desaparecem. Há casos em que a escolha por um nome correto para um lugar ou feição é controversa. Porém a toponímia é muito importante para um reconhecimento imediato da área representada (KEATES, 1973).

Para a Sociedade Suíça de Cartografia as palavras presentes nos mapas ajudam na orientação do mapa. As condições que estas necessitam para serem lidas em mapas topográficos são aproximadamente as mesmas e requerem para a altura e largura relativa da letra um tamanho mínimo de 1,2 mm. A aparência geral dos caracteres é a de um véu cobrindo os outros elementos do mapa, o que pode

ser prejudicial à representação. Por isso os caracteres devem ser locados de tal maneira que a sua atribuição seja inequívoca e que deturpe o mínimo possível a representação dos outros elementos do mapa. Ainda, segundo a sociedade, quando feições lineares e de área são interrompidas, os olhos devem estar aptos para completar, de maneira lógica, a parte que falta.

Em escalas menores, a aparência dos nomes geográficos não pode ser dominante no mapa. Disto vem a necessidade da escolha apropriada do tipo da fonte. Logo em seguida, devido aos requisitos gráficos, parte dos nomes deve ser omitida. De um ponto de vista gráfico, nomes relativos a objetos pontuais podem causar distúrbios na representação. Apenas as feições lineares importantes e os objetos representados por contornos devem ter seus rótulos colocados quando a escala do mapa é pequena. Pois, com a diminuição da escala, muda-se as características de um mapa e generalizações precisam ocorrer.

Por causa da importância dos topônimos, a Organização das Nações Unidas (ONU) fundou o Grupo das Nações Unidas de Especialistas em Topônimos (UNGEGN) com um corpo permanente de especialistas para a padronização dos nomes geográficos. Porém há diversos grupos nacionais que estudam o assunto desenvolvendo suas infraestruturas de dados espaciais (IDE) com especial atenção à toponímia, como a INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) do Brasil.

Topônimos são complexas estruturas que contém informação sobre o espaço, feições, idioma, tempo e especificações para seus usuários. Por isso são pesquisados em diversas áreas do conhecimento. No caso da Cartografia há muitas inconsistências principalmente com relação a lugares que possuem diferentes nomes em diferentes línguas.

A UNGEGN define topônimos como nomes próprios aplicados a feições geográficas (KADMON, 2002). Outra definição, segundo a INSPIRE (2010), é a de que são nomes geográficos (topônimos de feições da Terra), ou seja, nomes próprios para feições do mundo real. E de acordo com a ICOS (2010) são nomes próprios de lugares habitados ou inabitados.

Em todas as definições os topônimos significam nomes próprios. Logo, isto pode ser aplicado a nomes de feições topográficas, entidades do mundo real, ou a lugares. O termo “próprio”, presente nas três definições citadas, remete à tentativa de tornar aquele elemento único visando sua identificação. Porém as diferenças que as definições trazem entre si podem gerar confusão em um processo de formalização para a criação de um modelo conceitual, que deve adotar uma padronização.

2.4.1 Rotulagens de Mapas e suas Generalizações

A posição correta dos rótulos referentes à toponímia do mapa é importante na representação para que não ocorram confusões como nomes que parecem denominar outros objetos geográficos que não são aqueles que deveriam se referenciar, o que causa uma interferência na interpretação do mapa. Portanto, os topônimos possuem um papel de grande relevância nas representações, que, dentre outros aspectos, têm sua qualidade atrelada à legibilidade e aparência dos nomes (KEATES, 1973).

Todas as feições de um mapa podem ser rotuladas, o que abrange linhas, pontos e áreas. A tomada de decisão de quais objetos que receberão denominações depende de aspectos como relevância na escala de representação e o tema do mapa. Segundo Keates (1973), para mapas coloridos deve-se evitar que um mesmo

topônimo esteja sobre feições diferentes com cores de representação diferentes, como mar e terra, por exemplo. Enquanto que nos monocromáticos, há a necessidade de se evitar que os nomes interrompam ou ocultem detalhes das feições. Quando esses cruzarem com objetos de representação linear, por exemplo, tem-se que procurar angular este cruzamento evitando-se ângulos retos e rasos.

Em cartas topográficas os fenômenos com dimensão espacial pontual são os mais numerosos. A rotulagem deve ser feita de maneira que a letra inicial seja praticamente coincidente com o símbolo pontual, e que a posição do restante do nome seja para o lado direito, um pouco abaixo ou no mesmo alinhamento do ponto, considerando escritas que se leem da esquerda para a direita. Quando, pela falta de espaço, o nome precisa ser representado à esquerda, então a letra inicial deverá ser distante o suficiente do símbolo para que haja espaço para todos os caracteres formadores das palavras. Ainda, nos casos em que não há possibilidade da rotulagem à direita ou à esquerda, deve-se dar preferência para posicionar o topônimo primeiramente acima do objeto que está se referenciando, e por último representar abaixo. Nomes inclinados com relação à linha de base de um mapa, devem ser evitados, caso não haja a possibilidade de sua representação na horizontal, uma alternativa seria representá-los de forma curva (KEATES, 1973).

Os fenômenos lineares mais comuns de se representar são rios, vales e ruas. Nestes casos, o ideal é que o nome seja alongado e que siga o alinhamento do fenômeno. Para rios e vales, que mudam de direção constantemente, regiões de extrema irregularidade devem ser evitadas para a rotulagem. Por outro lado, se há a feição se estende por uma longa distância, o topônimo pode ser repetido mais de uma vez. Ainda, sempre que possível, evitar que outras feições separem o rótulo dos símbolos. Outra situação de tomada de decisão complexa é relativa aos

alinhamentos coincidentes com a direção norte-sul, na orientação normal, pois leituras de cima para baixo e vice-versa devem ser evitadas (KEATES, 1973).

Para os objetos geográficos com dimensão de área, estes, na escala, devem fornecer espaço suficiente para a representação do seu topônimo dentro de seus limites. Caso esta situação não seja possível, o objeto será tratado como se fosse pontual ou linear. Esta relação envolve o tamanho do objeto e o comprimento de seu nome. E o ideal é que o alinhamento do topônimo seja sobre e paralelo ao maior eixo da feição (KEATES, 1973).

A relação entre a área, direção e comprimento e do nome é tal que não é possível estabelecer qualquer regra simples para o espaçamento das letras dos rótulos de quaisquer objetos. O princípio tipográfico normal deveria ser seguido tanto quanto possível, isto é, que o intervalo entre as letras não deveria exceder a largura de um número "n". Em uma situação mais complexa, isto pode não ser possível, porém as letras devem ficar facilmente percebidas de maneira a reconhecer o nome todo. Outros fatores que influem são a imagem de fundo, o número de nomes presentes e sua organização e peso relativo. Por exemplo, se um nome isolado, na horizontal, pode ser lido e visto como um nome contínuo, ainda que exista um espaçamento maior do que o necessário. Porém, se muitos nomes estão presentes, junto com uma grande quantidade de detalhes, este nome pode se tornar ilegível. Deste modo, a organização depende das necessidades do nome individual como também das outras informações cartográficas, incluindo outros topônimos de mesma classe (KEATES, 1973).

A maior dificuldade não se está em encontrar uma boa posição para um rótulo, mas sim em fazer isto para todos os rótulos ao mesmo tempo. Em regiões mais densas, uma opção pode ser espalhá-los para fora, ou seja, afastando-os dos

centros destas áreas com grande quantidade de nomes. Esta alternativa pode gerar a necessidade de que alguns nomes possuam representações curvas para que não atrapalhem nomes de outras regiões. Nomes que se cruzam ou se interceptam devem ser mais bem analisados, principalmente, quando pertencem a mesma classe (KEATES, 1973).

Além do posicionamento, outro ponto em que se deve ter consideração é relativo a altura dos textos para evitar as sobreposições no mapa. Segundo a Sociedade Suíça de Cartografia (1977), a altura mínima em que se é possível ler algo é de 1,2 mm. Já a Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento difunde que este valor mínimo seria de 1,5 mm. Taura (2007) realizou experimentos utilizando duas diferentes fontes: Arial e Times New Roman, com o intuito de se verificar se há diferença no tamanho mínimo para diferentes tipos de fontes. Em seus estudos, a autora comprovou, que para ambas as fontes, a altura mínima para a leitura foi de 1,00 mm. Este valor, convertendo-se para o sistema utilizado por impressora, equivale a 5 pontos, conforme o Quadro 5.

QUADRO 5 – VARIAÇÃO DO TAMANHO DE FONTE

Tamanho da Fonte (pontos)	Arial	Times New Roman
5	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
6	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
8	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
10	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
12	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
14	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas
16	Rua Manoel Ribas	Rua Manoel Ribas

Fonte: Taura (2007)

2.4.2 Rotulagem Automática

O mapeamento automático é uma parte importante de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Embora, com quase duas décadas de desenvolvimento, algoritmos eficientes tenham sido desenvolvidos, o conhecimento cartográfico e a experiência continuam a ser essenciais para a produção de mapas. Como apontado por Christenson, Marks e Schieber (1995), aplicações em cartografia exigem três diferentes tarefas de colocação de rótulos:

- Feições de área;
- Feições lineares; e
- Feições pontuais.

Um algoritmo eficiente deve resolver estas três tarefas de rótulo simultaneamente. Estes rótulos não devem se sobrepor, e isto se dá de maneira independente da natureza das feições que sejam rotulados, o que caracteriza o mais básico para automatizar a colocação de rótulos.

A rotulagem cartográfica deve considerar vários critérios conflitantes para este processo, tais como localização, orientação, a forma, tamanho, e tipografia para cada rótulo. Christenson, Marks e Schieber (1995) apontaram as seguintes preocupações:

- O grau em que os rótulos se sobrepõem uns com os outros e com outras feições cartográficas;
- O grau em que os rótulos são inequivocamente e claramente associados com as características que identificam;
- As preferências entre um conjunto de posições possíveis de rótulos; e
- O número de feições que não são rotuladas.

2.4.3 Quantum GIS

O Quantum GIS baseia-se na *PAL (Automated Label Placement)* para a rotulagem de feições (Dobias, 2009). É uma biblioteca desenvolvida em C++ fornecendo algoritmos meta-heurísticos eficientes para encontrar soluções para a rotulagem de feições pontuais, lineares e de área. Existe também a *JPAL*, que é desenvolvida para a plataforma *JAVA*. A *PAL* possui código aberto e mantém um sítio na internet em que os colaboradores podem contribuir com inovações no âmbito da rotulagem. Seus idealizadores são pesquisadores da *School of Business and Engineering Vaud*, que é vinculada à Universidade de Ciências Aplicadas da Suíça Ocidental.

Projetado para multicamadas e rotulagem em tempo real de mapas, a *PAL* fornece resultados satisfatórios, tanto em termos de tempo de execução e de qualidade da solução, pois, são usadas abordagens de otimização combinatória para maximizar a quantidade de rótulos apresentados. A *PAL* também é útil para rotulagem de feições de polígono, lineares, e pontuais, e inúmeras opções podem ser definidas para cada camada para personalizar o processo de rotulagem. A FIGURA 15 mostra os resultados da *PAL* para a rotulagem de feições lineares, que mostra como a *PAL* tenta maximizar o número de topônimos no mapa evitando a sobreposição, desvinculando o rótulo do centroide da feição linear.

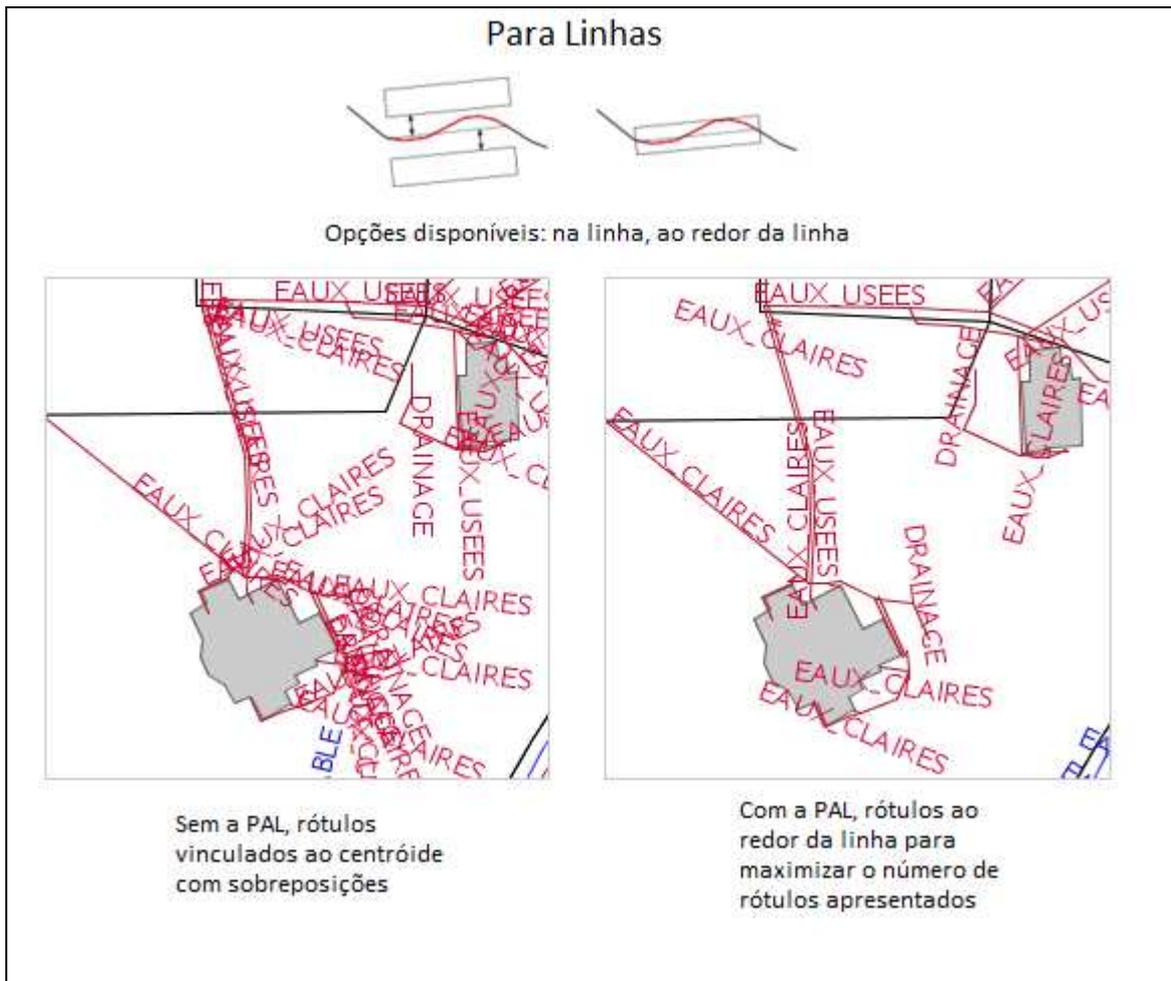


FIGURA 15 - ROTULAGEM DE FEIÇÕES LINEARES COM A PAL
 FONTE: PAL (2014)

Além do *Quantum Gis* que possui outras implementações desenvolvidas por (Dobias, 2009), a *PAL* também é parte integrante de outros projetos como o *gvSIG*.

Quando um SIG pretende usar a *PAL*, um novo projeto de SIG deve ser criado, em que, primeiramente, deve-se definir a resolução da rotulagem, que a princípio apresenta um valor padrão de 72 pontos por polegada. Então uma camada de informações deve ser inserida com atributos como:

- O nome;
- As escalas máxima e mínima em que as feições devem ser rotuladas;
- Modelo de arranjo para a rotulagem;
- Unidade do tamanho do rótulo;

- Modelo de prioridades;

Além disso, deve-se informar se as feições devem ser consideradas como obstáculos para a rotulagem, se a camada está ativa no mapa e se realmente se deseja realizar esta rotulagem. Enquanto que as feições armazenadas na camada devem ser identificadas por um valor único, ter o tamanho de seu rótulo definido e suas características geométricas como sua localização, por exemplo.

2.4.4 ArcGis

Rotular feições em um mapa é um fator chave na criação de um mapa e significa a colocação do texto perto de uma feição para fornecer informações sobre a mesma (associação gráfica). Normalmente, o rótulo é baseado em valores de atributos do objeto.

Quanto à rotulagem de objetos o ArcGIS oferece uma grande variedade de métodos para identificar características e para resolver conflitos quando os rótulos se sobrepõem. Isto inclui a capacidade para especificar quais feições devem ser marcadas (por exemplo, todas as feições identificadas por uma consulta SQL *Structured Query Language*); a expressão usada para rotular (podem ser simples ou complexas com base em *VBScript* e *JScript*); opções de posicionamento e pesos para localização; e especificações prioritárias de uma camada contra outra. Dependendo de suas necessidades, também é possível rotular uma camada com múltiplas expressões.

Objetos neste modelo fornecem a capacidade de acessar todos os parâmetros associados à rotulagem de feições. Programadores avançados também podem criar expressões para serem utilizadas no processo de rotulagem. A rotulagem é realizada por um motor de rótulos. Neste contexto, dois motores de rótulos estão

disponíveis para uso com o *ArcGIS*. O *ESRI Standard LabelEngine* é o motor de rótulos padrão, e o *MaplexLabelEngine* é um motor adicional para a colocação de rótulos cartográficos que está disponível para uso através da extensão para *ArcGIS*.

Desenho de rótulos é significativamente diferente do desenho de feições, pois se almeja evitar sobreposição de texto em mapas. Este requisito é a razão pela qual a colocação de rótulos no *ArcGIS* não é realizada não em camada por camada, e sim no mapa todo de uma vez. Isto permite que o motor considere que os rótulos de múltiplas camadas em conjunto para otimizar a colocação do texto. Com cada atualização do mapa, o motor roda para alcançar a melhor colocação para toda a extensão do mapa atual.

O processo de rotulagem é realizado com as etapas seguintes:

1. Reunir as propriedades de rotulagem das camadas do mapa;
2. Classificar as propriedades de rotulagem de acordo com a prioridade do rótulo;
3. Juntar as barreiras à colocação de etiquetas a partir do mapa;
4. Colocar os rótulos de acordo com as propriedades de cada camada e suas barreiras; e
5. Desenhar os rótulos na tela.

Um mapa contém propriedades de rotulagem e a mais significativa é o mecanismo de anotação da propriedade, que é acessível através do motor *IMap.Annotation Engine*. Esta propriedade designa o motor de rótulos que será utilizado para a rotulagem no mapa, seja a padrão ou a da extensão *Maplex*.

Cada motor tem um conjunto único de propriedades de rotulagem; por conseguinte, quando um motor é comutado em um mapa, todas as propriedades de

rotulagem do nível da camada são convertidas em propriedades do motor atual. Isto garante que todas as propriedades de rotulagem no mapa sejam do motor e não uma mistura de propriedades.

2.5 GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DE TOPÔNIMOS

Muitos dos autores da Cartografia e de outras áreas têm considerado um conjunto de problemas quando o assunto é a toponímia, que se concentram na localização e seleção do topônimo. Skupin (2000) observou que a toponímia forma uma peça-chave na generalização cartográfica. Primeiramente, porque os topônimos não preenchem grandes áreas dos mapas, aumentando, assim, a sua complexidade gráfica. E depois porque a sua localização é um problema complexo para sistemas automatizados. Doddi et al (1997) descreve uma heurística que visa solucionar este problema complexo, que consiste em encontrar um conjunto de retângulos onde os topônimos podem ser representados sem ocasionar conflitos.

Ao se falar em generalização cartográfica para a toponímia os três operadores que atuam nestas informações são: o deslocamento que desloca os topônimos na busca de uma representação sem conflitos e mantendo a associação gráfica, não só com a feição que denomina, como também com os demais objetos geográficos representados; a abreviação, que avalia o espaço disponível para a representação e, se necessário, reduz a área de ocupação do topônimo na representação - além do operador de seleção, que pode eliminar o topônimo do mapa, caso não haja outra solução durante a generalização.

Estes operadores foram automatizados nesta pesquisa através de operações de generalização, utilizando agentes, aplicados ainda no banco de dados

geográficos para depois serem representadas nos mapas com o resultado da generalização.

Há pesquisas voltadas a modelagem de bancos de dados de topônimos com uso de ontologia como nos trabalhos de Hecimovic et al (2013), que testaram métodos para tornar os topônimos livres de ambiguidades, ou seja, dando o mesmo nome a diferentes feições. Um trabalho semelhante a esta pesquisa que trata de mapeamento de sistemas viários e que estuda a representação da toponímia é o desenvolvido por Brewer et al (2013). Porém seu foco principal é a generalização das rodovias, onde estas feições lineares também podem ser eliminadas, ou seja, não há apenas a eliminação de toponímia. Além disso, os testes foram realizados considerando escalas menores para que fossem representadas grandes regiões dos Estados Unidos.

Raposo et al (2013) utilizaram a ideia de dividir os mapas em retângulos para determinar a posição dos topônimos. Seus testes tiveram como área de estudos os Montes Apalaches no Estado de Virgínia Ocidental. O pesquisador usou um mapa hipsométrico que trazia os topônimos dos principais cumes da região em diversas escalas. Então dividiu os mapas em retângulos e selecionou o morro predominante para permanecer na representação, os demais topônimos que geravam conflitos eram eliminados (FIGURA 16).

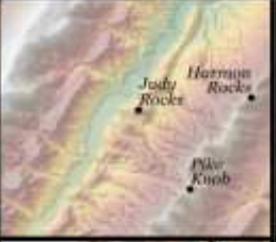
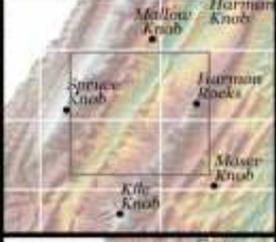
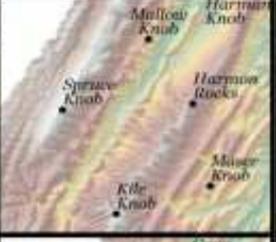
	Não generalizado	Selecionados com os retângulos aparentes	Generalizados (selecionados)
1:24.000			
1:100.000			
1:250.000			
1:500.000			
1:1.000.000			

FIGURA 16 – GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMO POR MEIO DE RETÂNGULOS
 FONTE: RAPOSO ET AL (2013).

TAURA (2007) utilizou os operadores de seleção, exagero e deslocamento, em mapas urbanos generalizados de uma fonte de 1:5.000 para uma derivada de 1:2.000. A omissão acontecia em casos de feições que foram eliminadas durante sua generalização. Além disso, os topônimos tiveram seu tamanho alterado para

que o texto tivesse um tamanho adequado à leitura (FIGURA 17), e em alguns momentos, por motivos estéticos, os topônimos foram deslocados.

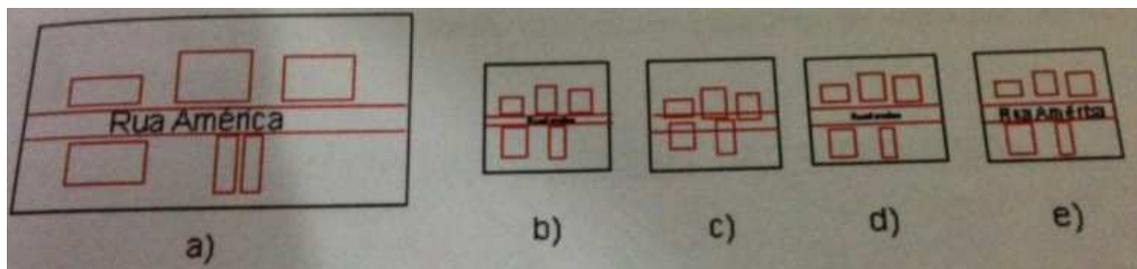


FIGURA 17 - MUDANÇA DE TAMANHO DE TOPONÍMIA
FONTE: TAURA (2007).

3. METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS

Para a realização dos testes, buscou-se bases de dados geográficos acerca de diferentes sistemas viários. Como o objetivo é trabalhar com generalização de toponímia em ambiente SIG, optou-se por padronizar os dados no formato *shapefile*. Os dados foram coletados a partir de *shapefiles* e cartas topográficas vetorizadas e armazenadas em *shapefiles*.

O programa de generalização para topônimos foi desenvolvido na Linguagem C *sharp*, no qual o modelo de generalização de objetos foi implementado por meio de sistema de multiagentes. A análise dos resultados foi realizada por meio de comparações com a generalização apresentada pelos SIG *ArcGis* e *QuantumGis*. O código fonte do programa de generalização é apresentado nos anexos.

O *ArcGis* também foi utilizado para a preparação dos dados sobre as vias bem como para a exportação de imagens, que são necessárias como base cartográfica para o programa de generalização de topônimos criado nesta tese. Além disso, com este SIG, exportou-se as tabelas de atributos dos *shapefiles* das vias na extensão dbf. Contudo, como o programa exige a entrada de dados tabulares em formato csv (separado por vírgulas), as tabelas em extensão dbf foram manipuladas pelo programa de planilha de cálculos *Microsoft Excel*.

3.2 ÁREAS DE ESTUDO E HIERARQUIAS DE SISTEMA VIÁRIO

O objetivo desta tese é a utilização de sistemas multiagentes para a generalização de topônimos para sistemas viários. Cada cidade, ou aglomerado urbano, apresenta características topográficas e antrópicas próprias desenvolvidas

de acordo com a sua superfície e história. Os seus sistemas viários foram definidos considerando as diferentes características de cada cidade. Portanto, para que esse método de generalização seja genérico, torna-se necessário que sejam utilizadas áreas de estudo distintas, com características que as diferenciem entre si. Desta maneira, a solução poderá ser considerada efetiva para qualquer sistema viário.

As áreas de estudo escolhidas foram coletadas na Região Metropolitana de Curitiba, contendo trechos do sistema viário da capital e da cidade de Araucária, pois são cidades relativamente antigas para os padrões brasileiros, e que vem crescendo demograficamente em ritmo acelerado em função de investimentos industriais e pela grande oferta de oportunidades de emprego. Isto proporciona áreas com ruas estreitas e de pavimentos como paralelepípedos nas regiões antigas e também grandes avenidas necessárias para um escoamento mais rápido do tráfego que também vem aumentando em função do aumento populacional.

Porém, os aspectos de relevo também influenciam na formação dos sistemas viários. Logo, é interessante a aplicação do método em regiões de relevos díspares. Logo, neste trabalho, optou-se por coletar amostras de trechos do sistema viário da Ilha de Santa Catarina na cidade de Florianópolis, que apresenta alta declividade e ruas mais curvas, ao contrário do que acontece na região de Curitiba, que é mais plana.

Segundo o Código Brasileiro de Trânsito, o Sistema Viário se classifica as vias de livre acesso à circulação, de acordo com sua utilização, em:

1. Vias urbanas:

- Vias de trânsito rápido;
- Via arterial;
- Via coletora;

- Via local;

2. Vias rurais:

- Rodovias
- Estradas

Cada cidade possui seu sistema viário, que não necessita contemplar todas as classes de vias, porém todas as suas ruas devem pertencer a uma destas classes. Porém, os municípios podem criar outras classes, que são descritas em seus planos diretores. O município de Araucária apresenta as seguintes classificações em sua lei de 2.161/2010 que dispõe sobre seu sistema viário:

- Vias de penetração: rodovias federais e estaduais que cortam o município, de responsabilidade do DNIT e do DER, cuja função é conduzir de forma expressa, o tráfego regional;
- Vias marginais: acompanham as rodovias e ferrovias no trecho urbano de Araucária, com a função de facilitar o acesso às atividades lindeiras, podendo estar localizadas dentro das faixas de domínio;
- Vias arteriais: são vias urbanas, com a função de conduzir o tráfego e de serem os principais eixos de ligação entre as diversas regiões de área urbana do município de Araucária;
- Vias coletoras: são vias urbanas que têm como função estruturar o tráfego local e servir de ligação às vias arteriais;
- Vias locais: são as vias responsáveis, prioritariamente, pelo acesso às atividades urbanas lindeiras e pela condução de veículos em pequenos percursos;

- Via perimetral: é a via que contorna a área urbana, atuando como limítrofe das áreas urbanizadas e de áreas que apresentam riscos de inundação e restrições ambientais.

As demais classes – ciclovias, ciclovias compartilhadas, e vias rurais – não serão abordadas nas representações.

Em Curitiba, o Decreto 188 da Lei 9.800/00 classifica as vias em:

- Vias de Ligação Prioritária 1 e 2: caracterizam-se como grandes corredores com grande volume de tráfego, estabelecendo ligações entre os Setores Especiais Estruturais e vias importantes do sistema viário principal, onde os parâmetros de uso e ocupação do solo devem proporcionar a fluidez do tráfego;
- Vias Setoriais: são eixos de ligação entre regiões, municípios vizinhos, área central e áreas periféricas, possuindo forte integração e articulação com o sistema viário principal;
- Vias Coletoras 1: caracterizam-se por vias de média extensão e integradas ao sistema viário principal, que já concentram o tráfego local e o comércio e serviço de médio porte de atendimento à região;
- Vias Coletoras 2: caracterizam-se por vias de pequena extensão no interior dos bairros, podendo ou não ter ligação com o sistema viário principal, onde situam-se atividades de pequeno e médio porte para atendimento ao bairro;
- Vias Coletoras 3: são vias de pequena e média extensão, que estruturam as áreas de habitação de interesse social, onde deve se

concentrar os usos voltados ao interesse da região, propiciando a geração de emprego e renda.

- Sistema Viário Trinário: composto por uma Via Central e duas vias externas (Vias Estruturais), sendo a via central aquela que contém a canaleta para o transporte de massa e as pistas lentas para atendimento às atividades lindeiras, e as vias externas, as ruas paralelas com sentido único de tráfego destinado ao fluxo contínuo de veículos.
- Rodovias: rodovias federais e estaduais que cortam o município, de responsabilidade do DNIT e do DER, cuja a função é conduzir de forma expressa, o tráfego regional;

O plano diretor de Florianópolis (Lei Complementar 482/14) classifica o sistema viário do município em:

- Vias de Trânsito Rápido: aquelas constituídas pelas rodovias, que têm a função de interligar municípios, distritos ou centros urbanos, estruturando seus respectivos sistemas viários;
- Vias arteriais: aqueles que interligam setores inteiros do município, que têm a função de conciliar o tráfego de passagem com o tráfego local e propiciar facilidades ao transporte coletivo;
- Vias coletoras e subcoletoras: aquelas que têm função de interligar pelo menos dois bairros da cidade coletando o tráfego de vias locais;
- Vias Locais: aquelas que têm a função de coletar o tráfego do interior dos bairros e encaminhá-los às vias coletoras.

Ainda há outras classes no sistema viário de Florianópolis, que não serão contemplados nos testes como: vias preferenciais de pedestres, vias paisagísticas/panorâmicas, ciclovias, ciclofaixas, faixa compartilhada, exclusiva de pedestres, passeio compartilhado, caminho terrestre, trilha e rota náutica.

Como visto, as classificações dos sistemas viários das cidades, são regidas por leis específicas ou complementares dentro de seus planos diretores, em que cada prefeitura define classes iguais ou muito semelhantes com nomenclaturas diferentes. Por isso, neste momento ocorre a primeira generalização de modelo considerando as três áreas de estudo, que resulta nas seguintes classes, que nortearão o tratamento dos dados para a posterior representação:

- Rodovias: rodovias federais e estaduais, vias de trânsito rápido e vias de penetração;
- Vias estruturais: estruturais e coletoras prioritárias 1
- Vias arteriais: vias arteriais, estruturais, central, coletoras prioritárias 2 e setoriais;
- Vias coletoras: Vias coletoras 1 e 2, coletoras e subcoletoras;
- Vias locais: vias locais e coletoras 3.

Esta classificação não considera a largura das vias, pois este aspecto entrará como restrição no programa de generalização de topônimos. Isto se justifica, porque as ruas de mesma classe não possuem sempre a mesma caixa, sendo classificadas apenas pelo seu uso relacionado à mobilidade urbana. Porém a classificação é baseada no que propõe o Código Brasileiro de Trânsito, com uma alteração na classe via de trânsito rápido, que foi dividida em rodovias e vias estruturais.

3.3 MÉTODOS

O sistema multiagente desta pesquisa se fundamenta em 6 aspectos apresentados em seu metamodelo (FIGURA 18). O primeiro dele é constituído pelos próprios agentes, que neste caso são representados pelos topônimos do sistema viário, que interagem através de seus atuadores e sensores dentro do ambiente da tabela de atributos. A tarefa deste sistema é que estes agentes topônimos possuam representação satisfatória, portanto o objetivo é a generalização cartográfica, que foi implementada por meio da linguagem de programação *C sharp*. Neste sistema ocorre uma generalização de dados, e não gráfica, e se dá dentro de uma tabela de atributos (ambiente), que agrupa todas as características dos topônimos e armazena as suas transformações. A armazenagem das informações dos nomes é feita através dos sensores do sistema, que avaliam os espaços vazios e as sobreposições. Estes valores armazenados são modificados após os procedimentos realizados pelos atuadores, ou efetores, representados pelos algoritmos que possuem as funções dos operadores de generalização implementados no sistema.

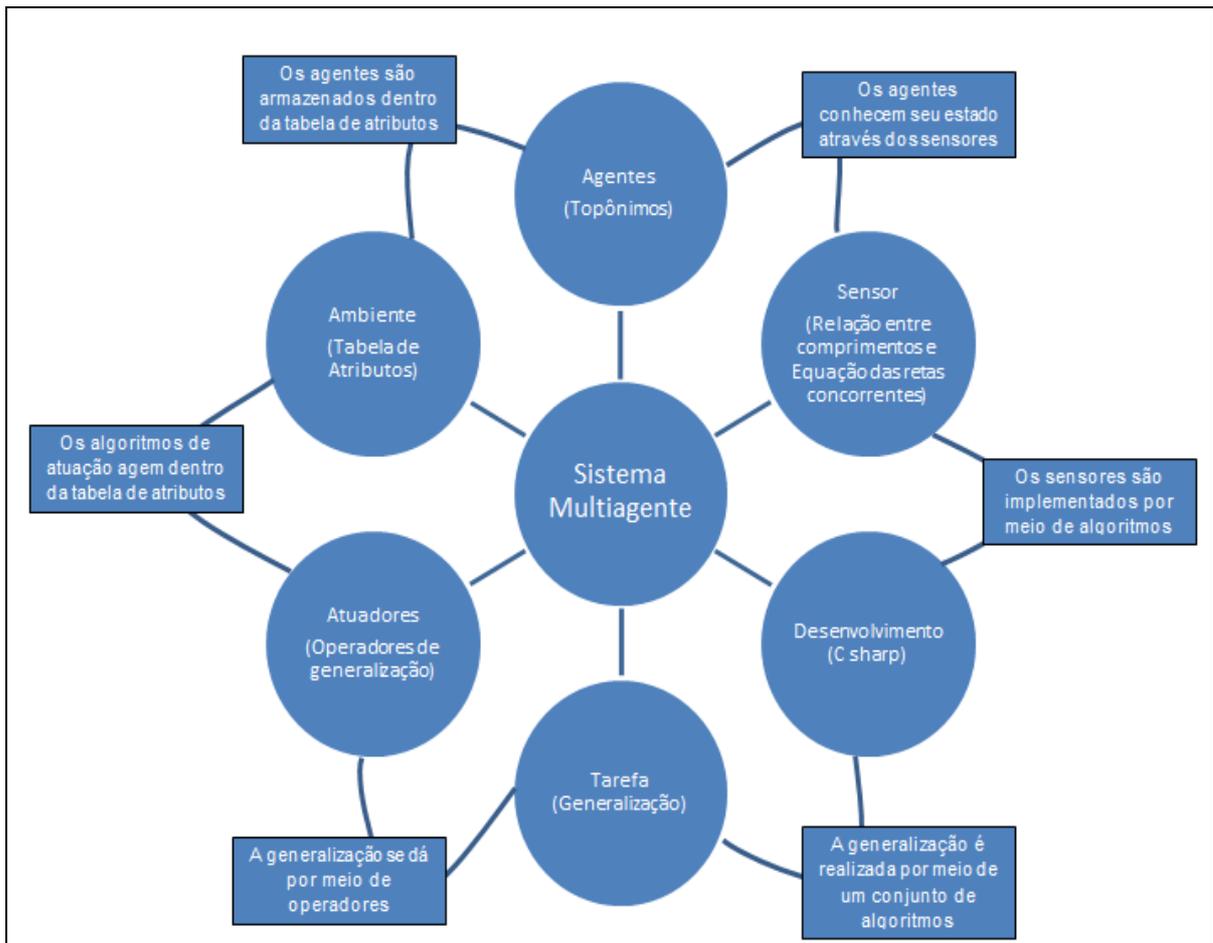


FIGURA 18 – METAMODELO DO SISTEMA MULTIAGENTE
 FONTE: O AUTOR (2014)

A FIGURA 19 apresenta um algoritmo simplificado de todo o código fonte do programa mostrando as principais etapas do procedimento, que são a primeira e avaliação cartométrica, em que há o cálculo da quantidade de representações possíveis em um trecho. Então vem a segunda avaliação, em que são calculadas as restrições e depois são realizadas as transformações para atendê-las.

SÍNTESE DO CÓDIGO FONTE

```
//  
//algoritmo principal//  
//  
Carrega os toponimos do arquivo;  
Para cada toponimo faça:  
  Classifica, calcula direção e comprimento do trecho;  
  Calcula o tamanho do nome do toponimo na imagem;  
Para cada toponimo faça:  
  Verifica se precisa abreviar;  
  Verifica interseção entre toponimos;  
Para cada toponimo faça:  
  Rotaciona o plano;  
  Calcula posição do toponimo apos rotacionar o plano;  
  Escreve o nome do toponimo na imagem;  
//  
  
//algoritmo que verifica a intersecao  
//  
Ordena os toponimos de acordo com a classificacao;  
Para cada toponimo faça:  
  se o toponimo atual é da mesma classificacao anterior  
  então considera que o atual tem no minimo a mesma solucao do anterior;  
  se tem algum toponimo cruzando o toponimo atual  
  então aplica regra de deslocamento;  
  retorna lista de toponimos reorganizados;  
  
//algoritmo com regra do deslocamento  
//  
Se existe intersecao  
  então desloca toponimo;  
Se ainda existe intersecao  
  então abrevia o nome;  
Se ainda existe intersecao  
  então desloca toponimo novamente;  
Se ainda existe intersecao  
  então abrevia o nome novamente;  
Se ainda existe intersecao  
  então desloca toponimo novamente;  
Se ainda existe intersecao  
  então exclui toponimo;
```

FIGURA 19 – SIMPLIFICAÇÃO DO CÓDIGO FONTE DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS FONTE: O AUTOR (2014)

A FIGURA 20 ilustra todo o procedimento realizado nesta tese dividido em todas as suas grandes partes, descritas na sequência desta seção. A primeira etapa contempla o tratamento dos dados, em que se define o tamanho e o estilo das fontes que serão utilizadas para a rotulagem das feições. Os tamanhos das fontes variam de acordo com a hierarquia do sistema viário. Esta também influencia na definição dos critérios, que serão atributos dos agentes, que são levados em conta pelo sistema na hora de se realizar as tomadas de decisão. Outras características que os agentes topônimos devem possuir são com relação às suas propriedades geométricas como posição, direção e dimensão. Por fim, os dados precisam ser convertidos para o formato que o sistema de multiagentes aceita. A segunda etapa trata das restrições de representação envolvendo o comprimento e o topônimo de cada trecho de via. Esta é a fase em que os primeiros algoritmos são escolhidos para serem opções de atuadores dos agentes. Na terceira etapa, denominada de

primeira avaliação cartométrica, estes algoritmos são aplicados e como resultado geram novos dados que compõe uma nova tabela. Estes novos dados passam por uma nova avaliação cartométrica, em que novos algoritmos atuam e conforme obtenham sucesso, são usados com maior frequência na busca dos objetivos dos agentes caracterizando a aprendizagem do sistema. Por fim, apresenta-se o resultado final da generalização baseada nas soluções que os agentes encontraram.

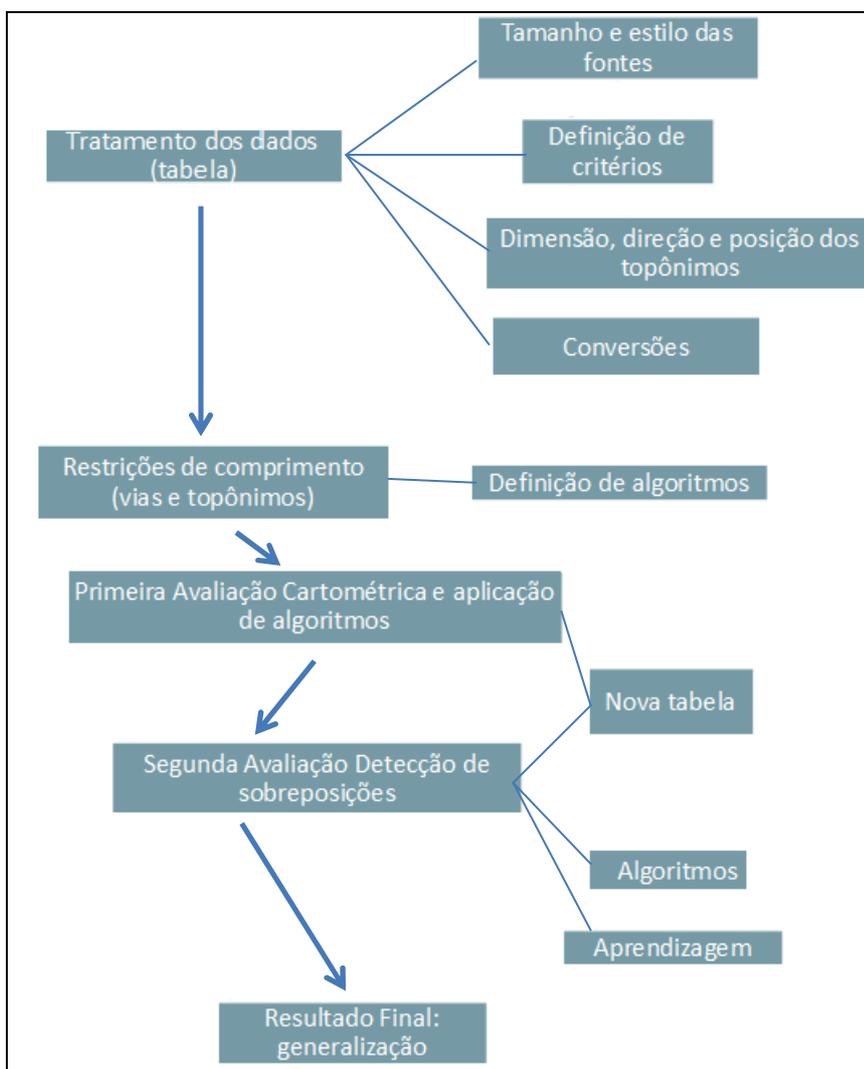


FIGURA 20 – FLUXOGRAMA DE METODOLOGIA
 FONTE: O AUTOR (2014)

3.3.1 Tratamento dos dados

Os dados foram obtidos por meio de *shapefiles*, para os casos de Araucária e Curitiba, e carta topográfica, para a cidade de Florianópolis. Este último foi rasterizado e depois vetorizado os eixos das vias existentes compondo um *shapefile*. Enquanto que para os que já possuíam os arquivos nos formatos necessários, foram apenas acrescentados, a cada trecho de eixo de via, os atributos necessários para transformá-los em agentes, em que se pode citar o nome da via e suas abreviações, que formam o conjunto de atributos que serão representados nas representações generalizadas por meio de topônimos.

O estilo de fonte destes topônimos escolhido para os testes com o programa de generalização de topônimos foi o Arial devido ao seu uso comum e, portanto, de fácil leitura para a população do Ocidente. Esta fonte também foi usada nos testes realizados por Taura (2007), que determinou o seu tamanho mínimo perceptível e identificável a olho nu. Nesta tese trabalha-se apenas com toponímia para sistemas viários, portanto não há a necessidade da utilização de outros estilos de fonte, pois outros tipos de feições não serão representados, e, portanto, sem a necessidade de outros rótulos. A definição do tamanho das fontes, para a rotulagem das feições geográficas de um mapa é uma importante etapa da linguagem cartográfica, pois dentro de uma classe existem as subclasses, com uma hierarquia, que deve ser evidenciada na representação. Nesta pesquisa, as vias foram classificadas em ordem decrescente de hierarquia em: rodovias, estruturais, arteriais, coletoras e locais. O tamanho mínimo para a fonte no estilo Arial definido por Taura (2007) é de 1 mm, o que no sistema de pontos equivale a fonte de tamanho 5. Este tamanho de fonte foi utilizado para os topônimos das vias locais, que é o nível mais baixo da hierarquia do sistema viário, conforme o Quadro 6 ilustra, as demais classes tiveram

sua fonte incrementada em 1 ponto a cada aumento de nível hierárquico. Esta estratégia foi adotada nesta tese, considerando que vias com mesma classificação apresentam larguras distintas, o que impediria a determinação das fontes com base no critério de largura das vias. Assim, a classificação das vias foi utilizada como critério para definição do tamanho das fontes.

QUADRO 6 – TAMANHO DAS FONTES NA HIERARQUIA DO SISTEMA VIÁRIO

CLASSE	TAMANHO DE FONTE
Rodovias	9
Estruturais	8
Arteriais	7
Coletoras	6
Locais	5

Fonte: O Autor (2014)

Os testes de representação de topônimos começaram com a escala 1:500, e, em sequência, foram testadas as outras escalas do mapeamento cadastral na ordem 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000. A partir da escala 1:10.000 começou a ocorrer sobreposição dos topônimos com as quadras, e por isso, as fontes tiveram de ser reduzidas, conforme mostra a FIGURA 21 em que no primeiro momento (FIGURA 21(a)) apresenta as sobreposições, e depois (FIGURA 21(b)) está a representação com a diminuição da fonte para a redução do número de conflito, em que as fontes de cada classe de rua foram decrementadas duas vezes para que ocorresse uma representação sem sobreposições. Porém com isso as vias locais e coletoras ficariam com fonte 3 e 4 pontos, respectivamente. E, portanto, tiveram seus topônimos eliminados por essas fontes serem menores do que o tamanho mínimo que se pode diferenciar segundo TAURA (2007). Logo, as vias arteriais,

cada trecho reto, ou seja, uma via com mais de um trecho reto terá mais topônimos criados.

Cada topônimo foi considerado como uma feição geográfica existente na superfície topográfica e como um agente inteligente que verifica sua situação na representação e toma decisões para melhorá-la caso seja necessário. Logo, se os topônimos foram considerados objetos, estes devem ter atributos, ou seja, características que os diferenciem entre si, para que possam passar por uma generalização de modelo. Os agentes foram modelados considerando os atributos mostrados nas FIGURA 22 e 23, que estão reunidos nos Quadros 7 e 8. Neste quadro são apresentadas das feições espaciais que foram modeladas e que receberão os agentes.

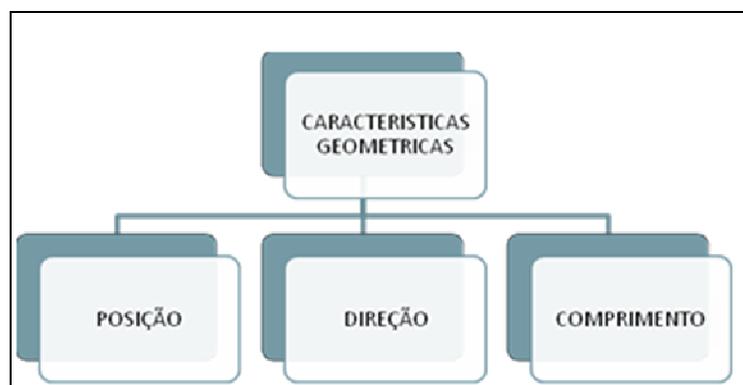


FIGURA 22 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AGENTES TOPÔNIMOS
FONTE: O AUTOR (2014)

Na FIGURA 22 é apresentado um esquema com as características geométricas dos agentes. A posição dos agentes é representada pelos campos *X centro*, *Y centro*, *X início*, *Y início*, *X fim* e *Y fim* que apresentam respectivamente as coordenadas em UTM SAD-69 (MC=-51°) do centroide, do ponto inicial e do ponto final do trecho. E o campo *Direção*, que é um valor angular em radianos que

descreve o azimute de quadrícula do trecho. Por fim, o campo *Comprimento* descreve o quão longo é o trecho reto da via.

Porém os agentes topônimos também necessitam de atributos que descrevam a sua hierarquia e as transformações pelas quais ele pode passar para encontrar a melhor solução para um conflito, apresentados na FIGURA 23. As abreviações que podem ocorrer com os topônimos são descritas pelos campos *Abrevia 1 e 2*, que mostram, respectivamente, a primeira abreviação do topônimo e a segunda, caso haja a possibilidade, pois topônimos de nomes curtos como “Avenida Independência”, por exemplo, só podem ser abreviados uma vez, gerando a abreviação “Av. Independência”.



FIGURA 23 – CRITÉRIOS DOS AGENTES TOPÔNIMOS
FONTE: O AUTOR (2014)

Quando se cria um *shapefile* em um SIG, automaticamente a sua tabela de atributos já é criada com a coluna de ID. Sendo que cada ID é relativo à criação do trecho de rua no SIG. O campo *Classificação* refere-se à hierarquia do sistema viário generalizado nesta pesquisa, baseado no Código Brasileiro de Trânsito e nos planos diretores das cidades em que se localizam as amostras, que, em ordem decrescente, pode assumir os seguintes valores: Rodovia, Estrutural, Arterial, Coletora e Local.

QUADRO 7 – ATRIBUTOS INICIAIS DOS TOPÔNIMOS AGENTES

Atributo	Descrição
ID	Campo numérico inteiro que mostra a ordem de criação de cada trecho, que receberá um topônimo (agente)
Classificação	Hierarquia do Sistema Viário
Nome	Denominação completa da rua à qual o trecho pertence.
Num. Letras	Quantidade de caracteres que formam a denominação completa da rua.
X centro	Coordenada X do ponto do meio do eixo da via.
Y centro	Coordenada Y do ponto do meio do eixo da via.
Direção	Azimute de quadrícula do trecho.
X início	Coordenada X do início do eixo da via.
Y início	Coordenada Y do início do eixo da via.
X fim	Coordenada X do final do eixo da via.
Y fim	Coordenada Y do final do eixo da via.
Abrevia 1	Primeira abreviação da denominação da rua à qual o trecho pertence.
Abrevia 2	Segunda abreviação da denominação da rua à qual o trecho pertence.
Num abr 1	Quantidade de caracteres que formam a primeira abreviação.
Num abr 2	Quantidade de caracteres que formam a segunda abreviação.
Comprimento	Extensão do trecho de via.

FONTE: O AUTOR (2014)

QUADRO 8 – Demais Atributos dos Topônimos Agentes após a Avaliação Cartométrica

Atributo	Descrição	Restrição
VC	Valor corrente de sobreposição.	<ul style="list-style-type: none"> • se o topônimo não tiver qualquer tipo de sobreposição, seu valor será 0; • se o topônimo estiver além do trecho, terá o valor 1; • se o topônimo estiver se sobrepondo a um nome de hierarquia maior, terá o valor 2; • sobreposição sobre topônimo de mesma hierarquia 3; • sobreposição sobre topônimo de hierarquia inferior 4.
VO	Situação ideal de representação.	
Satisfação	Descreve o quanto o topônimo foi generalizado.	<ul style="list-style-type: none"> • 6 se não precisou de modificação; • 5 se foi necessário efetuar o deslocamento • 4 se foi necessário abreviar ou corrigir os demais • 3 se precisou abreviar e deslocar • 2 se precisou abreviar novamente; • 1 se precisou abreviar novamente e deslocar; • 0 se precisou ser eliminado.
Importância	Armazena a importância do topônimo segundo a sua hierarquia.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 para vias locais; • 2 para vias arteriais; • 3 para vias estruturais; e • 4 para rodovias.
Prioridade	Determina qual o agente é o prioritário para chegar a seu objetivo. Quanto maior o valor de prioridade, mais prioritário é o topônimo.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 para vias locais Filho; • 2 para vias coletoras Filho • 3 para vias artérias Filho • 4 para vias estruturais Filho • 5 para rodovias Filho; • 6 para vias locais Pai; • 7 para vias coletoras Pai; • 8 para vias arteriais Pai; • 9 para vias estruturais Pai; • 10 para rodovias Pai.
Algoritmo	Armazena qual o operador de generalização que solucionou o conflito do agente.	<ul style="list-style-type: none"> • 0 quando não houve generalização; • 1 quando houve deslocamento; • 2 quando houve a primeira abreviação; • 3 quando houve a primeira abreviação e deslocamento; • 4 quando houve a segunda abreviação; • 5 quando houve a segunda abreviação e deslocamento; e • 6 quando houve a eliminação do topônimo.

Pai filho	Pai é o agente topônimo original. Filho é o agente multiplicado por haver espaço para mais símbolos.	
-----------	--	--

FONTE: O AUTOR (2014)

Os campos *VC* e *VO*, que constam no Quadro 8, são deixados em branco durante a criação dos Agentes Topônimos, e são preenchidos somente após a primeira avaliação cartométrica.

A avaliação cartométrica que preenche estes atributos dos agentes topônimos foi baseada em dois procedimentos. O primeiro para verificar se o topônimo está representado fora do segmento do seu trecho originário. Este procedimento foi realizado por meio de verificação das coordenadas iniciais e finais do topônimo e do trecho que denomina; caso as coordenadas finais do topônimo forem maiores que as finais do trecho, há sobreposição com uma quadra. O mesmo ocorre com os topônimos cujas coordenadas iniciais são menores que as coordenadas iniciais do trecho.

Por equações da geometria analítica, foi avaliado se os topônimos se cruzam em algum momento com a aplicação dos sistemas lineares para resolução de equações de retas concorrentes (Equação 1). Quando foi constatada a concorrência entre essas retas (topônimos), foram analisadas as suas relações hierárquicas, lembrando que duas retas só serão concorrentes se, e somente se, possuírem um ponto em comum (FIGURA 24), que é o ponto onde ocorre a interseção.

$$\begin{aligned} a_t x + b_t y + c_t &= 0 \\ a_u x + b_u y + c_u &= 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Equação 1 – Equação das Retas

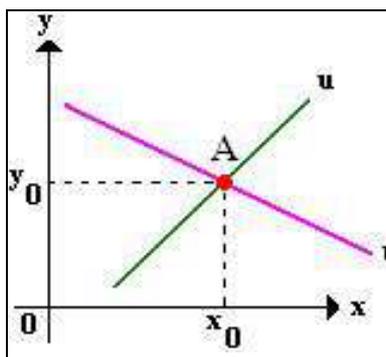


FIGURA 24 – RETAS CONCORRENTES
 FONTE: O AUTOR (2014)

O sistema formado com as equações gerais das retas tem como solução o par ordenado (x_0, y_0) , que representa o ponto de interseção. Para que as duas retas sejam concorrentes, a solução do sistema formado por elas deve ser possível e determinado, ou seja, seu determinante deverá ser diferente de zero, como mostra a Equação 2.

$$\begin{vmatrix} a_t & b_t \\ a_u & b_u \end{vmatrix} \neq 0 \quad (2)$$

Cada topônimo, ao ser criado a partir do trecho de uma via, é considerado um topônimo *Pai*, portanto toda a rua tem no mínimo um nome de lugar. Porém, há ruas de grandes extensões que comportam mais representações da sua toponímia. Então, o sistema deve fazer a verificação se há espaço suficiente para novas representações do topônimo, e este, então, será multiplicado, gerando os topônimos filhos, que obedecem às mesmas regras de generalização.

Os topônimos filhos foram representados após um afastamento determinado pela seguinte função: $(1,5 \times \text{comprimento do nome na representação})$, para que,

posteriormente, se pudesse deslocar os topônimos para ambos os sentidos de sua direção com todos os seus caracteres sem que encostassem em algum outro topônimo da mesma via.

Todos os campos listados até o momento fazem parte da tabela de atributos dos Agentes Topônimos, que é armazenada no formato .dbf. Porém, a entrada de dados tabulares na metodologia desenvolvida nesta pesquisa deve ser realizada no formato .csv (separado por vírgulas). A conversão entre estes formatos é feita por meio do programa *Microsoft Excel*.

3.3.2 Restrições

O agente de topônimo deve estar relacionado ao menos a um objeto geográfico comum (linha dos eixos das ruas do sistema viário), para que seja armazenado corretamente na tabela de atributos. Por isso, o centroide do topônimo foi o mesmo do centroide do trecho ao qual está relacionado. Com a definição das posições iniciais dos agentes, estes realizam a avaliação cartométrica, que apontou as restrições existentes. A partir de então, o agente passou a tentar determinar a sua nova posição nas novas escalas, por meio de funções de deslocamento que mantivessem a sua associação gráfica.

A primeira restrição diz respeito à relação entre os comprimentos dos agentes topônimos e dos trechos retos das vias. Para uma representação adequada, o topônimo deve ser menor, ou no máximo, do mesmo tamanho do trecho reto que denomina, na escala de representação. Caso isso não ocorra (FIGURA 25), a alternativa é que o agente se abrevie uma (FIGURA 26a), ou duas vezes (FIGURA 26b), caso seja possível. E, em casos extremos, a solução para o conflito de representação será a eliminação do topônimo (FIGURA 27). Estas situações são

comuns em vias locais e coletoras por suas extensões, geralmente, menores em comparação as outras vias, bem como em vias sinuosas independente de sua classificação.

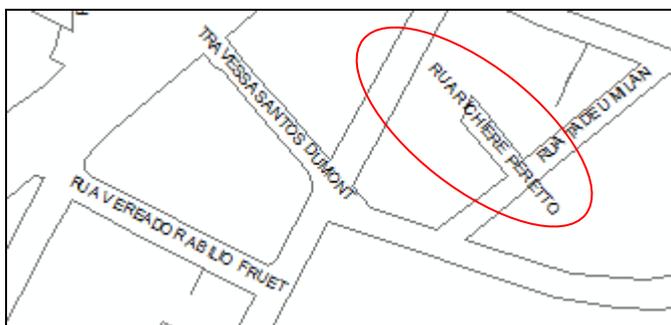


FIGURA 25 – TOPÔNIMOS MAIORES QUE OS TRECHOS DAS VIAS
FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 26 - (A) TOPÔNIMOS CONFLITUOSOS ABREVIADOS UMA VEZ; (B) TOPÔNIMOS CONFLITUOSOS ABREVIADOS DUAS VEZES
FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 27 - TOPÔNIMO CONFLITUOSO ELIMINADO
FONTE: O AUTOR (2014)

Por outro lado, há trechos retos com extensões muito maiores, em escala, do que o rótulo representante do topônimo, como no caso das rodovias. Isto permite

uma múltipla representação dos nomes. Estes serão repetidos em intervalos iguais a uma vez e meia do comprimento do topônimo (1,5 x comprimento do topônimo). O intervalo entre as repetições se faz importante porque é preciso permitir que os topônimos se desloquem para solucionar futuras sobreposições (FIGURA 28).



FIGURA 28 – TRECHOS QUE SUPORTAM MAIS DE UM AGENTE TOPÔNIMO
FONTE: O AUTOR (2014)

Portanto, a primeira avaliação cartométrica, esquematizada na FIGURA 29, detecta regiões conflituosas e espaços vazios por meio da análise de cada trecho separadamente. Nos trechos menores que os topônimos, estes devem ser abreviados. Caso o agente topônimo não alcance seu objetivo, o mesmo deve ser abreviado novamente se possível, pois o mesmo não pode se descaracterizar completamente, e alguns nomes não possuem abreviações oficiais. Por fim, se nenhum destes procedimentos atingir o resultado desejado, o topônimo deve ser eliminado até que se encontre a solução para este conflito. Já nos trechos maiores, o nome é constantemente repetido e não pode ultrapassar os extremos dos trechos retos das vias, que é a restrição para a continuidade da repetição.

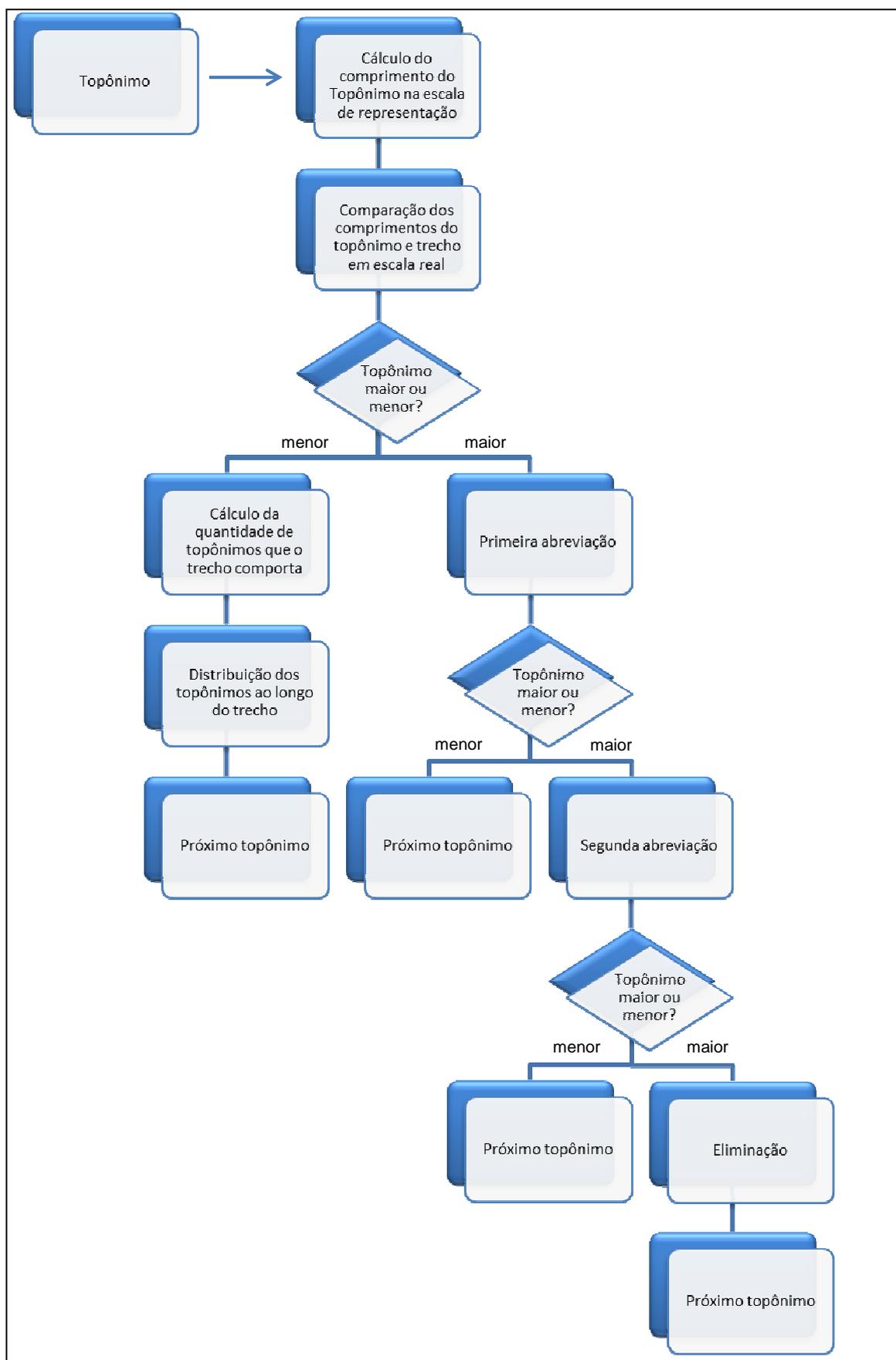


FIGURA 29 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA
 FONTE: O AUTOR (2014)

A segunda avaliação cartométrica considera todos os topônimos de todos os trechos retos de vias, originais (pai), ou repetidos (filhos). Nesta etapa, os problemas encontrados são exclusivamente de sobreposição entre os topônimos.

Os primeiros agentes a procurar soluções são os do maior nível hierárquico, ou seja, os topônimos de rodovia. O programa reúne estes topônimos e os agrupa conforme os seus atributos. Logo, topônimos de mesma classe e atributos iguais pertencem a uma mesma subclasse. Todos os trechos desta subclasse são analisados e determina-se como o prioritário o que possui o maior valor da razão entre o comprimento do trecho reto em escala e o topônimo.

Este agente procura a solução para si, e, assim, que a encontra, replica a todos os demais. Então se um determinado operador foi útil e atingiu uma solução satisfatória para seu conflito, este deverá ser adequado para resolver o conflito dos outros agentes topônimos semelhantes, que caracteriza o conhecimento adquirido pelo sistema de multiagentes.

Após esta etapa de disseminação da solução, é realizada uma análise que aponta se esta foi suficiente para resolver todos os conflitos. Em caso positivo, parte-se para um outro grupo de agentes. Em caso negativo tenta-se novos operadores de generalização, que assim que resolvam um conflito, são replicados para os outros agentes que ainda não possuem representação satisfatória. Na FIGURA 30 apresenta-se como se dá a aprendizagem dos agentes topônimos. Estes que possuem a mesma classificação e o mesmo VC são agrupados. Aqueles com VC igual a zero já estão satisfeitos e não passam por generalização. Porém os demais começam com suas tentativas de solução, que assim que encontradas são replicadas aos demais agentes, caracterizando a aprendizagem do sistema multiagentes. Portanto, enquanto a solução para todos os agentes não é

encontrada, o ciclo, apresentado na FIGURA 31, continua. Quando os agentes são agrupados, o sistema calcula as suas razões entre os cumprimentos. Estes valores são ordenados de maneira decrescente e, então, parte-se para a busca da solução do agente de maior razão. Esta solução é armazenada na tabela de atributos. Logo, o sistema entende que o operador de generalização proposto por esta solução obteve êxito e o aplica para os demais agentes do grupo. Estes são reavaliados e os que não possuem os seus objetivos atingidos são reagrupados e repete-se o ciclo.

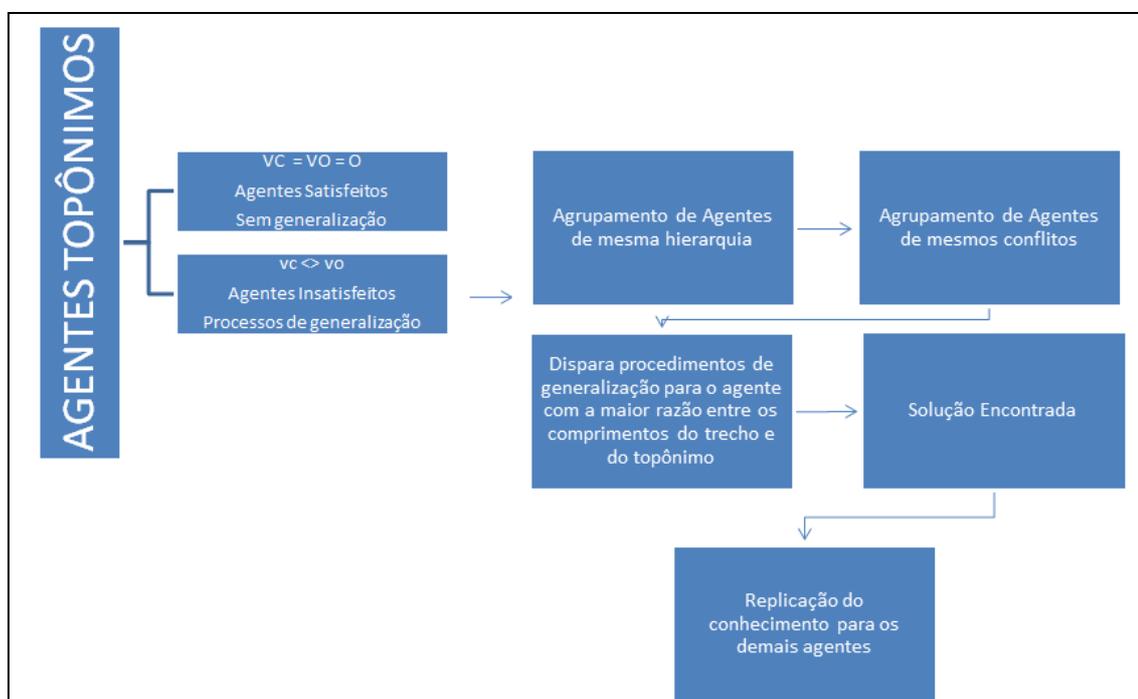


FIGURA 30 – APRENDIZAGEM DOS AGENTES TOPÔNIMOS
 FONTE: O AUTOR (2014)

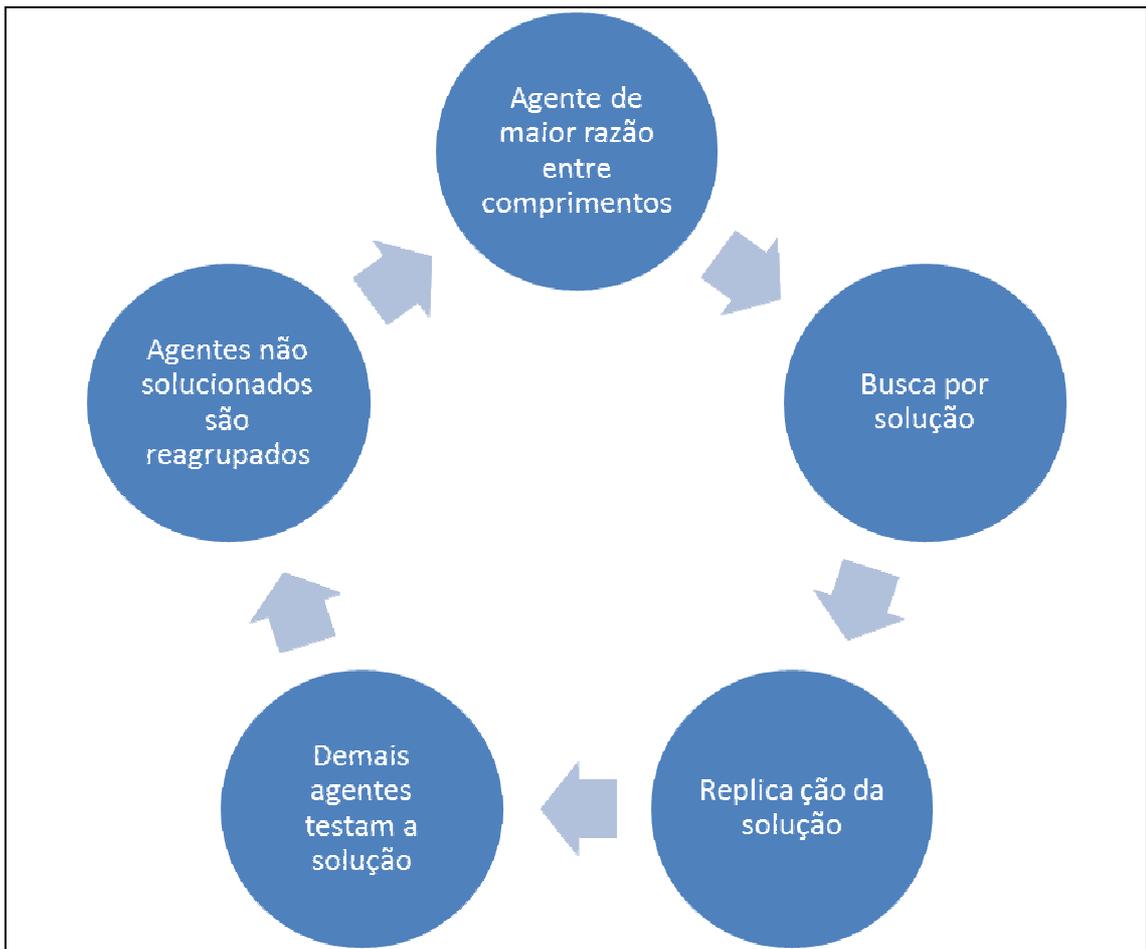


FIGURA 31 – CICLO DE BUSCA DE OBJETIVOS ENTRE OS AGENTES TOPÔNIMOS
 FONTE: O AUTOR (2014)

As etapas das soluções são apresentadas na FIGURA 32, sendo que a assim que a solução é encontrada o fluxo é interrompido e a solução replicada, caso contrário, o fluxo chega ao seu fim com a eliminação do agente. Porém a solução de eliminação não é replicada, para dar a cada agente a oportunidade de se solucionar. No caso de impossibilidade de abreviação pela segunda vez de ambos os topônimos envolvidos, este ciclo salta direto para a eliminação.

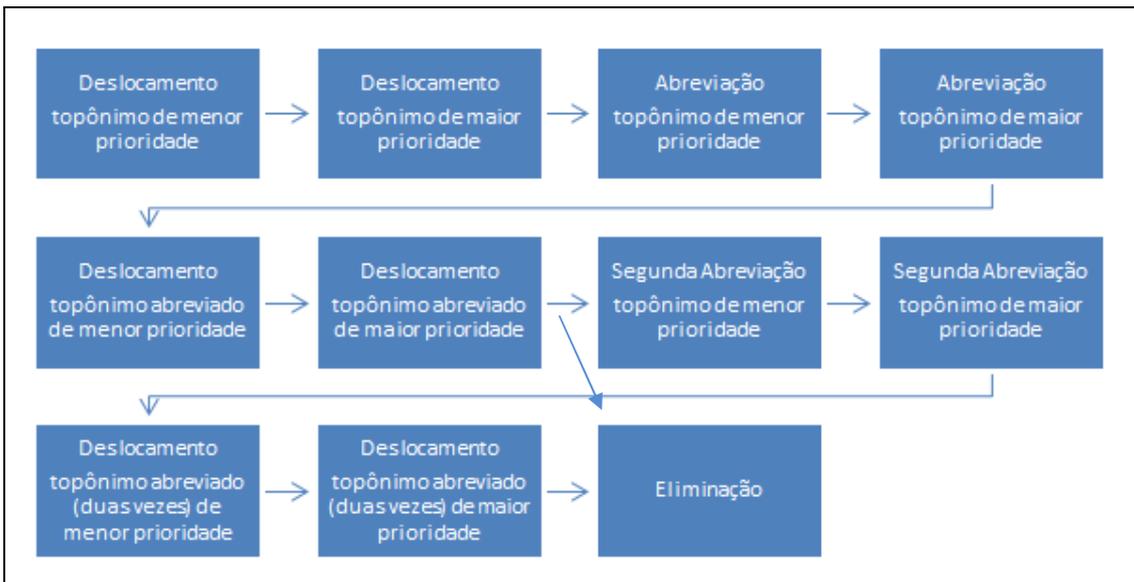


FIGURA 32 – ORDENAMENTO DE TENTATIVA DE APLICAÇÃO DE OPERADOR DE GENERALIZAÇÃO PARA A SOLUÇÃO DE UM CONFLITO
 FONTE: O AUTOR (2014)

O ordenamento das subclasses dos agentes topônimos para a busca por uma solução é feito de acordo com os seguintes critérios em sequência:

1. Nível hierárquico mais alto, ou seja, maior valor do atributo *Importância*;
2. Maior valor do Atributo *Prioridade*;
3. Menor valor do Atributo *VC*.

Após a compilação da generalização de modelo pelo sistema multiagentes, o programa exporta uma nova tabela de atributos, em que estão registradas todas as informações sobre as transformações pelas quais os agentes topônimos passaram e seu nível de satisfação. Também é exportada uma imagem com todos os topônimos generalizados representados mostrando o resultado da generalização. Neste experimento a imagem não sofre generalização devido às reduções de escala, pois até a escala de 1:12500, durante a avaliação cartométrica, não foram detectados conflitos de representação.

A origem desta imagem é uma exportação georreferenciada da representação do sistema viário sem a toponímia feita por meio de qualquer SIG. A representação é feita por meio de *shapefiles* das quadras das cidades. Para a execução do programa cuja tela inicial é apresentada na FIGURA 33, é necessário informar o caminho para a Tabela de Atributos e para a Imagem, em que se deseja realizar a representação. Além disso, deve-se configurar o tamanho das fontes, e as coordenadas N e E no sistema UTM do canto superior esquerdo da imagem. Como resultado o aplicativo entrega o caminho da nova tabela de atributos e da imagem com os topônimos representados como ilustra a FIGURA 34.

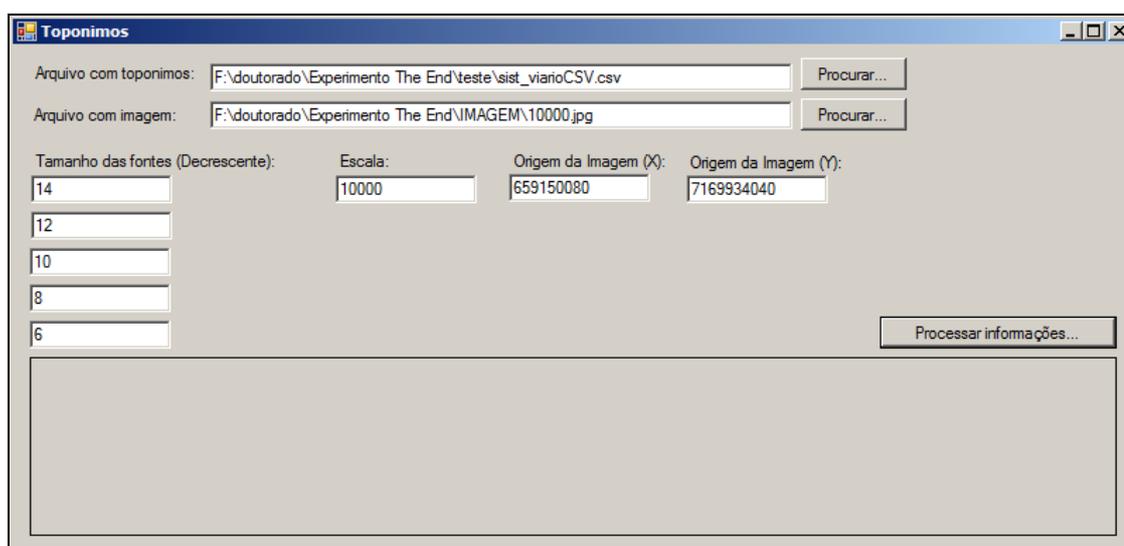


FIGURA 33 – TELA INICIAL DO APLICATIVO DE GENERALIZAÇÃO
FONTE: O AUTOR (2014)

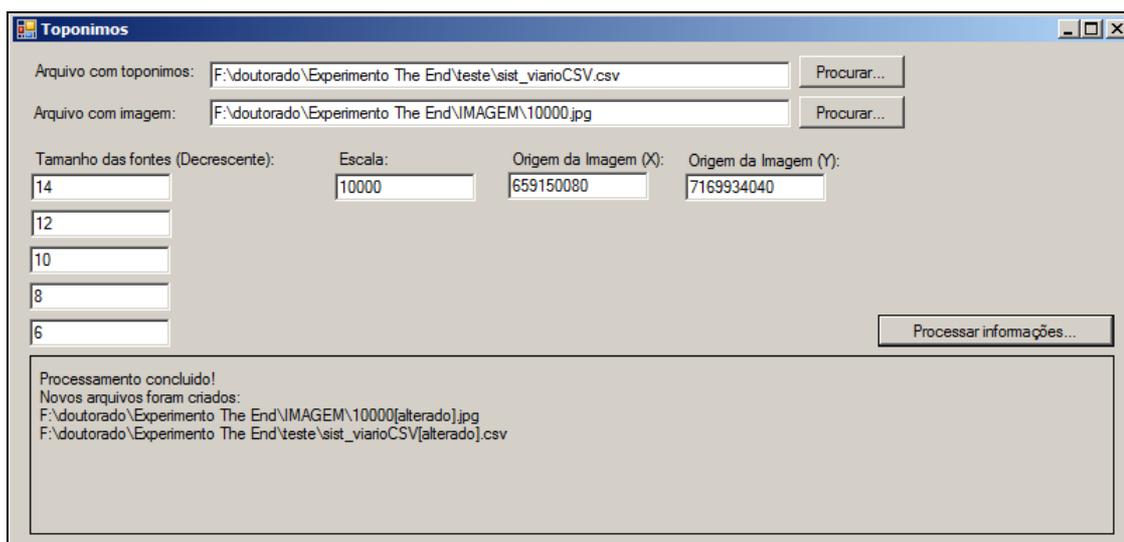


FIGURA 34 – TELA FINAL DO APLICATIVO DE GENERALIZAÇÃO
FONTE: O AUTOR (2014)

Os critérios para a avaliação entre as generalizações apresentadas pelos SIG testados e o aplicativo de generalização proposto por esta pesquisa serão:

- Informação de Toponímia Íntegra: quantidade de topônimos completos sem problemas de representação;
- Informação de Toponímia Parcial: quantidade de topônimos não completos que são representados e sem problemas de representação;
- Sobreposições: quantidade de topônimos sobrepondo-se entre si e com feições de quadras.
- Espaços vazios: quantidade de espaços em branco que poderiam comportar toponímia.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os experimentos foram realizados em três áreas de estudo distintas com todos os mesmos critérios. Nesta tese o primeiro caso de estudo é apresentado mais detalhadamente para exemplificar a metodologia aplicada nas três áreas estudadas.

4.1 EXPERIMENTOS O SISTEMA VIÁRIO DA CIDADE DE ARAUCÁRIA

Os primeiros testes foram realizados no sistema viário da cidade de Araucária. As FIGURAS 35 a 42 apresentam a representação generalizada para a escala 1:5.000 de trechos do mapa, e os Quadros 9 a 15 apresentam as tabelas dos topônimos após o processamento.

Os resultados foram analisados por classe do sistema viário para que fosse possível identificar padrões de comportamento entre os agentes semelhantes, começando pelos agentes da classe Rodovia.

Na amostra utilizada para executar o programa nesta fase, apenas uma via é classificada como Rodovia, que se trata da Rodovia Federal BR-476, que corta o município de Araucária e que também é conhecida como Rodovia do Xisto. O Quadro 9 apresenta os atributos dos agentes de rodovia antes de passarem pelas soluções, e a FIGURA 35 apresenta a representação dos topônimos de acordo com o *software* ArcGis com o trecho de rodovia destacado em vermelho. Pode-se observar que o topônimo está com sua representação íntegra, ou seja, com todos os caracteres, e que há topônimos de outras ruas passando pela rodovia, mas que não afetam a representação de seu topônimo. Já na FIGURA 36, a representação é a obtida por meio do programa de generalização proposto por esta tese. Nesta, a rodovia apresenta dois agentes de toponímia, porém eles não estão íntegros. Por outro lado, os trechos da rodovia não são sobrepostos por outros topônimos.



FIGURA 35 - TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A COLOCAÇÃO DE TOPÔNIMOS EXISTENTE NO ARCGIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

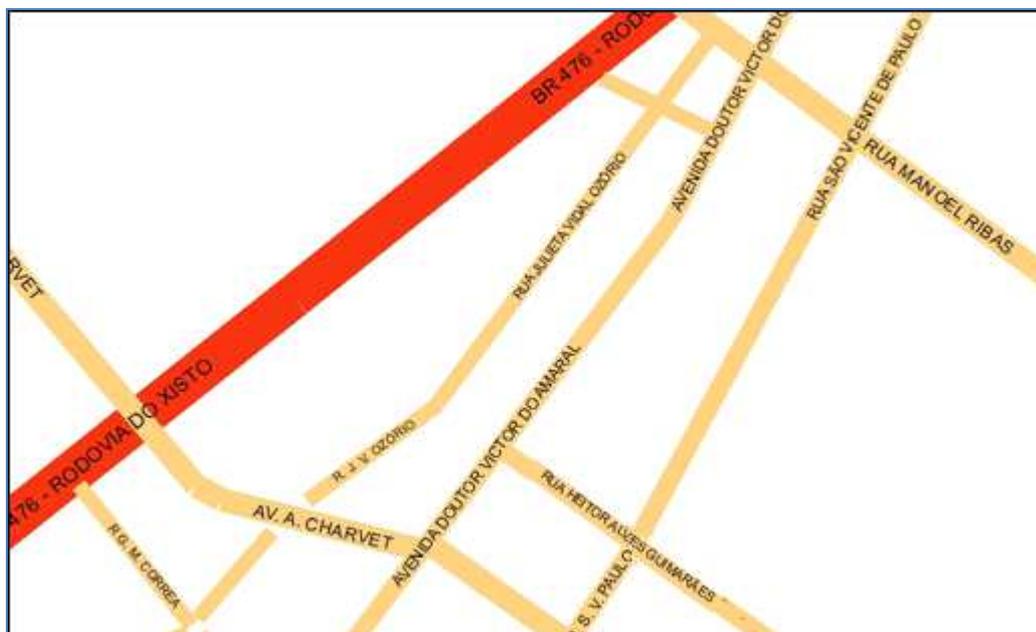


FIGURA 36 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES
 FONTE: O AUTOR (2014)

Os QUADROS 9 e 10 apresentam os valores dos agentes antes e depois da generalização na tabela de atributos. Analisando-os, constata-se que, no caso das

rodovias, houve apenas uma eliminação. Também, ocorreu apenas uma abreviação, e um agente conseguiu gerar 2 filhos, por isso o segundo quadro possui duas linhas a mais.

Como a maioria dos topônimos possuía valor corrente (VC) igual ao valor objetivo (VO), não sofreram generalização, pois isso significa que, antes mesmo da generalização, estes agentes já estavam satisfeitos. Porém havia dois topônimos com VC igual a 1 (sobreposição com uma quadra), justamente o que foi abreviado e o que foi eliminado, ou seja, necessitaram da aplicação de operadores de generalização para atingirem o seu objetivo. O agente de maior razão entre o comprimento do trecho e do nome geográfico, isto é, com menos sobreposição, foi resolvido abreviando-se uma única vez. Essa solução foi replicada para o outro agente que também apresentava conflitos de representação. No entanto, esta não foi efetiva. Em consequência disso, este último agente precisou ser eliminado, pois nenhum dos outros operadores foi capaz de solucionar o seu conflito.

Com as informações do Quadro 10, conclui-se, ao analisar o campo *Satisfacao*, que 80% dos agentes desse nível de hierarquia obtiveram satisfação máxima, pois não sofreram ação dos operadores de generalização; 10% foram abreviados uma única vez e outros 10% foram eliminados. Ainda, pode-se afirmar que foram criados dois novos agentes topônimos, os filhos, porque um dos trechos permitiu mais representações devido a sua extensão. Contudo, como foram utilizadas duas soluções diferentes para os dois casos conflituosos existentes, não se pode constatar que houve aprendizagem do sistema, apesar de ele ter obtido êxito na generalização.

QUADRO 9 – AGENTES DE RODOVIA ANTES DA GENERALIZAÇÃO

ID	NOME	CLASSIFICAÇÃO	ABREVIA 1	ABREVIA 2	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITMO	PAI FILHO
1.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
2.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	1	0		4	8		1
3.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
4.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
5.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
6.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
7.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
8.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
9.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
10.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
11.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
12.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0		4	8		1
13.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	1	0		4	8		1

LEGENDA:

- Agentes eliminados
- Agentes abreviados

FONTE: O AUTOR (2014)

QUADRO 10 – AGENTES DE RODOVIA DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO

ID	NOME	CLASSIFICAÇÃO	ABREVIADA 1	ABREVIADA 2	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITMO	PAI FILHO
1.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
2.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	0	4	8	6	1
3.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
4.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
5.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
6.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
7.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
8.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
9.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	2	4	8	0	1
10.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	4	4	8	2	1
11.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
12.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	6	4	8	0	1
13.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0	0	4	4	8	2	1
14.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0		6	4	7	0	2
15.	BR 476 - RODOVIA DO XISTO	RODOVIA	BR 476 - ROD. XISTO	BR 476	0		6	4	7	0	2

LEGENDA:

- Agentes eliminados
- Agentes breviados
- Agentes filhos

FONTE: O AUTOR (2014)

Na mesma região, pode-se fazer a análise das vias estruturais, destacadas em vermelho na FIGURA 37. Nota-se que a generalização do *software ArcGis* representa o topônimo AVENIDA ALFRED CHARVRET uma única vez, enquanto, na FIGURA 38, há mais representações do topônimo, inclusive, no trecho mais curto, onde o topônimo passou por abreviação. Pode-se também verificar que o topônimo RUA MANOEL RIBAS aparece com representações semelhantes em ambas as FIGURAS (37 e 38) e que houve sobreposição de topônimos passando por outras vias nas duas generalizações, porém nada que seja identificado como um conflito de representação.

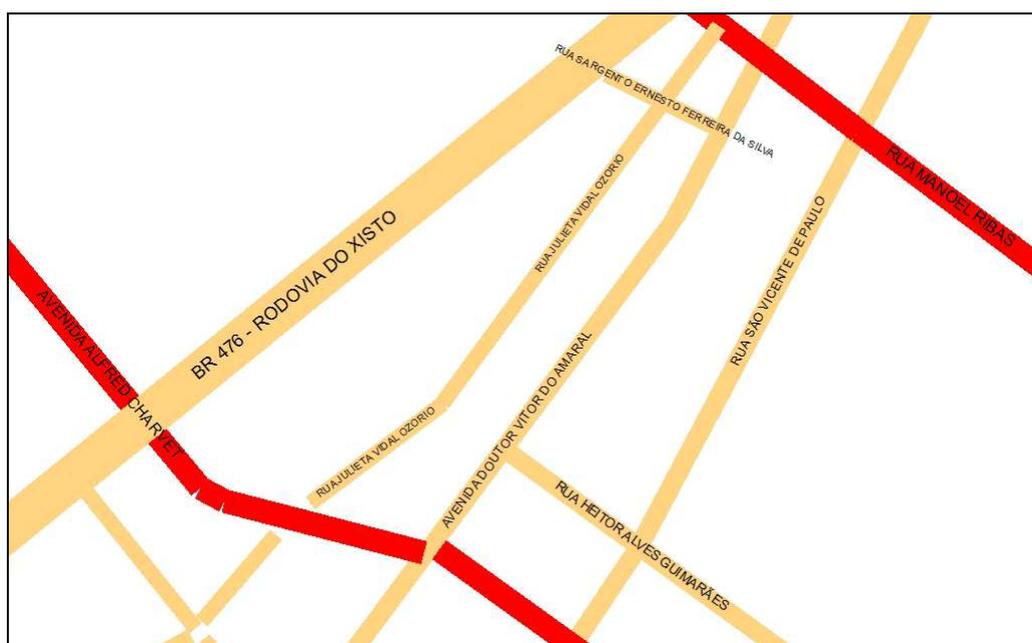


FIGURA 37 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO *ARCGIS*.
FONTE: O AUTOR (2014)

QUADRO 11 - AGENTES DE VIAS ESTRUTURAIS ANTES DA GENERALIZAÇÃO

NOME	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITMO
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	6	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	4	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	4	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	4	3	6	
AVENIDA INDEPENDENCIA	1	0	6	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	6	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	3	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	0	3	6	
AVENIDA ALFRED CHARVET	1	0	6	3	6	
RUA AGRIMENSOR CARLOS HASSELMANN	0	0	2	3	6	
RUA AGRIMENSOR CARLOS HASSELMANN	0	0	2	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	1	0	1	3	6	
AVENIDA ARCHELAU DE ALMEIDA TORRES	0	0	1	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	0	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	

FONTE: O AUTOR (2014)

QUADRO 12 – AGENTES DE VIAS ESTRUTURAIS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO

NOME	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITMO
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	6	3	6	0
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	4	3	6	2
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6

AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	4	3	6	2
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	0	3	6	6
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	4	3	6	2
AVENIDA INDEPENDENCIA	0	0	6	3	6	0
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	6	3	6	0
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	0	3	6	6
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	0	3	6	6
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	0	3	6	0
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	0	3	6	6
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	0	3	6	6
AVENIDA ALFRED CHARVET	0	0	6	3	6	4
RUA AGRIMENSOR CARLOS HASSELMANN	0	0	2	3	6	4
RUA AGRIMENSOR CARLOS HASSELMANN	0	0	2	3	6	4
RUA MANOEL RIBAS	0	0	0	3	6	0
AVENIDA ARCHELAU DE ALMEIDA TORRES	0	0	1	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	0	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0
RUA MANOEL RIBAS	0	0	6	3	6	0

LEGENDA:

	Agentes eliminados
	Agentes abreviados
	Agentes filhos
	Agentes abreviados 2 vezes
	Agentes deslocados

FONTE: O AUTOR (2014)

Avaliando-se o campo *Satisfacao*, a porcentagem de agentes com satisfação máxima caiu para 38,9% entre as vias estruturais. Isso se dá devido a vários trechos

em curva – que foram discriminados em pequenos segmentos retos – que acabam por exigir a eliminação dos topônimos para atingir o seu objetivo. Nesta classe de vias, o algoritmo para o deslocamento foi usado em um agente Filho, o que representa menos de 1% do total de vias estruturais da amostra, porém é um fato novo que não ocorrera com as Rodovias. Ainda menos de 1% foi abreviado uma vez (3 no total), e outros 2 foram abreviados duas vezes. Além disso, a eliminação foi a solução mais frequente, com 41,7%.

Na classe de ruas ESTRUTURAIS, por se tratar de uma generalização de maior complexidade por possuir um maior número de agentes, foram aplicadas diversas soluções. Neste contexto ocorreu a aprendizagem, pois a abreviação - primeira solução encontrada - foi replicada e resolveu parte dos conflitos de outros agentes topônimos. Todavia, no momento em que o algoritmo passou a ser ineficiente, este foi substituído pelo próximo na sequência modelada, no caso, a segunda abreviação. E este foi substituído pelo algoritmo de eliminação, assim que se tornou ineficiente para a resolução dos conflitos restantes.

O mesmo ocorreu com as vias arteriais, destacadas em vermelho nas Figuras 39 e 40, em que mais uma vez, a generalização desenvolvida nesta pesquisa proporcionou mais informações de toponímia para dois agentes topônimos. O primeiro para a AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL, que possui duas representações completas, e para RUA SÃO VICENTE DE PAULO, que também apresenta uma representação a mais em comparação com o software *ArcGis*, porém com um dos topônimos abreviados.

O Quadro 13 apresenta as transformações ocorridas com os agentes das vias arteriais, em que se verifica que 34,8% dos agentes não apresentou conflitos de representação. Para esta classe de vias, a primeira solução efetiva para os demais

foi a dupla abreviação aplicada a 0,1% dos agentes. E a segunda solução foi encontrada por meio do algoritmo de eliminação, que resolveu 52,2% dos casos conflitantes.

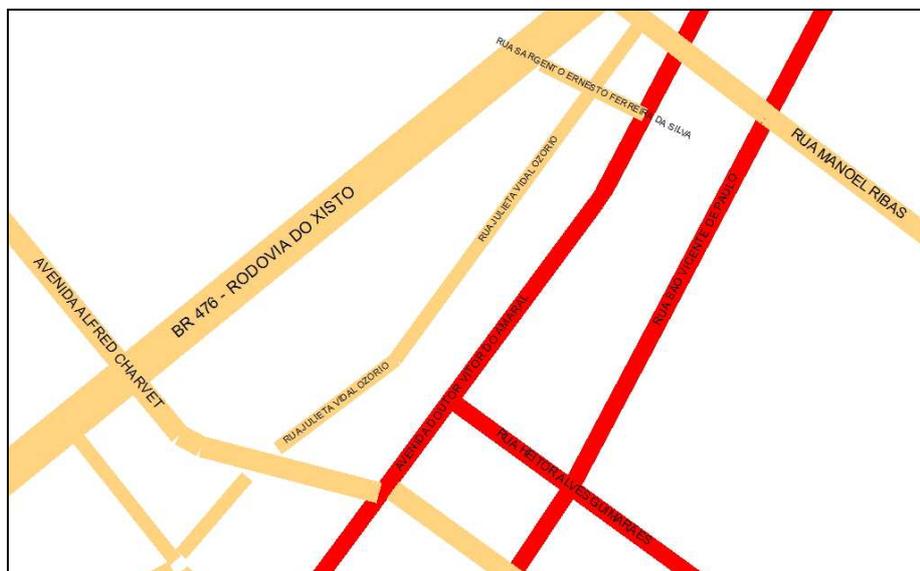


FIGURA 39 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO ARCGIS.

FONTE: O AUTOR (2014)

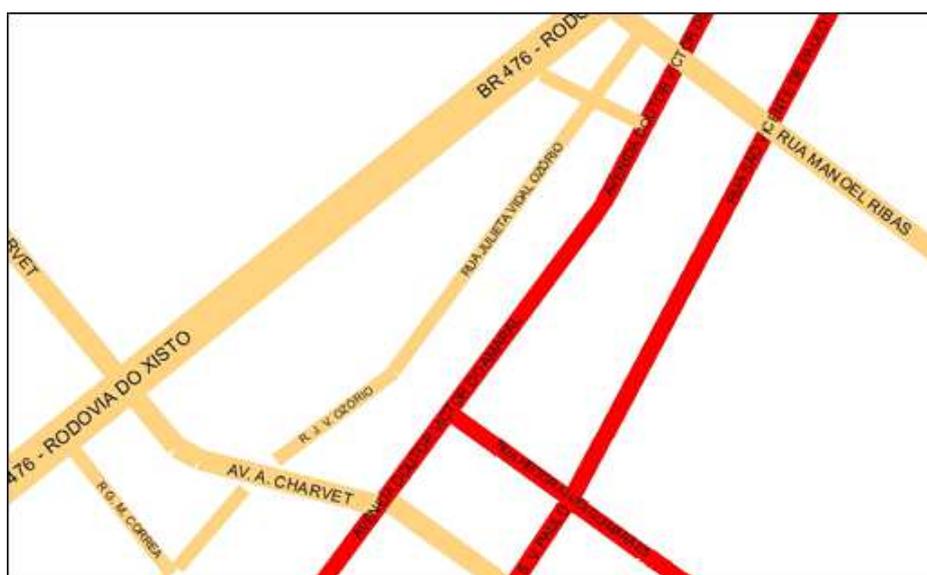


FIGURA 40 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.

FONTE: O AUTOR (2014)

QUADRO 13 – AGENTES DE VIAS ARTERIAIS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO

NOME	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITIMO
AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL	1	0	2	2	4	4
AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL	1	0	2	2	4	4
AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL	1	0	0	2	4	6
AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL	2	0	6	2	4	0
AVENIDA DOUTOR VICTOR DO AMARAL	2	0	6	2	4	0
RUA MARIA PROSDOCIMO FRANCESCHI	3	0	0	2	4	6
RUA MARIA PROSDOCIMO FRANCESCHI	1	0	0	2	4	6
RUA MARIA PROSDOCIMO FRANCESCHI	1	0	0	2	4	6
RUA MARIA PROSDOCIMO FRANCESCHI	1	0	0	2	4	6
RUA MARIA PROSDOCIMO FRANCESCHI	0	0	6	2	4	0
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	0	0	6	2	4	0
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	0	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	3	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	1	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	1	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	1	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	3	0	0	2	4	6
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	1	0	4	2	4	2
RUA NOSSA SENHORA DOS REMEDIOS	0	0	6	2	4	0
RUA PEDRO DRUSZCZ	0	0	6	2	4	0
RUA PEDRO DRUSZCZ	0	0	6	2	4	0
RUA SAO VICENTE DE PAULO	0	0	2	2	4	4
RUA SAO VICENTE DE PAULO	0	0	6	2	4	0

LEGENDA:

	Agentes eliminados
	Agentes abreviados 2 vezes

FONTE: O AUTOR (2014)

Finalmente, para as ruas locais e coletoras, que possuem menor comprimento, é que se notam maiores diferenças entre as representações. Isto se explica porque trechos muito curtos têm a toponímia que extrapola suas dimensões, sobrepondo-se com outras feições, ou são eliminados na generalização do software *ArcGis*, enquanto que, com a generalização de topônimos proposta nesta pesquisa,

estes foram abreviados ou eliminados. As FIGURAS 41 e 42 mostram o comportamento das vias coletoras e locais na representação feita pelo *software ArcGis* e pelo programa de generalização de topônimos, respectivamente.

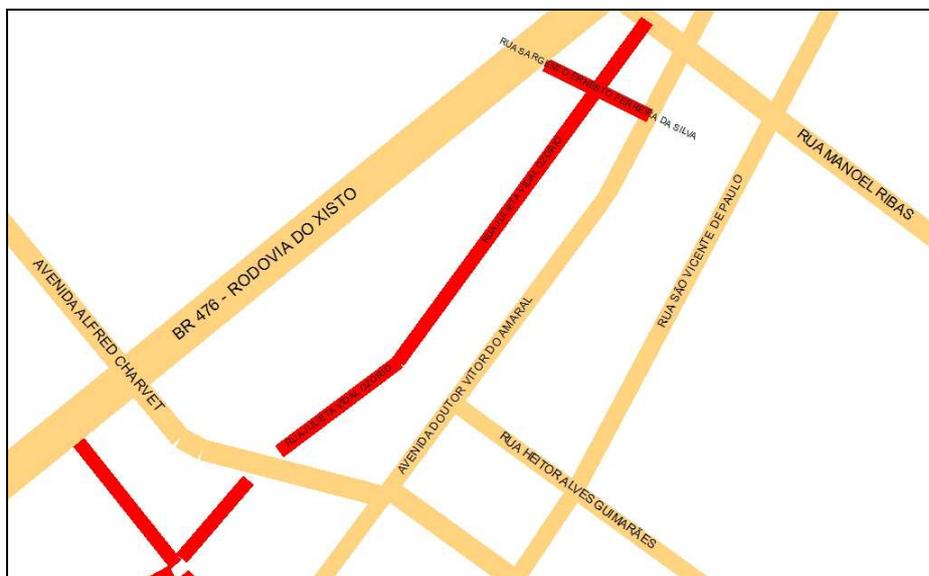


FIGURA 41 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DO ARCGIS.
FONTE: O AUTOR (2014)

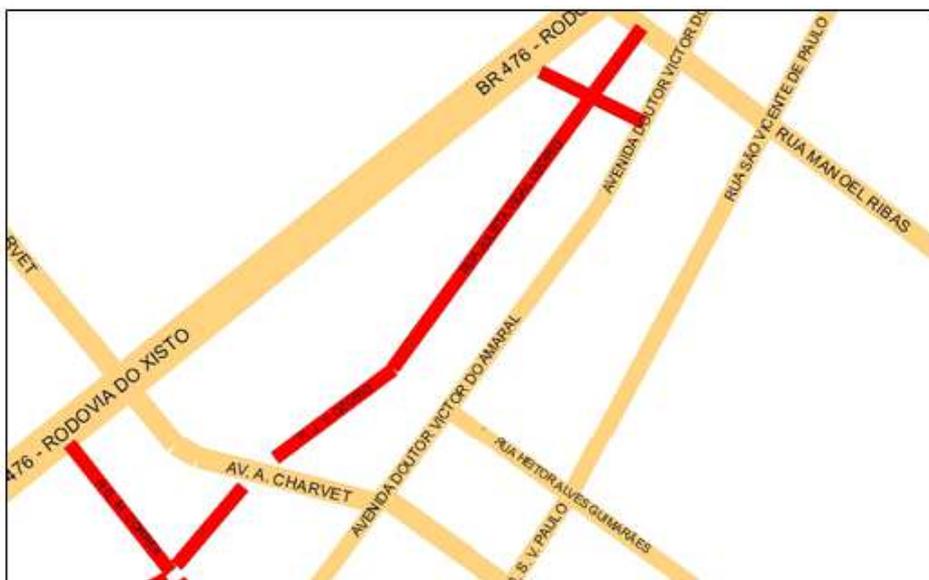


FIGURA 42 – TRECHO DE REPRESENTAÇÃO NA ESCALA 1:5.000 COM A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA POR AGENTES.
FONTE: O AUTOR (2014)

O Quadro 14 mostra o comportamento dos agentes das vias coletoras e locais no qual apenas 2 agentes não apresentaram conflitos. E dentre os operadores

que foram aplicados com êxito estão a dupla abreviação, representando os topônimos em verde, aplicada a 50% dos agentes; e apenas 1 foi eliminado, destacado em vermelho.

QUADRO 14 – AGENTES DE VIAS COLETORAS DEPOIS DA GENERALIZAÇÃO

NOME	VC	VO	SATISFAÇÃO	IMPORTÂNCIA	PRIORIDADE	ALGORITIMO
RUA GUILHERME DA MOTTA CORREA	3	0	2	1	2	4
RUA GUILHERME DA MOTTA CORREA	3	0	2	1	2	4
RUA JULIETA VIDAL OZORIO	1	0	2	1	2	4
RUA JULIETA VIDAL OZORIO	0	0	6	1	2	0
RUA PREFEITO ODORICO FRANCO FERREIRA	0	0	6	1	2	0
RUA PREFEITO ODORICO FRANCO FERREIRA	3	0	0	1	2	6

LEGENDA:

	Agentes eliminados
	Agentes abreviados 2 vezes

FONTE: O AUTOR (2014)

Outros testes foram realizados com a utilização de uma amostra maior do sistema viário de Araucária, de Curitiba e Florianópolis e em diversas escalas do mapeamento cadastral (1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000), que são apresentados nesta seção. Na FIGURA 43 é apresentado o resultado da representação de toponímia do sistema viário de Araucária na escala de 1:500 por meio do software *ArcGis*. E na FIGURA 44, a representação com a generalização do programa de topônimos. Nesta primeira comparação o SIG se mostrou mais eficiente, quando se considera a integridade da informação, pois denomina a rua com todo o seu topônimo representado. Enquanto que o programa de topônimos apresenta mais informações, porém todas incompletas, devido ao fato de os

topônimos terem sido tratados como objetos geográficos e possuem, por isso, posição fixa.

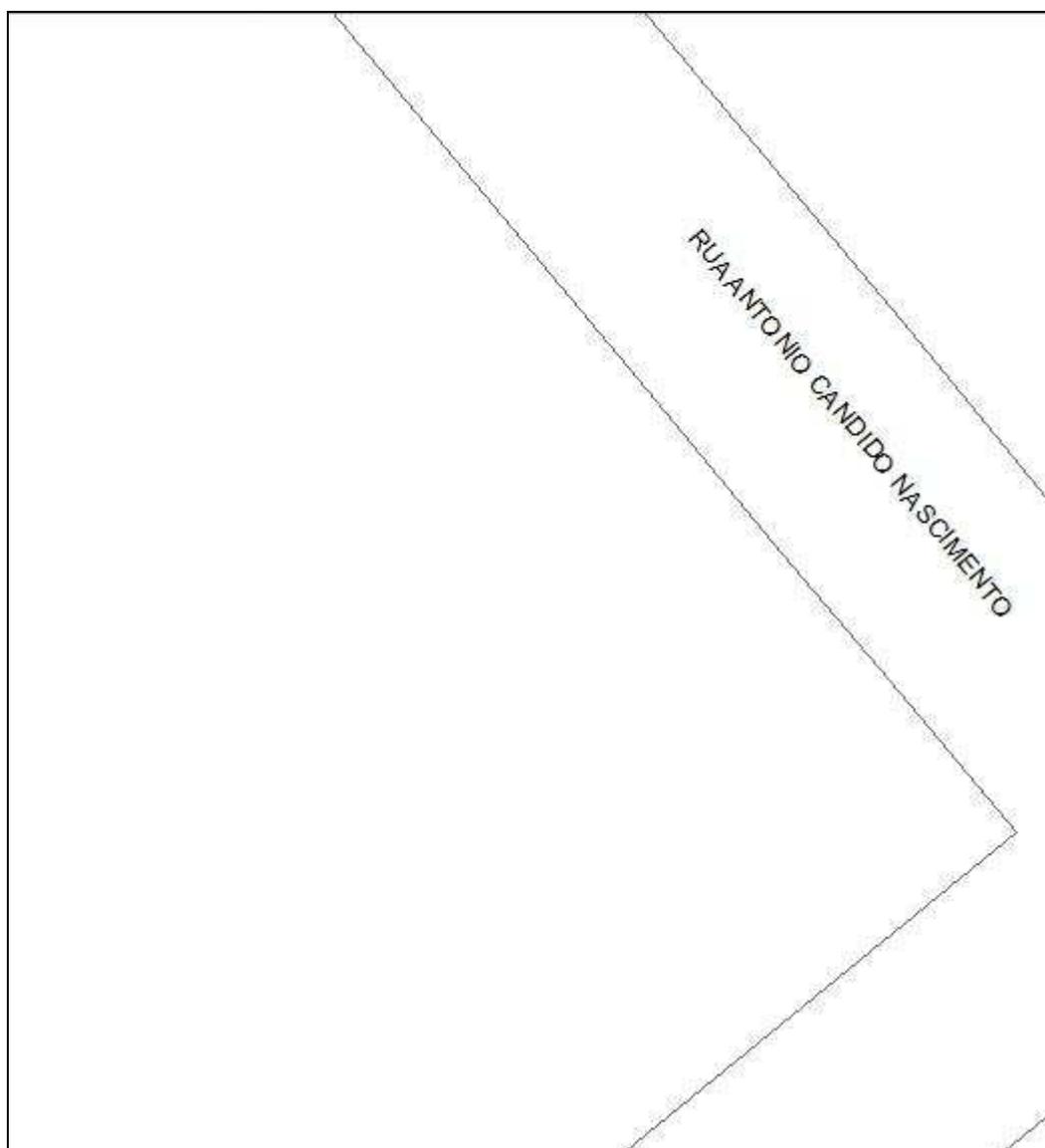


FIGURA 43 – REGIÃO NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG
FONTE: O AUTOR (2014)

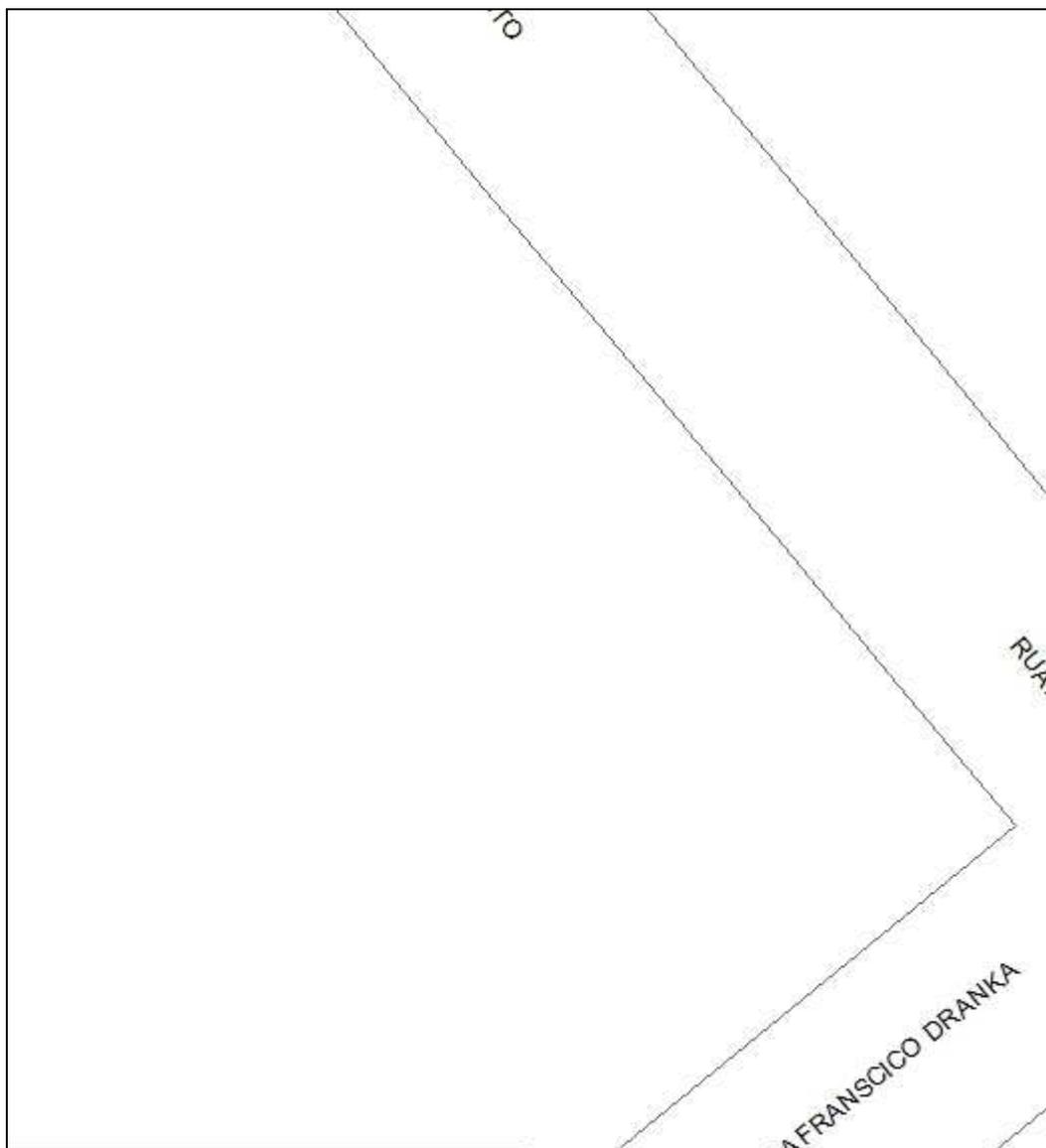


FIGURA 44 – REGIÃO NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA NA ESCALA 1:500 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS
FONTE: O AUTOR (2014)

Na mesma região, obedecendo a articulação da FIGURA 45, foram capturadas imagens das representações nas escalas de 1:1.000 (FIGURAS 46 e 47) e 1:2.000 (FIGURAS 48 e 49). Na comparação entre as imagens geradas na escala 1:1.000 se nota que a generalização pelo programa de topônimos foi mais eficiente, pois apresentou mais informações íntegras. Contudo, este padrão não se repete em outras regiões. Tal fato não permite verificar uma melhoria na generalização nessa

escala. Tanto que na próxima escala de análise, 1:2.000 (FIGURAS 50 e 51), a generalização realizada pelo SIG foi novamente mais efetiva.

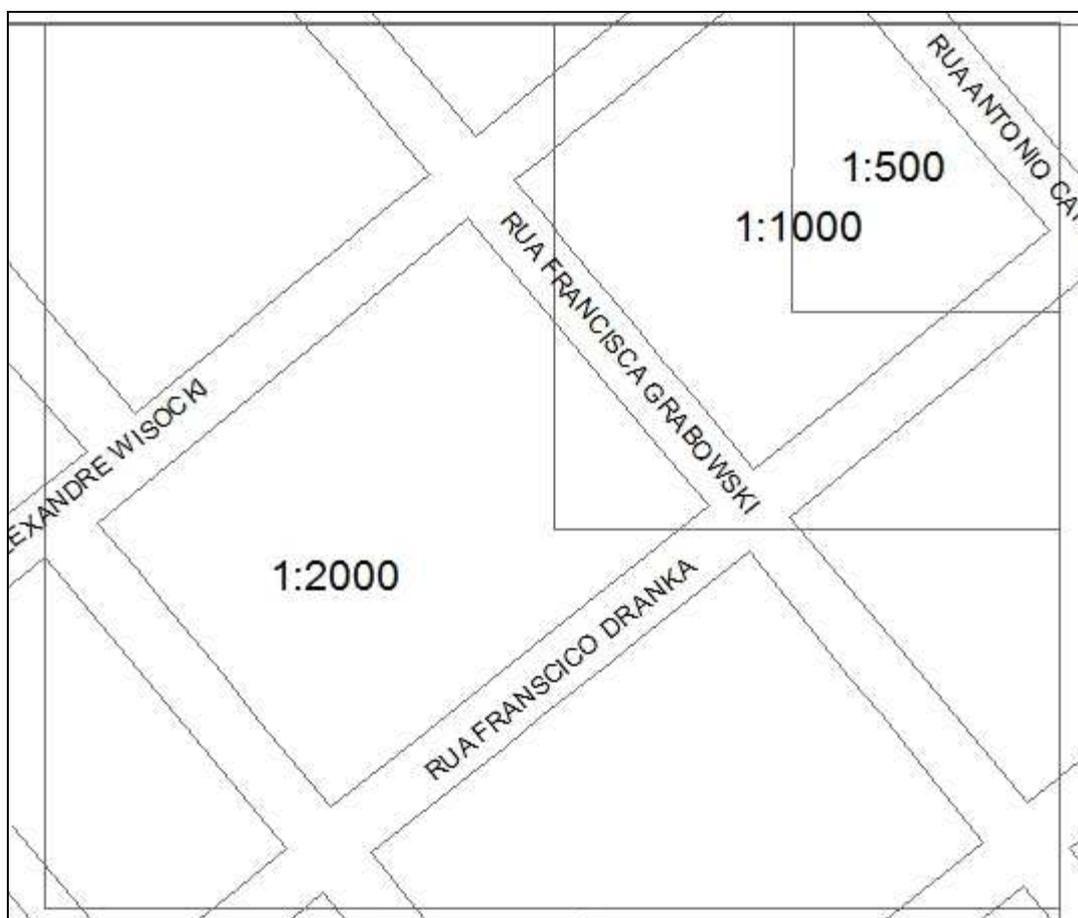


FIGURA 45 – ARTICULAÇÃO UTILIZADA PARA AS COMPARAÇÕES NAS ESCALAS 1:500, 1:1000 E 1:2000 EM ARAUCÁRIA
FONTE: O AUTOR (2014)

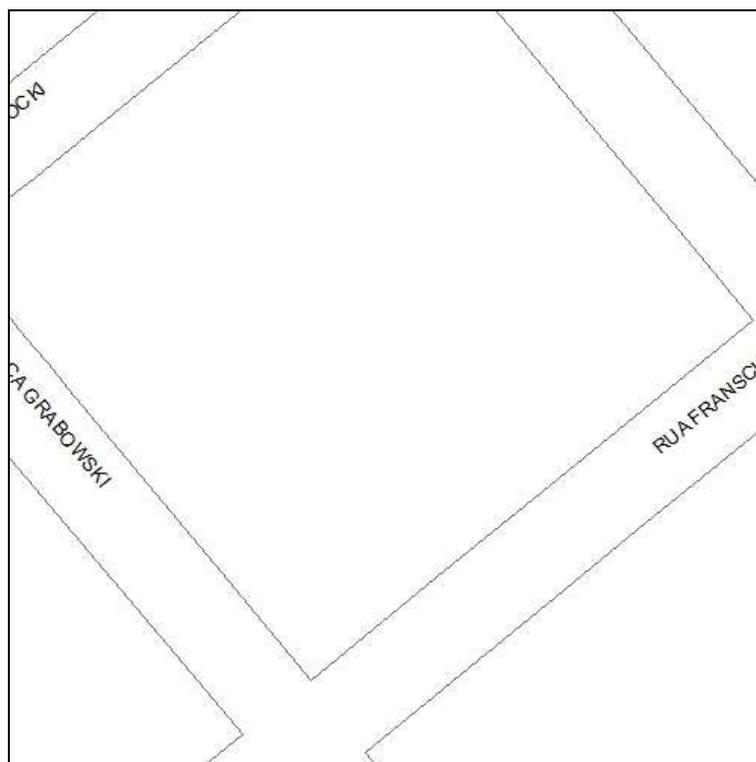


FIGURA 46 – ESCALA 1:1000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
FONTE: O AUTOR (2014)

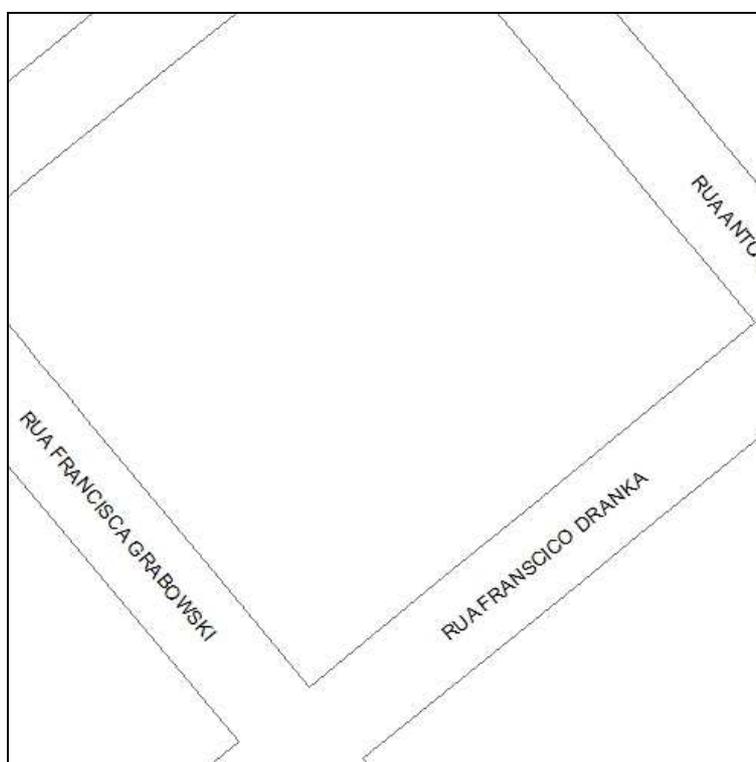


FIGURA 47 – ESCALA 1:1000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

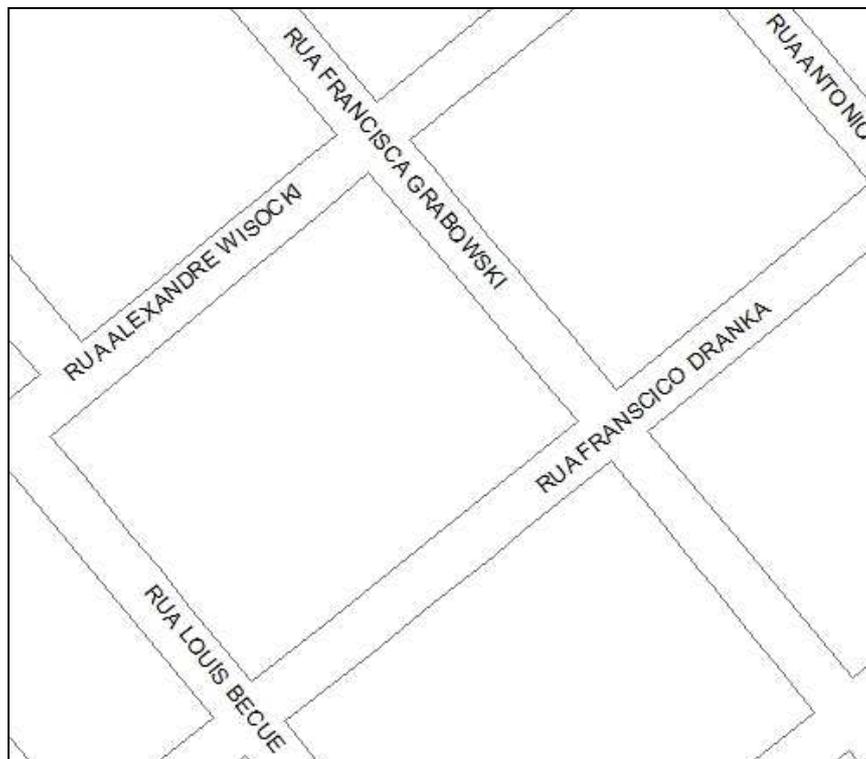


FIGURA 48 – ESCALA 1:2000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

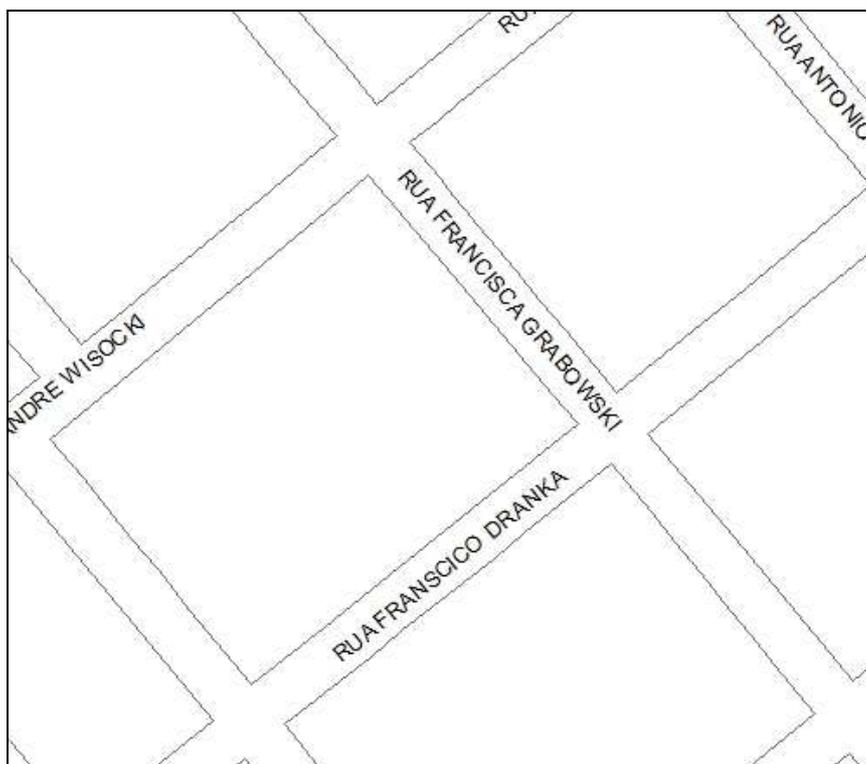


FIGURA 49 – ESCALA 1:2000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

Nas escalas 1:5.000, 1:10.000 e 1:12.500 foi usada a articulação mostrada na FIGURA 50. O programa foi testado para 4 áreas na escala 1:5.000 e as comparações realizadas estão apresentadas nas FIGURAS 51 a 58, nas quais o programa de topônimos começa a ser sempre mais efetivo do que a representação dos topônimos realizada pelo SIG. Este usa mais vezes o operador de eliminação, enquanto que o programa de topônimos começa a apresentar o efeito de seus outros operadores, como a abreviação, por exemplo, que trouxe mais informações sobre a toponímia nestas regiões. Outra vantagem observada é a de que a metodologia desenvolvida nesta tese não permite que a representação de toponímia extrapole os limites do comprimento do trecho de via ao qual é relativo, e desta forma evita a sobreposição com outras feições, como no caso das quadras que compõem a base cartográfica dos sistemas viários.

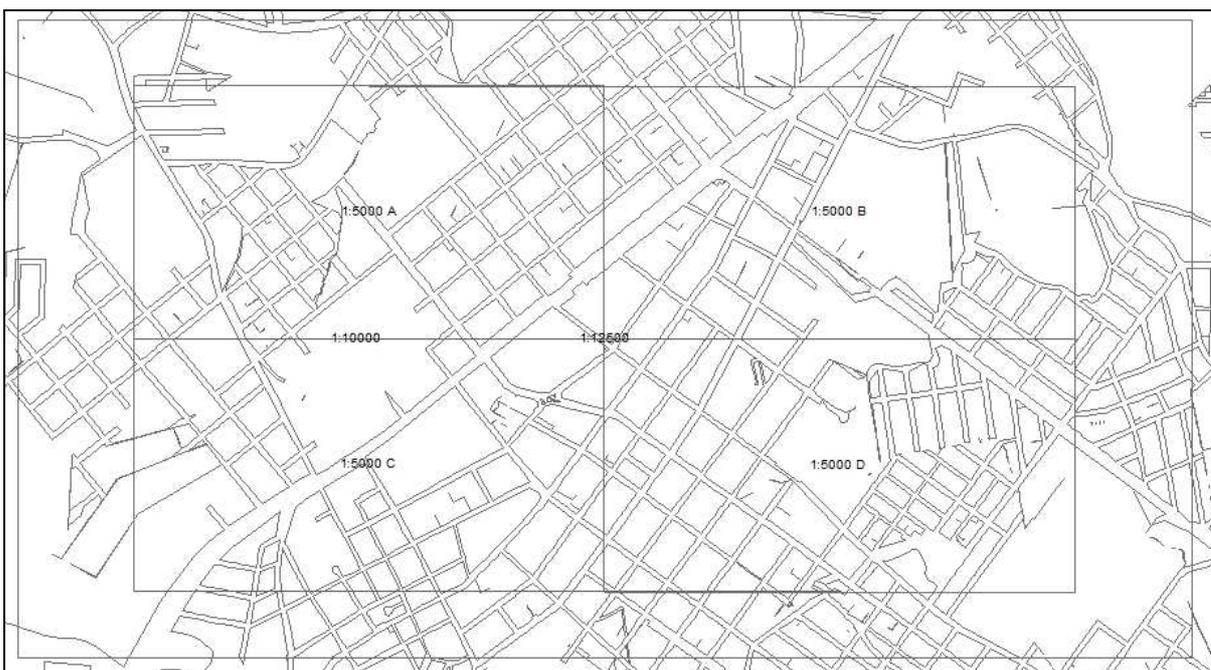


FIGURA 50 – ARTICULAÇÃO UTILIZADA PARA AS COMPARAÇÕES NAS ESCALAS 1:5000, 1:10000 E 1:12500 SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

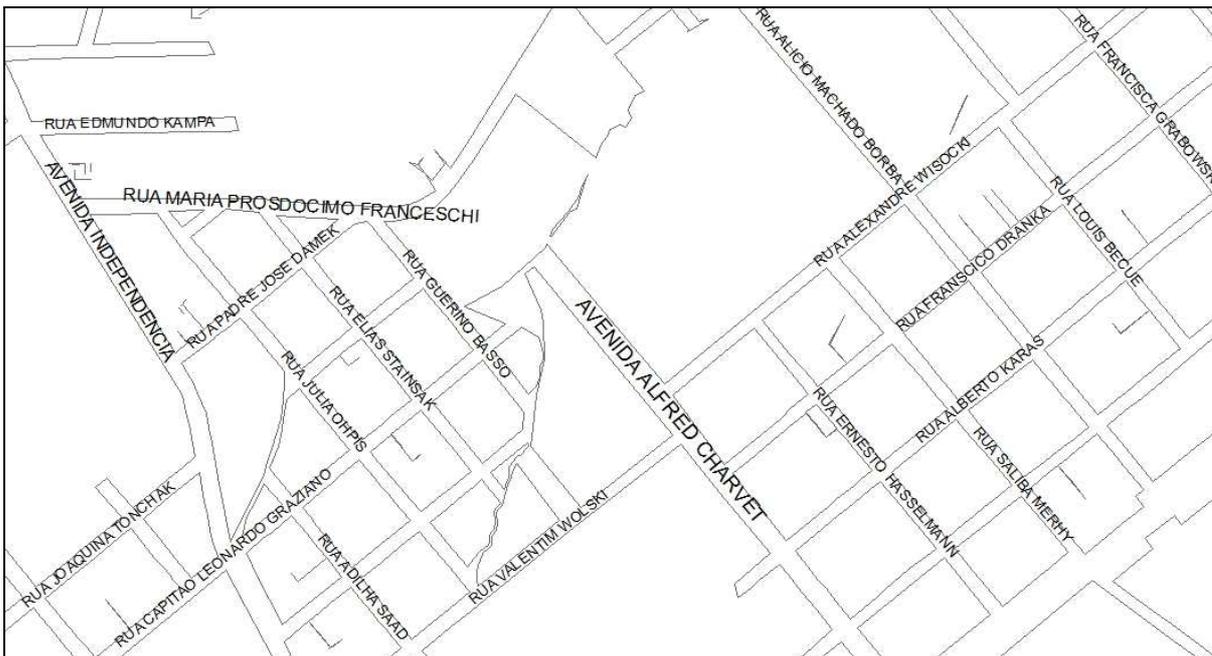


FIGURA 51 – ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “A” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

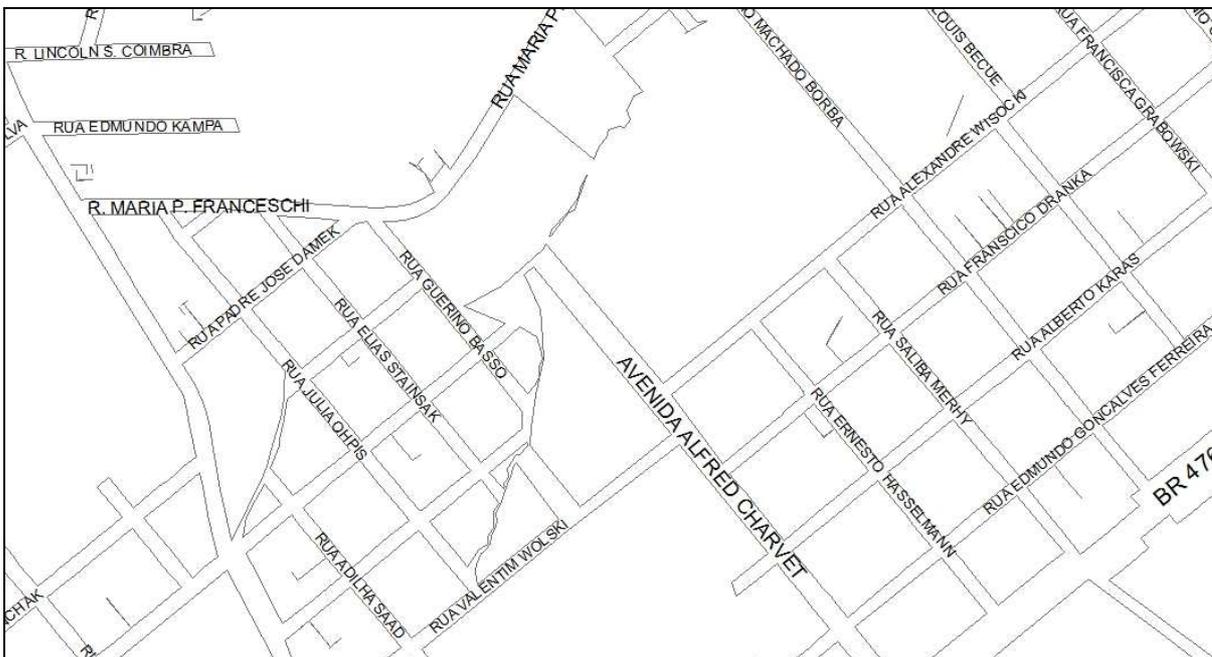


FIGURA 52 – ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS - REGIÃO “A” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

FONTE: O AUTOR (2014)

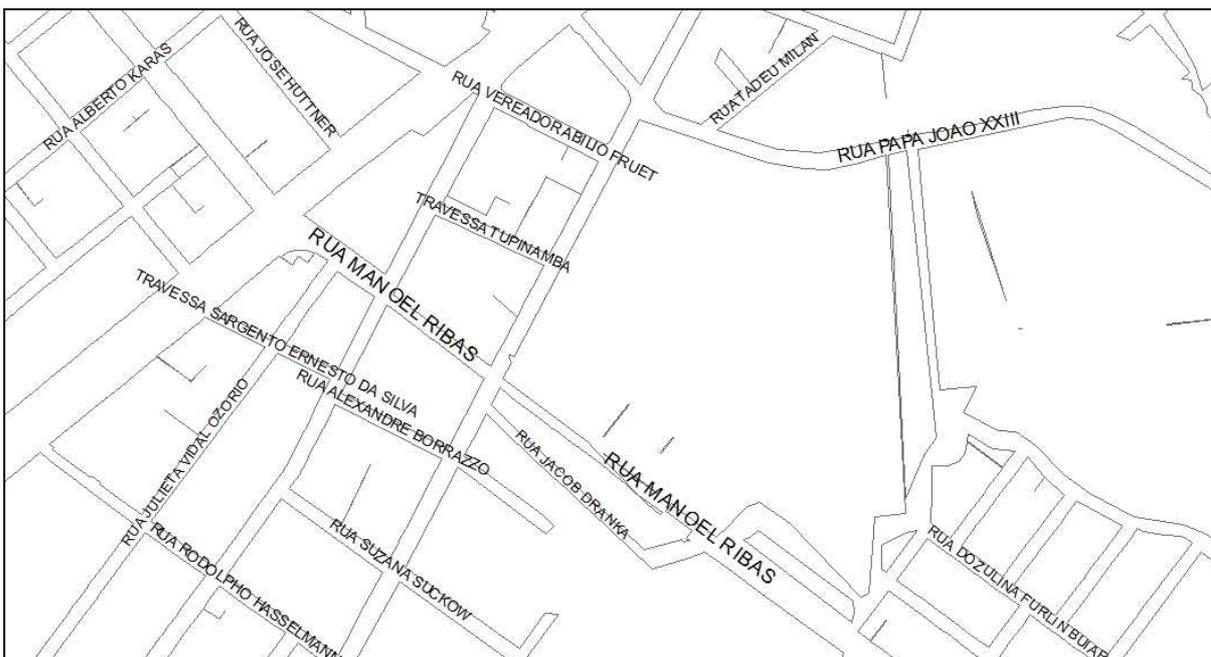


FIGURA 53 – NA ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “B” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
 FONTE: O AUTOR (2014)

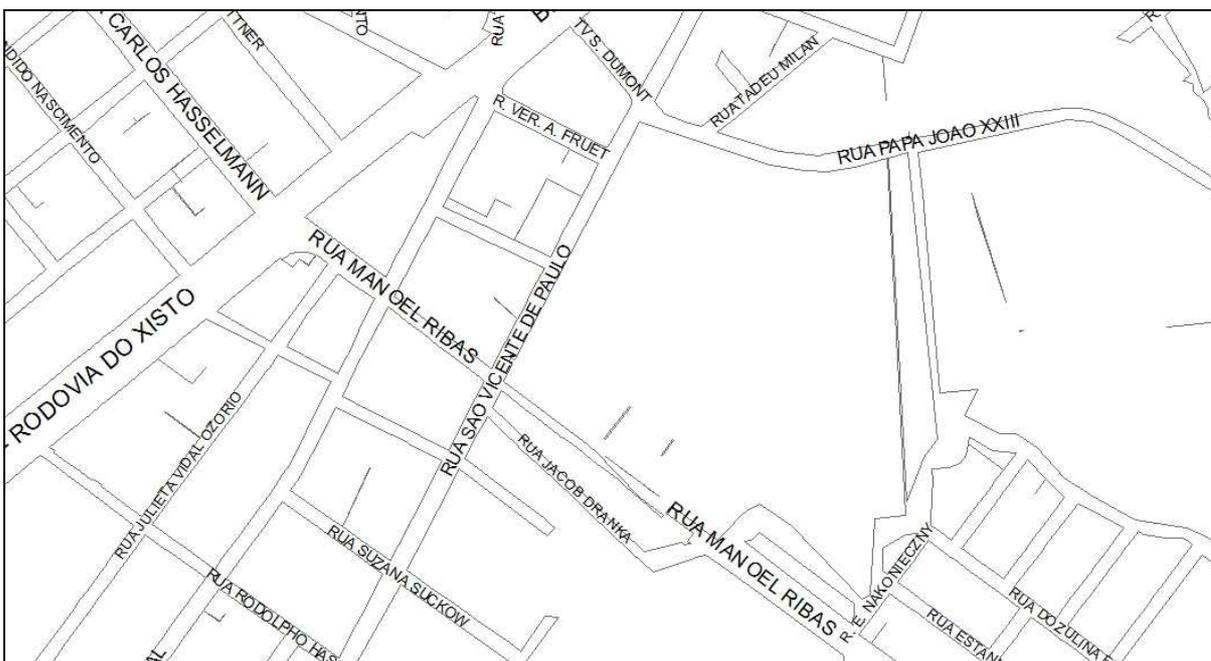


FIGURA 54 – NA ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS – REGIÃO “B” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
 FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 57 – NA ESCALA 1:5000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG - REGIÃO “D” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
 FONTE: O AUTOR (2014)

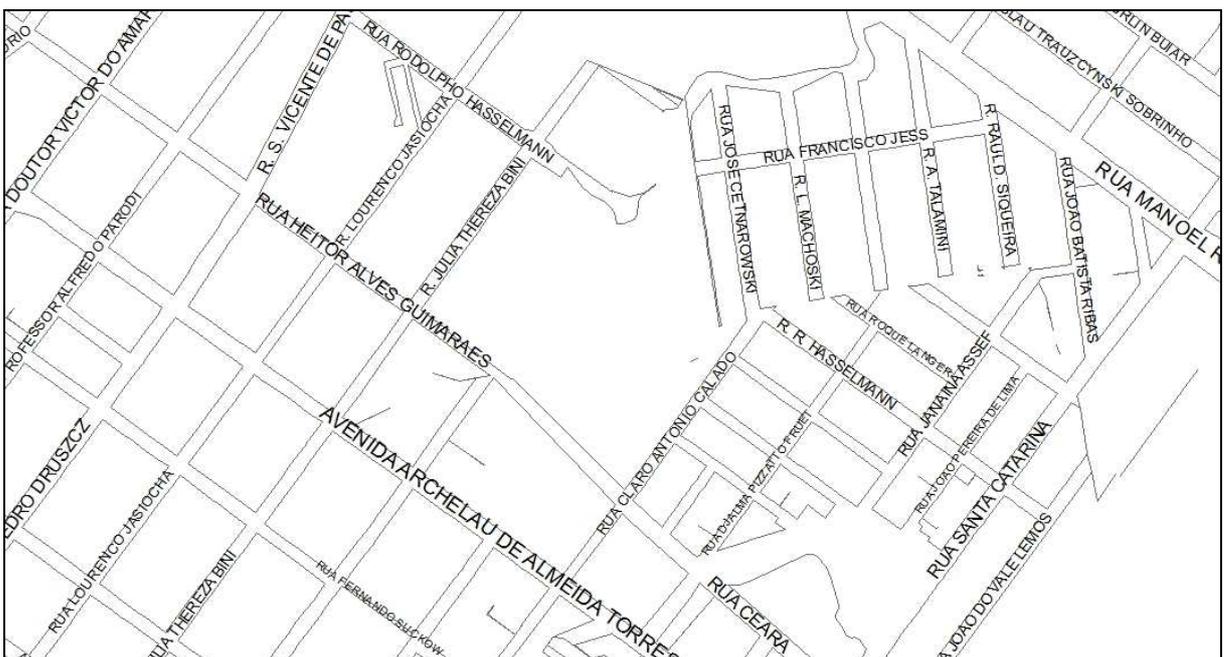


FIGURA 58 – NA ESCALA 1:5000 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS REGIÃO “D” SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
 FONTE: O AUTOR (2014)

Na escala 1:10.000 (FIGURAS 59 e 60), houve diminuição do tamanho da fonte e eliminação de topônimos, pois apesar de não extrapolarem em comprimento, se sobrepunham às quadras devido ao tamanho da fonte ser maior do que as

larguras das vias. Ao analisar o nível de informação que as FIGURAS 59 e 60 apresentam, percebe-se que novamente o programa de generalização de topônimos traz mais informações, o que se repete nas FIGURAS 61 e 62, que trazem a comparação na escala de 1:12.500.

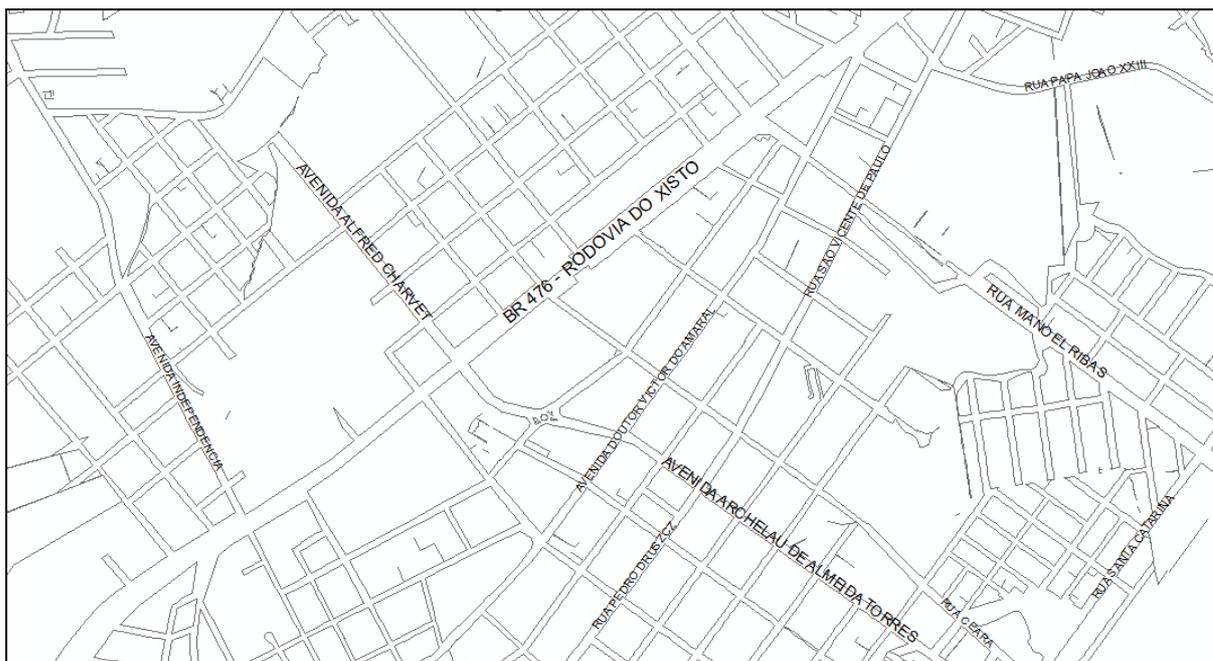


FIGURA 59 – ESCALA 1:10000 COM A COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS PELO SIG SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
FONTE: O AUTOR (2014)

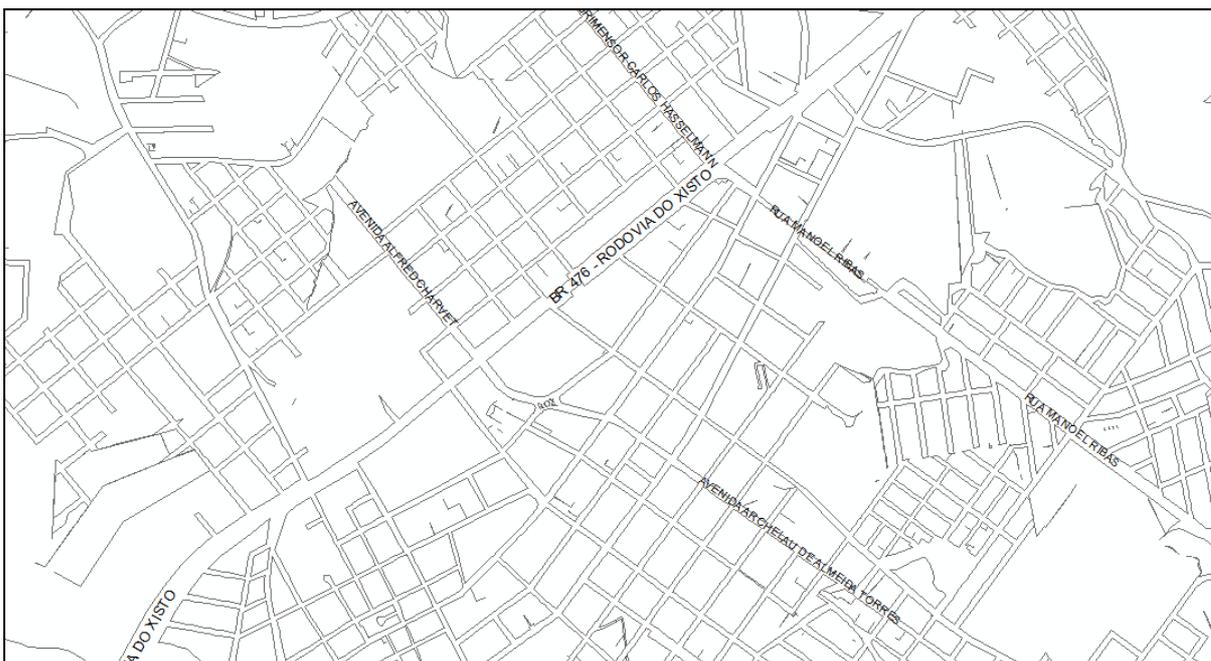


FIGURA 62 – ESCALA 1:12500 GENERALIZADA COM O PROGRAMA DE GENERALIZAÇÃO PARA TOPÔNIMOS SIG NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA
FONTE: O AUTOR (2014)

4.2 EXPERIMENTOS O SISTEMA VIÁRIO DA CIDADE DE CURITIBA

Para esta primeira área de estudo a generalização de toponímia a partir da escala 1:5.000 foi mais eficiente utilizando-se o programa de topônimos desta tese. Trata-se de uma região com predominância de vias coletoras e locais, ou seja, de baixa hierarquia, que apresenta em sua maioria ruas de pequena extensão. Na segunda área de estudo, o comportamento do programa foi analisado utilizando-se uma amostra do sistema viário da regional Matriz da Cidade de Curitiba, em que há predominância de vias estruturais. E, além das comparações com a colocação de rótulos etiquetas do software *ArcGis*, foram realizadas outras resultantes da aplicação da extensão *Maplex* deste software e do *QuantumGis*.

As FIGURAS 63, 64 e 65 apresentam os resultados da colocação de rótulos, com redução fotográfica de 50%, do *ArcGis*, *ArcGis Maplex* e *QuantumGis*, respectivamente. As duas primeiras, produzidas pelo *ArcGis*, representam a

toponímia de todas as feições (vias) representadas, com a diferença que a extensão *Maplex* utiliza mais de uma linha para rotular parte das vias. Por outro lado, o *QuantumGis* não apresentou qualquer topônimo em sua representação.

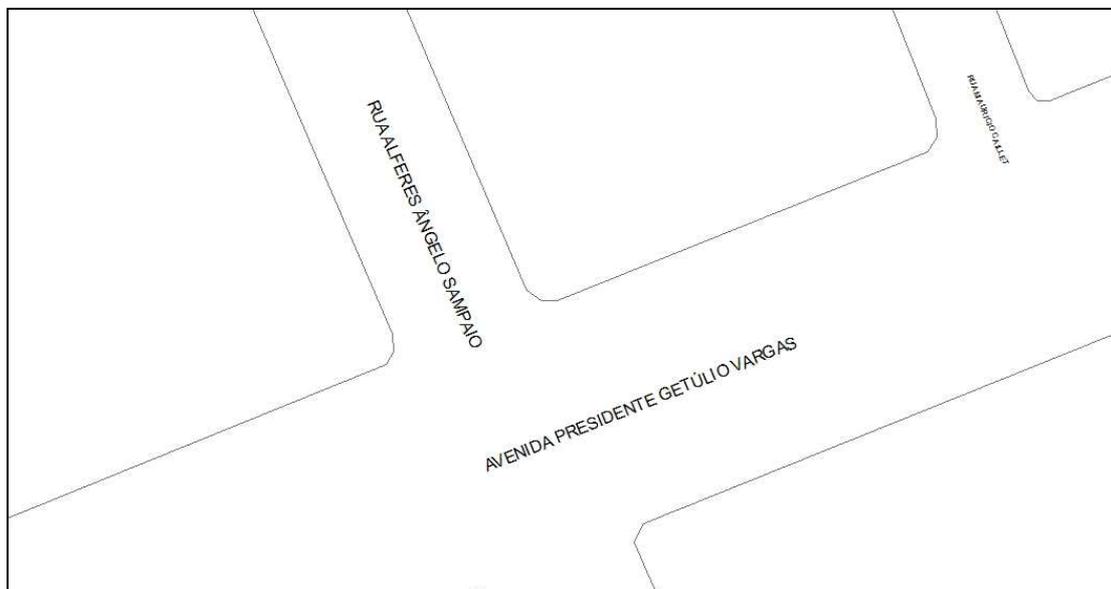


FIGURA 63 – ARCGIS – ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

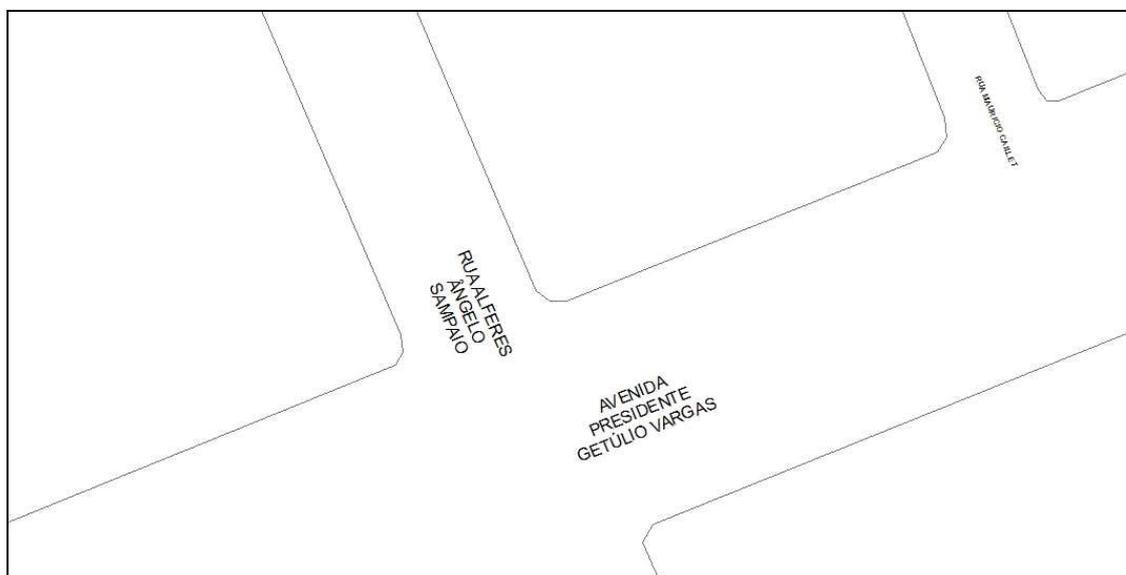


FIGURA 64 – ARCGIS MAPLEX - ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

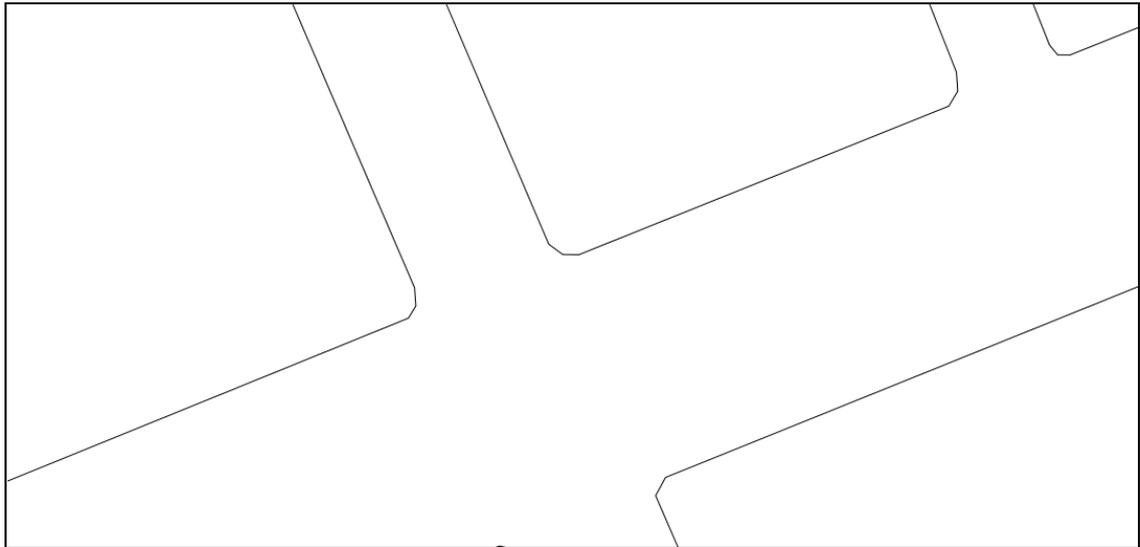


FIGURA 65 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:500 NO MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

O programa de topônimos, primeiramente, coloca os topônimos na representação de maneira que o centro deste coincida com o ponto do meio do trecho da via ao qual está relacionado, FIGURA 66, que neste caso não coloca nenhum rótulo nesta área na escala de 1:500.

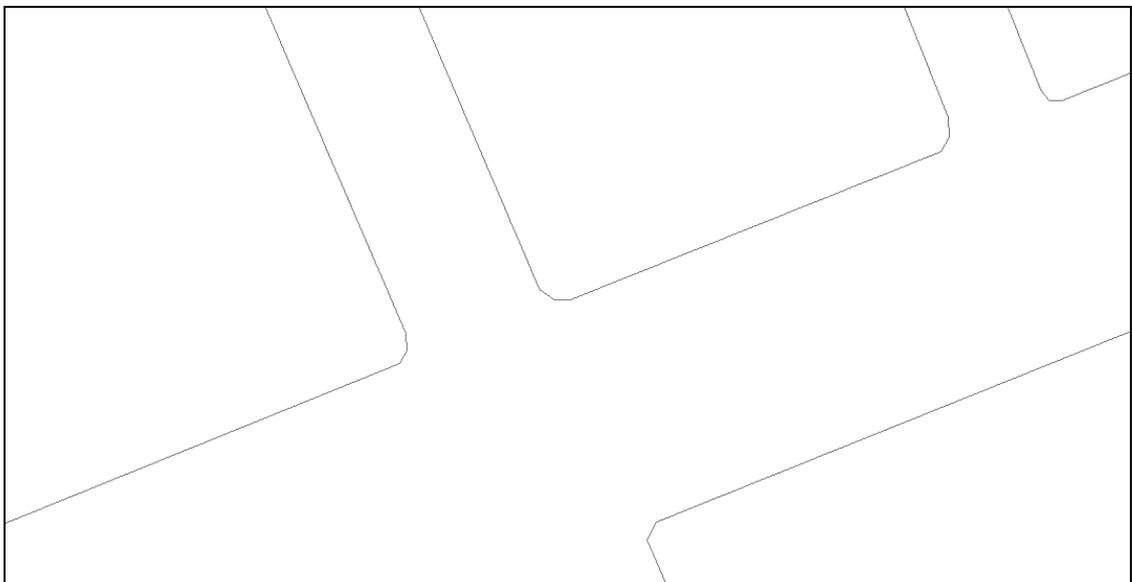


FIGURA 66 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500
FONTE: O AUTOR (2014)

Na primeira avaliação cartométrica, o programa espalha novos topônimos ao longo da extensão da via e o resultado para a área de estudo é apresentado na

FIGURA 67. E na segunda avaliação cartométrica, as sobreposições são detectadas e resolvidas através dos operadores de generalização implementados (FIGURA 68). Nesta escala, assim como nos testes com a amostra do sistema viário de Araucária, o programa de topônimos representa mais topônimos, porém os mesmos são repetidos e não estão íntegros.

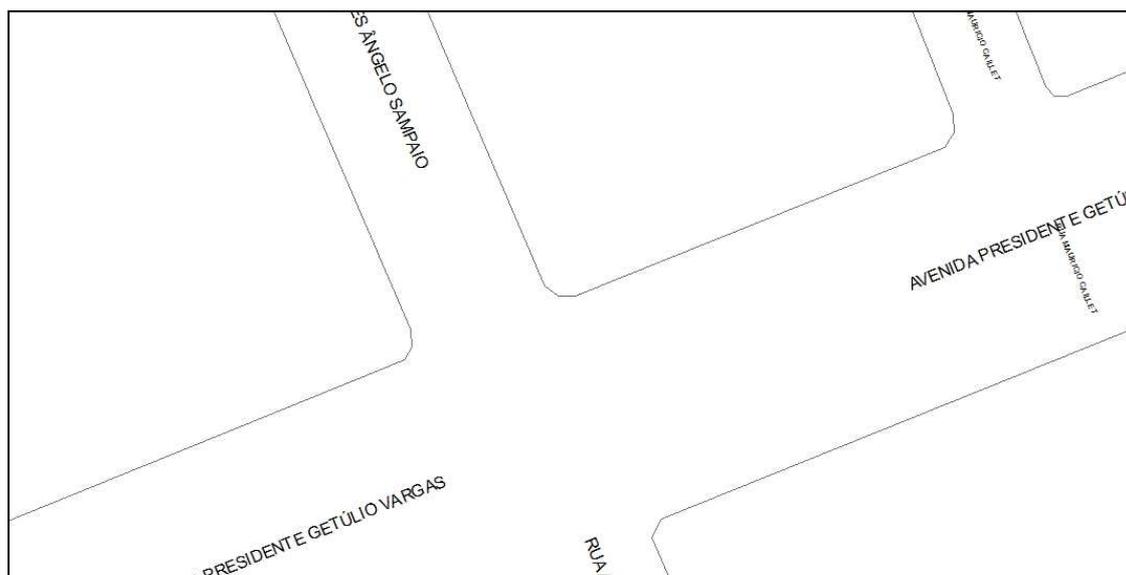


FIGURA 67 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500
FONTE: O AUTOR (2014)

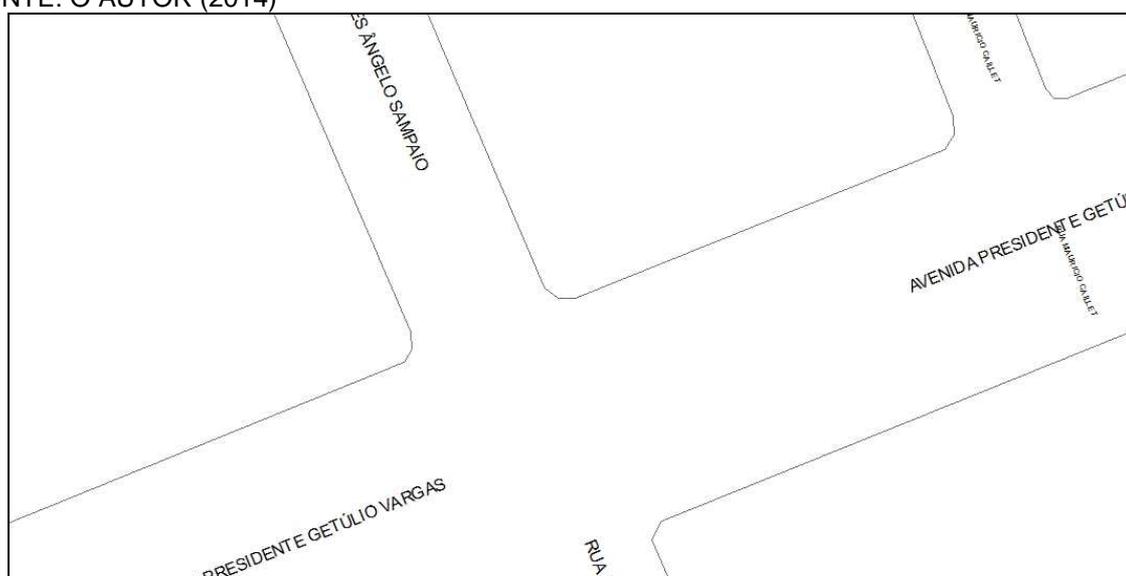


FIGURA 68 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – ESCALA 1:500
FONTE: O AUTOR (2014)

O QUADRO 15 traz um comparativo numérico entre as representações, conforme os indicadores definidos na metodologia, para a área de estudo em Araucária na escala 1:500, em que há maior incidência de vias de baixa hierarquia, ou seja, coletoras e locais. Com esta comparação evidencia-se a maior efetividade da rotulagem utilizada pelo *ArcGis*, tanto a básica como a extensão *Maplex*, pela maior quantidade de informação íntegra, apesar do fato de a generalização de topônimos apresentar até mais topônimos, que são parciais, e, portanto, não informam adequadamente. Enquanto que a rotulagem do *QuantumGis* não apresenta qualquer informação acerca da toponímia da área.

QUADRO 15 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM/GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:500 EM CURITIBA

Rotuladores	Quantidade de topônimos íntegros	Quantidade de topônimos não íntegros	Quantidade de sobreposições	Quantidade de feições sem toponímia
ArcGis Básico	3	0	0	0
ArcGis Maplex	3	0	0	0
QuantumGis	0	0	0	3
Topônimos	1	6	0	0

FONTE: O AUTOR (2014)

Em seguida foram realizados os testes para a escala de 1:1.000, apresentados nas FIGURAS 69, 70 e 71, respectivamente para os *softwares ArcGis*, *ArcGis Maplex* e *QuantumGis*. Novamente o *ArcGis* rotula todas as vias, assim como a sua extensão, porém esta última representa os topônimos com nomes compostos em múltiplas linhas mesmo havendo espaço para a representação em uma única linha. No caso do *QuantumGis* apenas a AVENIDA PRESIDENTE GETÚLIO

VARGAS é rotulada; porém este topônimo não é representado em sua totalidade e está escrito seguindo o sentido de criação da linha quando esta foi desenhada.

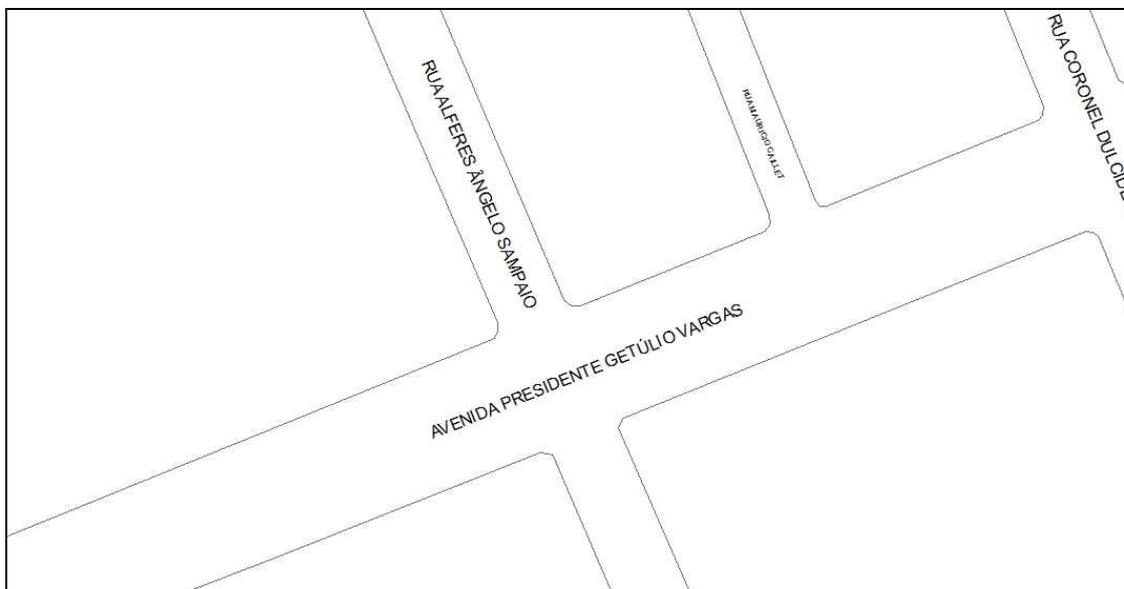


FIGURA 69 – ARCGIS - ESCALA 1:1000 MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

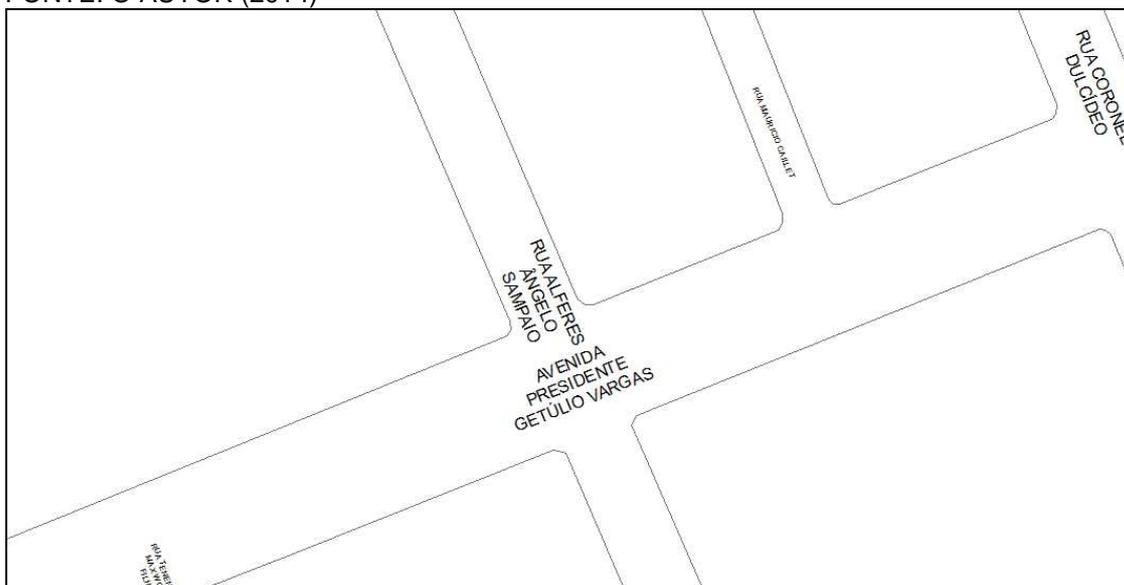


FIGURA 70 – ARCGIS MAPLEX - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

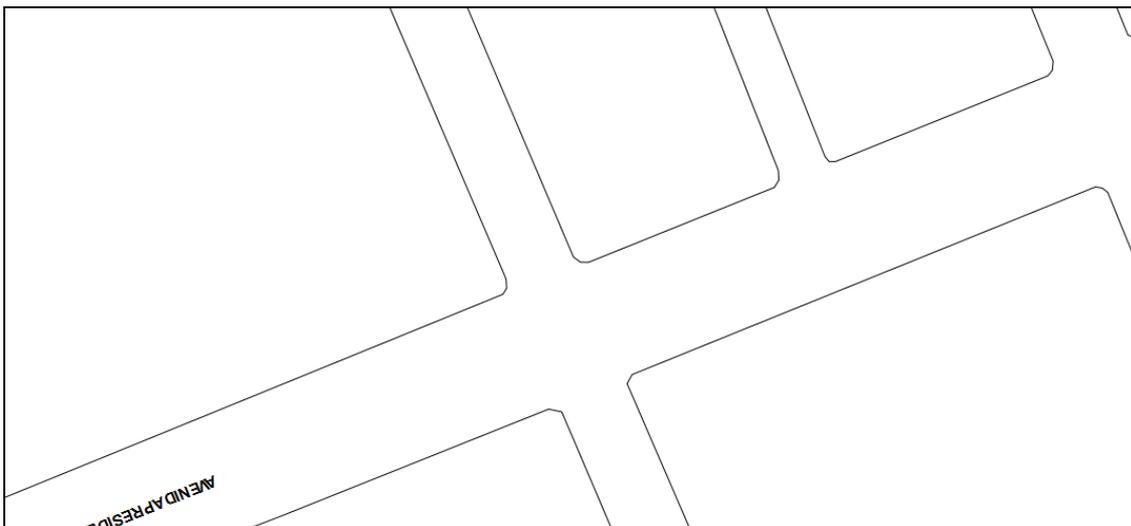


FIGURA 71 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

Os resultados parciais e final para a escala 1:1.000, obtidos pelo programa de topônimos são apresentados nas FIGURAS 72, 73 e 74. Na primeira etapa do programa, apenas uma parte do topônimo da principal via é representado. Com a primeira avaliação cartométrica (segunda etapa) todas as vias são denominadas, porém apenas uma de maneira íntegra, fato que se repete após a resolução dos conflitos de representação.

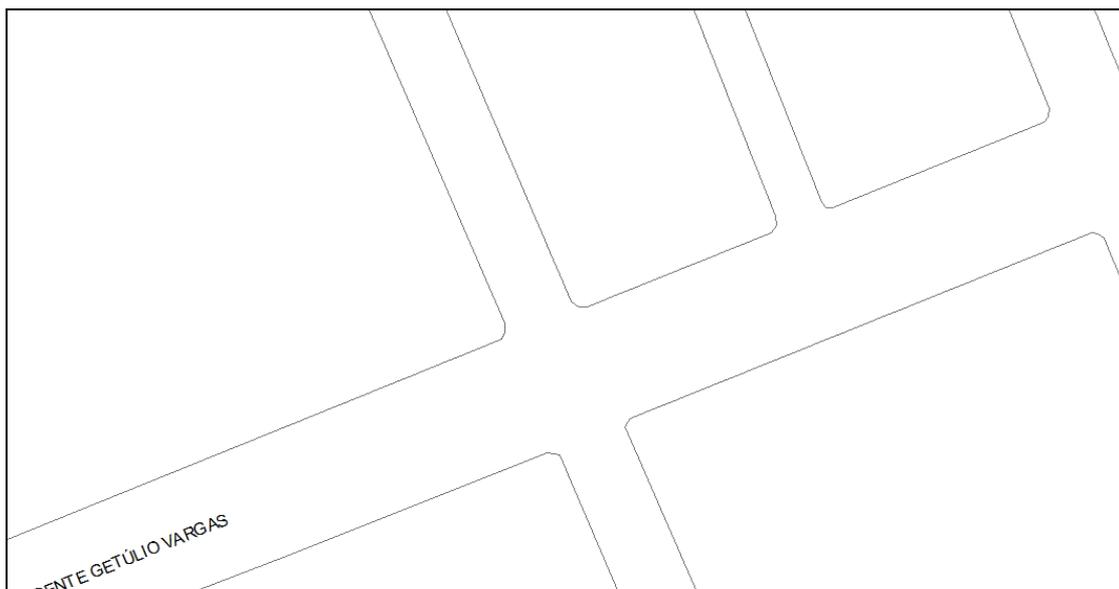


FIGURA 72 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:1.000 – CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

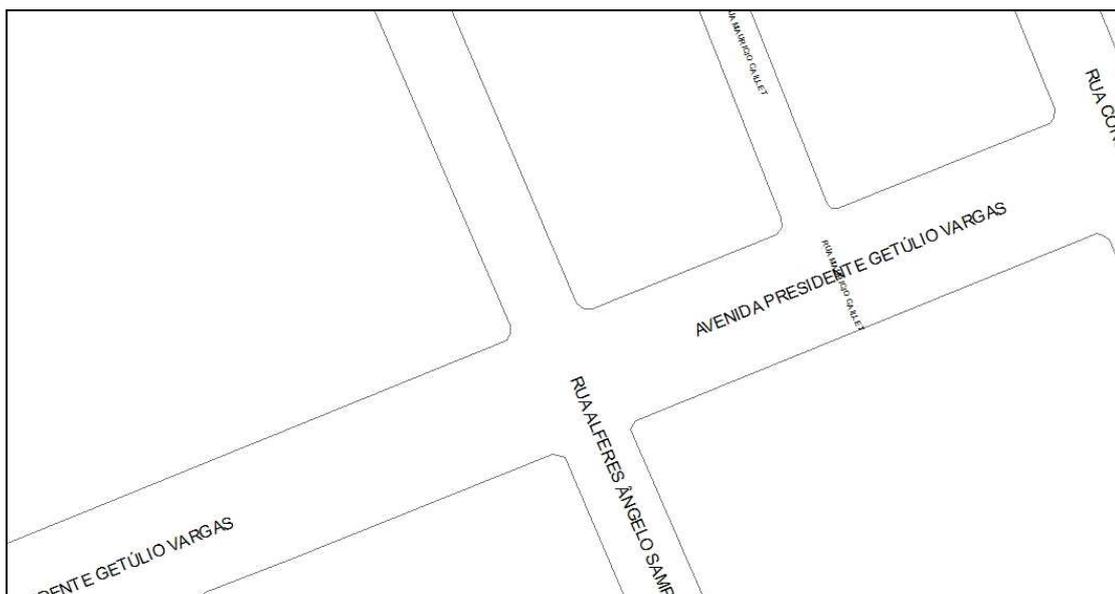


FIGURA 73 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS - ESCALA 1:1.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
 FONTE: O AUTOR (2014)

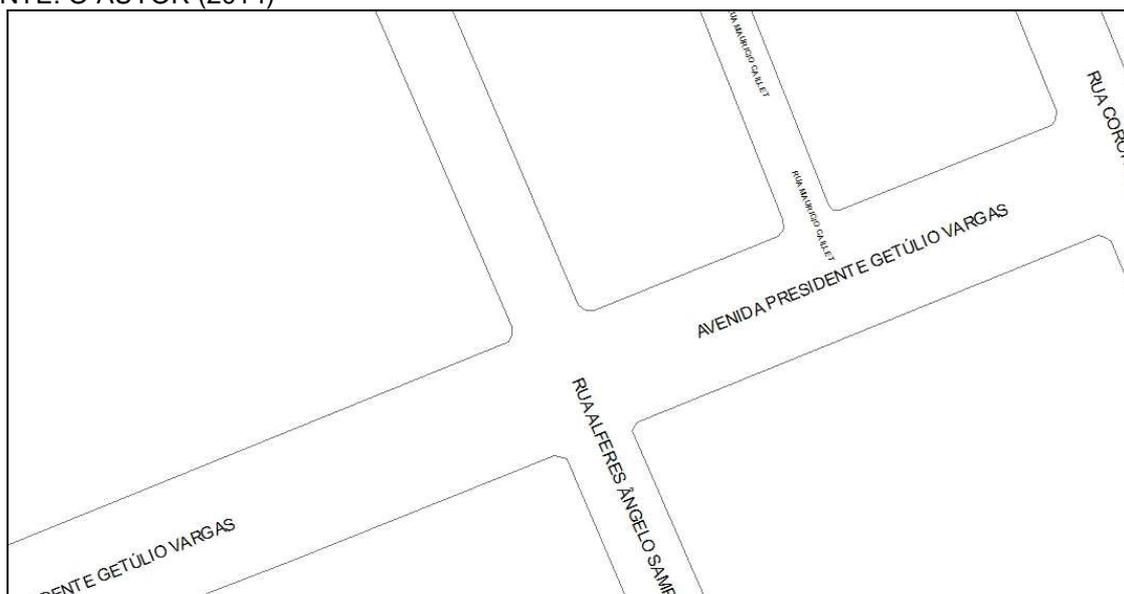


FIGURA 74 – SEGUNDA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS - ESCALA 1:1.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
 FONTE: O AUTOR (2014)

O QUADRO 16 mostra o mesmo cenário ocorrido na escala 1:500 na 1:1.000, em que evidencia-se a maior efetividade da rotulagem utilizada pelo *ArcGis*, tanto a básica como a extensão *Maplex*, pela maior quantidade de informação íntegra.

QUADRO 16 – COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ROTULAGEM / GENERALIZAÇÃO DE TOPÔNIMOS PARA ÁREAS COM PREDOMINÂNCIA DE RUAS DE BAIXA HIERARQUIA NA ESCALA 1:1.000 EM CURITIBA

Rotuladores	Quantidade de topônimos íntegros	Quantidade de topônimos não íntegros	Quantidade de sobreposições	Quantidade de feições sem toponímia
ArcGis Básico	4	0	0	0
ArcGis Maplex	4	1	0	0
QuantumGis	0	1	0	4
Topônimos	2	6	0	0

Os testes na escala 1:2.000 são apresentados nas FIGURAS 75, 76 e 77, respectivamente para os softwares *ArcGis*, *ArcGis Maplex* e *QuantumGis*. Novamente o *ArcGis*, bem como sua extensão, rotulou todas as vias, porém ocorrem sobreposições com as quadras ao utilizar rótulos com múltiplas linhas, mesmo havendo espaço para a representação em uma linha única. Por fim, o *QuantumGis* apresenta mais nomes do que nas escalas anteriores sempre seguindo a direção com a qual os trechos foram criados no mapa.

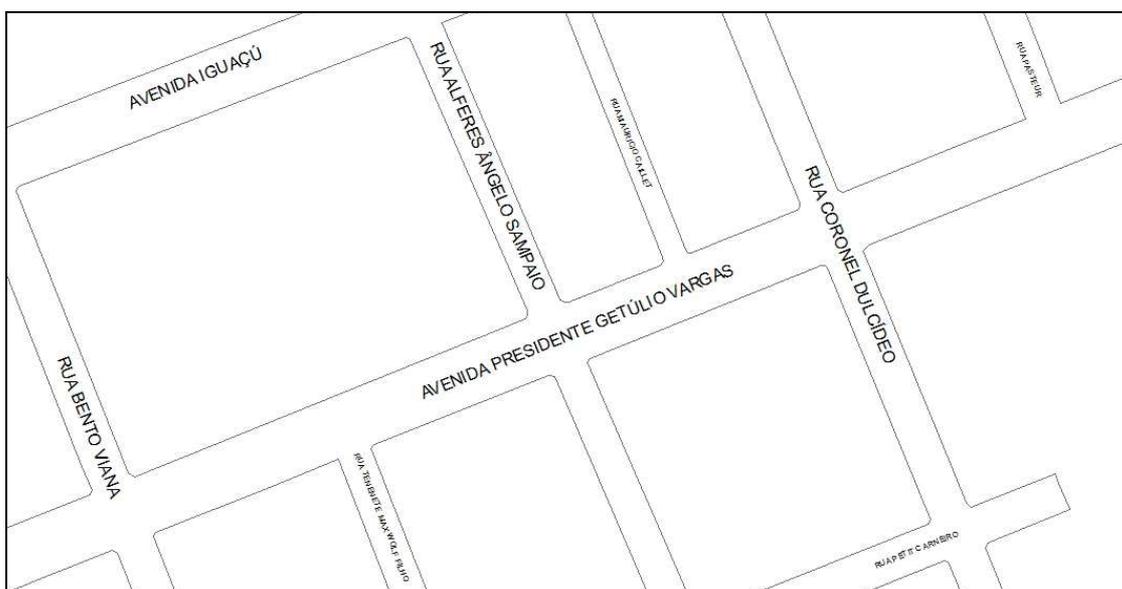


FIGURA 75 – ARCGIS – ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
 FONTE: O AUTOR (2014)

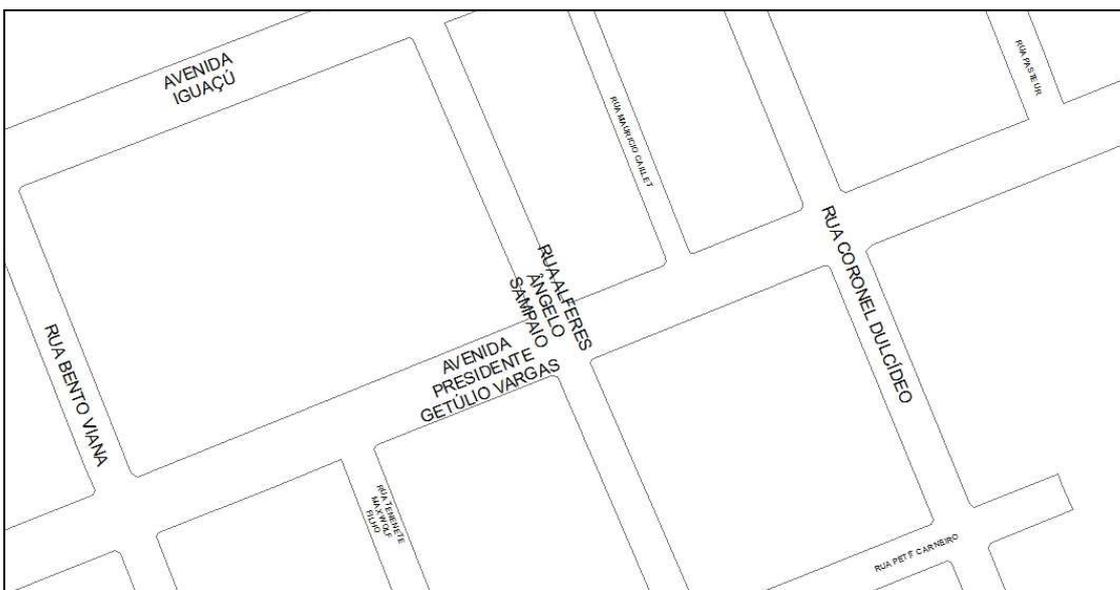


FIGURA 76 – ARCGIS MAPLEX – ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

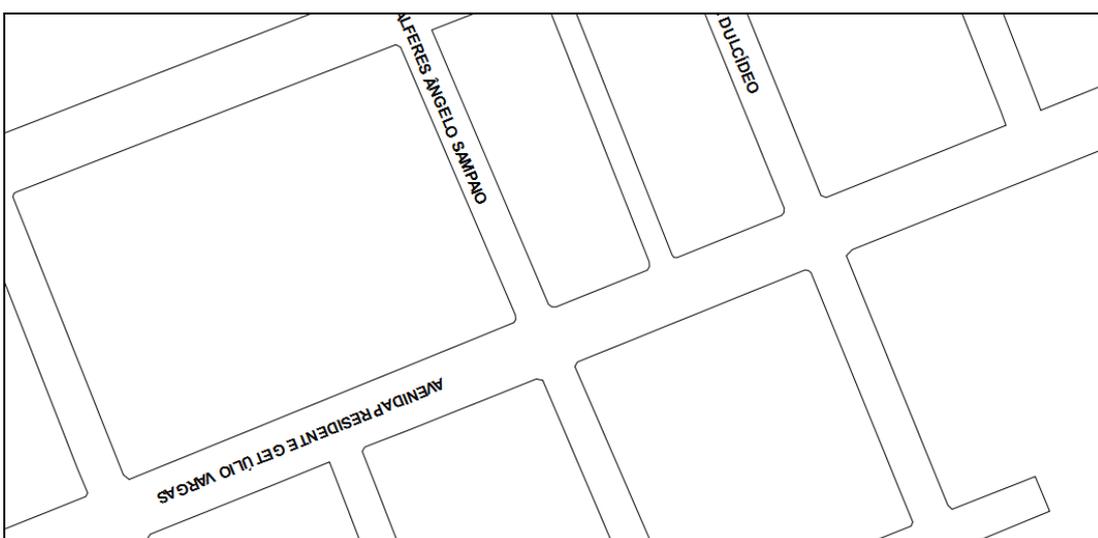


FIGURA 77 – QUANTUMGIS - ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

Nas FIGURAS 78, 79 e 80 são apresentados os resultados parciais e final da representação da toponímia obtidos pelo programa de topônimos para a escala 1:2.000. Pode-se constatar que o comportamento se repete com relação ao maior número de topônimos, porém nem todos representados integralmente.

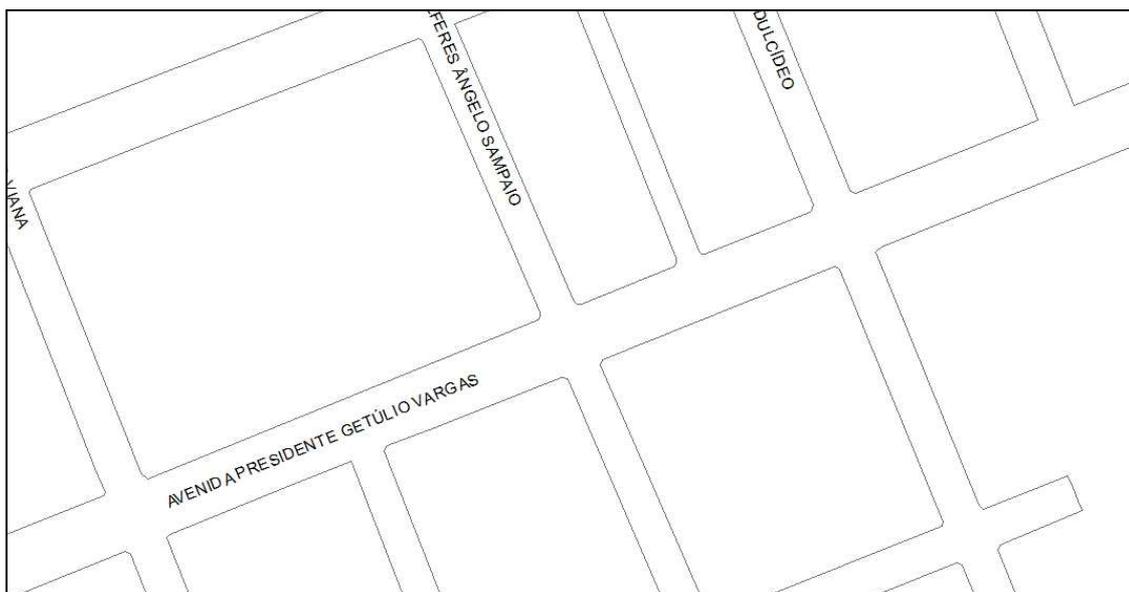


FIGURA 78 – INÍCIO DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

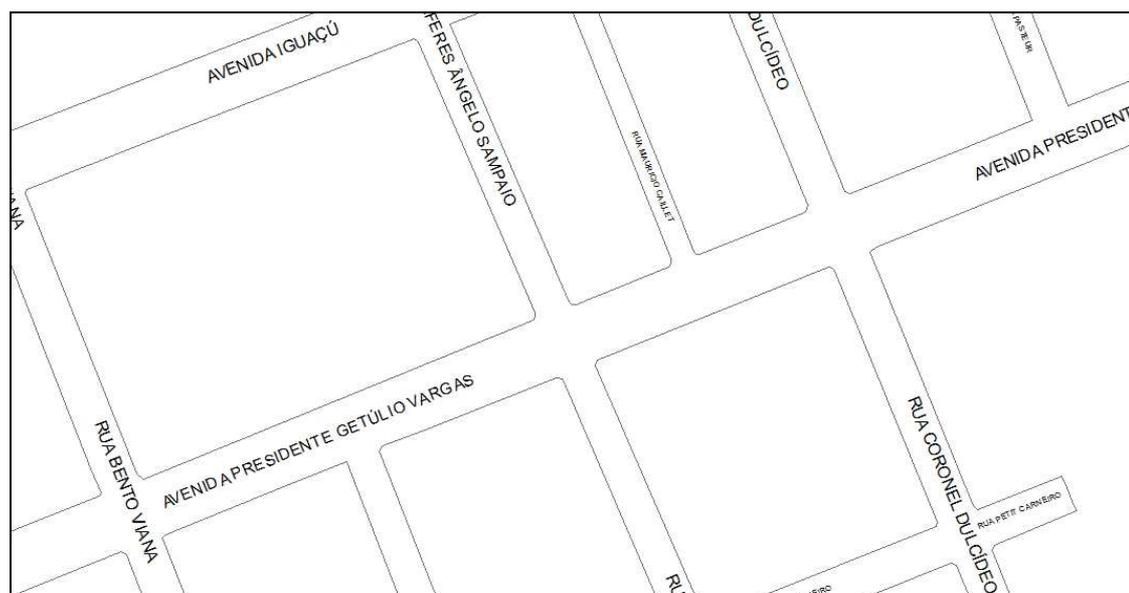


FIGURA 79 – PRIMEIRA AVALIAÇÃO CARTOMÉTRICA DO PROGRAMA DE TOPÔNIMOS – ESCALA 1:2.000 – MUNICÍPIO DE CURITIBA
FONTE: O AUTOR (2014)

4.3 EXPERIMENTOS COM O SISTEMA VIÁRIO DA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS

Na terceira área de estudo, cidade de Florianópolis, tem-se a situação da representação de vias que não são retas em sua maioria. As comparações são apresentadas nas FIGURAS 87 (*ArcGis*), 88 (*Maplex*) e 89 (Programa de Topônimos) para a escala 1:500. As demais escalas apresentam as comparações entre as três diferentes técnicas nas FIGURAS 90 a 98. E ao analisar estas figuras, percebe-se novamente, que com a diminuição da escala o programa de topônimos vai se tornando cada vez mais efetivo do que os outros procedimentos de colocação de rótulos.

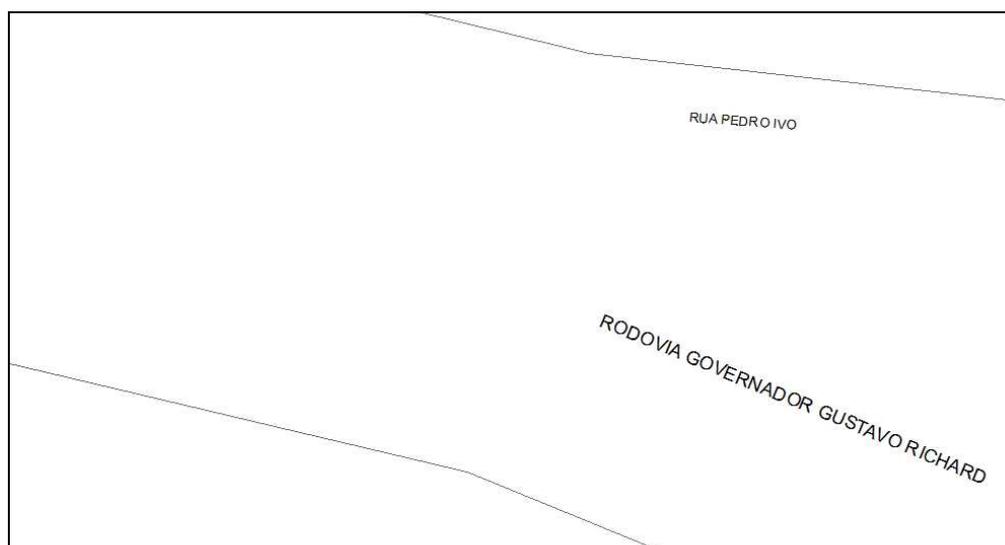


FIGURA 87 – ARCGIS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
FONTE: O AUTOR (2014)

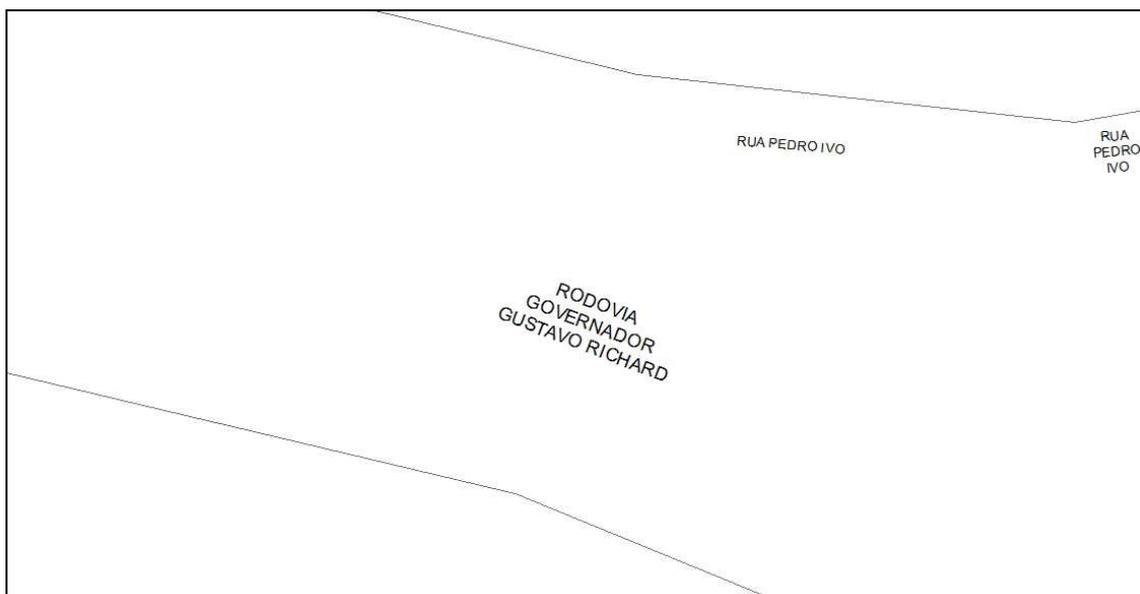


FIGURA 88 – MAPLEX - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
FONTE: O AUTOR (2014)

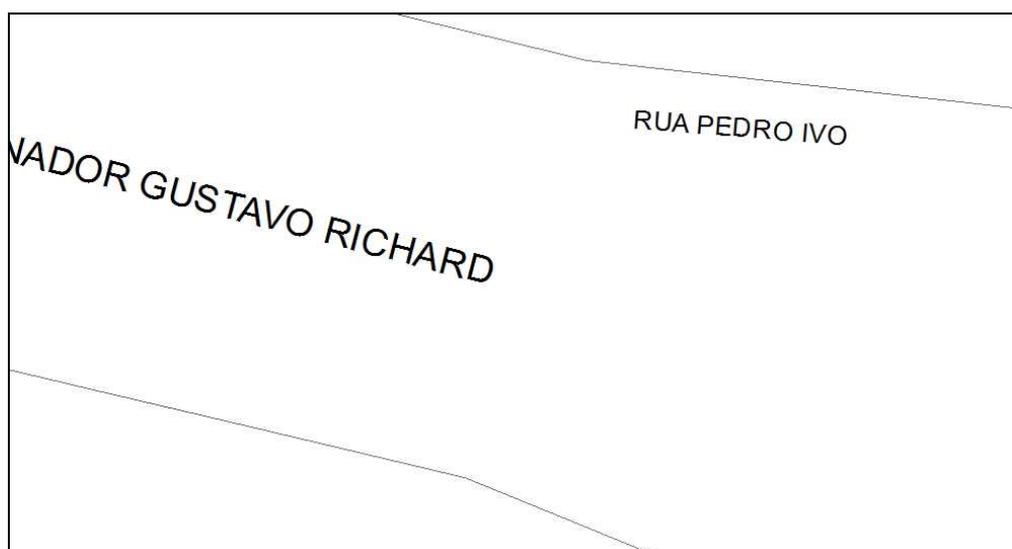


FIGURA 89 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:500 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
FONTE: O AUTOR (2014)

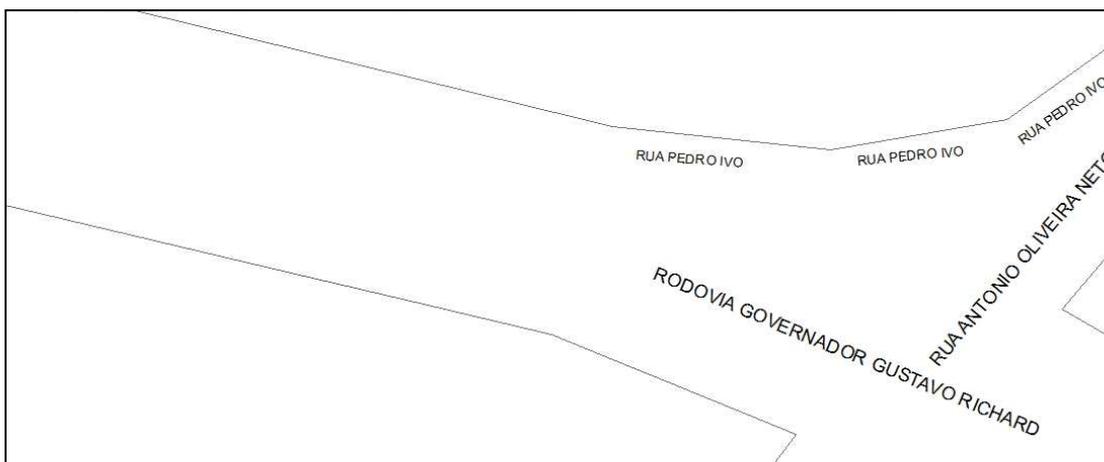


FIGURA 90 – ARCGIS - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 91 – MAPLEX – ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

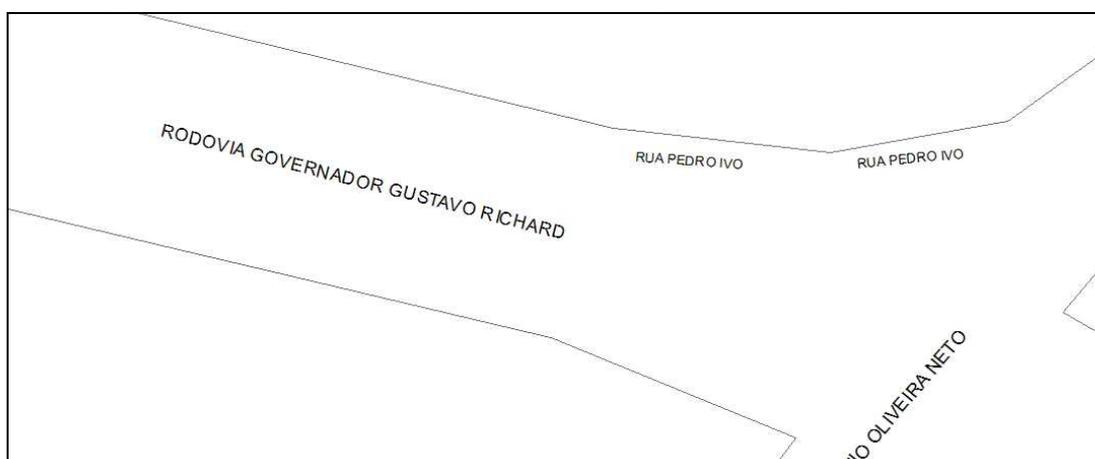


FIGURA 92 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:1000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

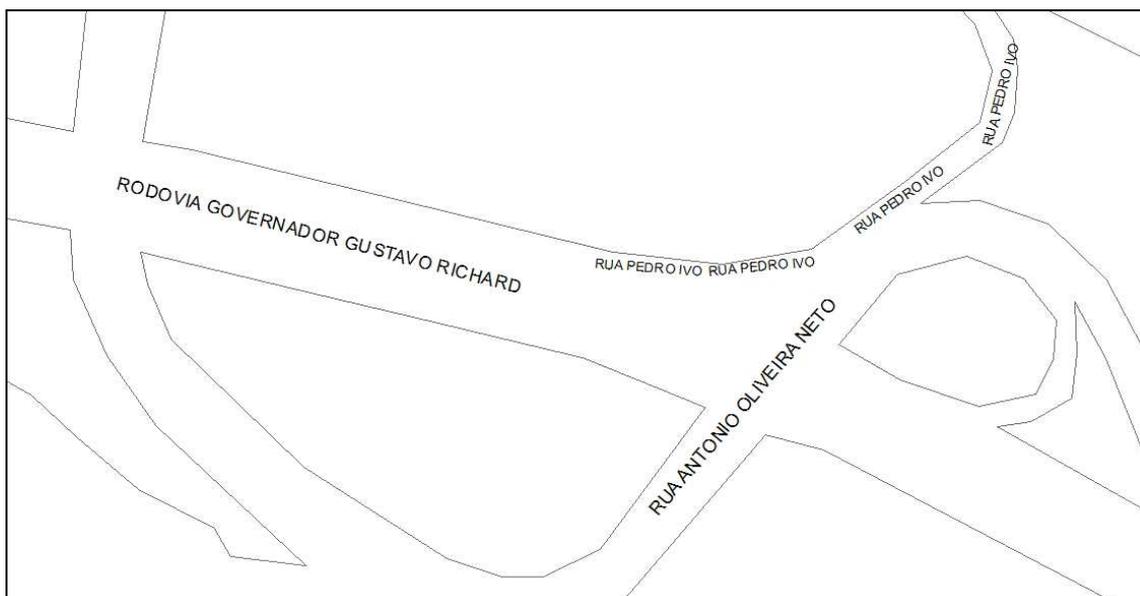


FIGURA 93 – ARCGIS - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
FONTE: O AUTOR (2014)

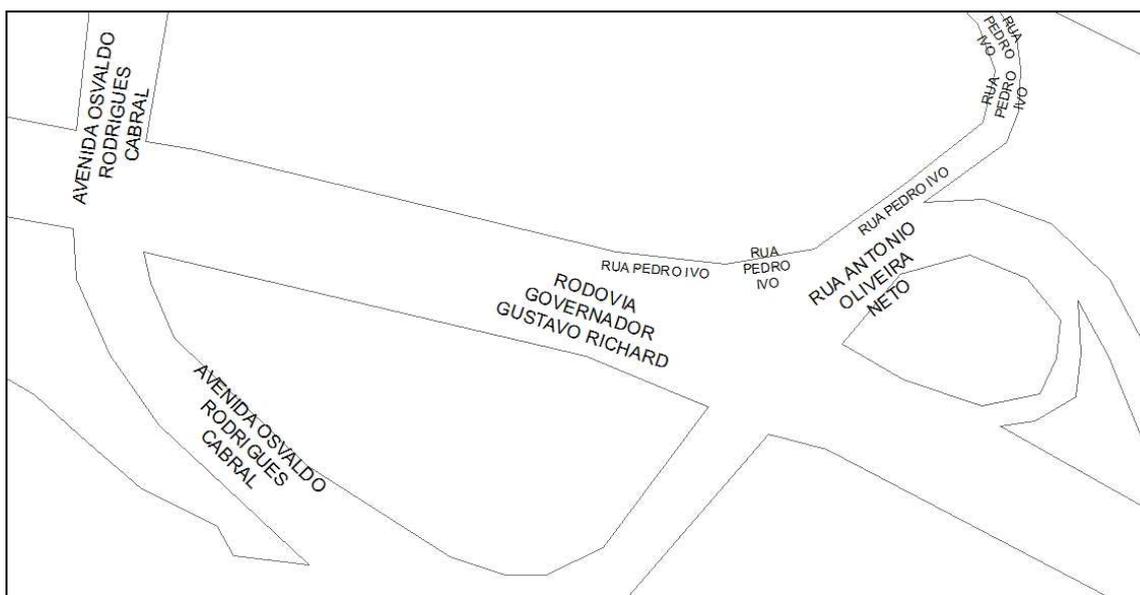


FIGURA 94 – MAPLEX - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
FONTE: O AUTOR (2014)



FIGURA 95 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:2000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

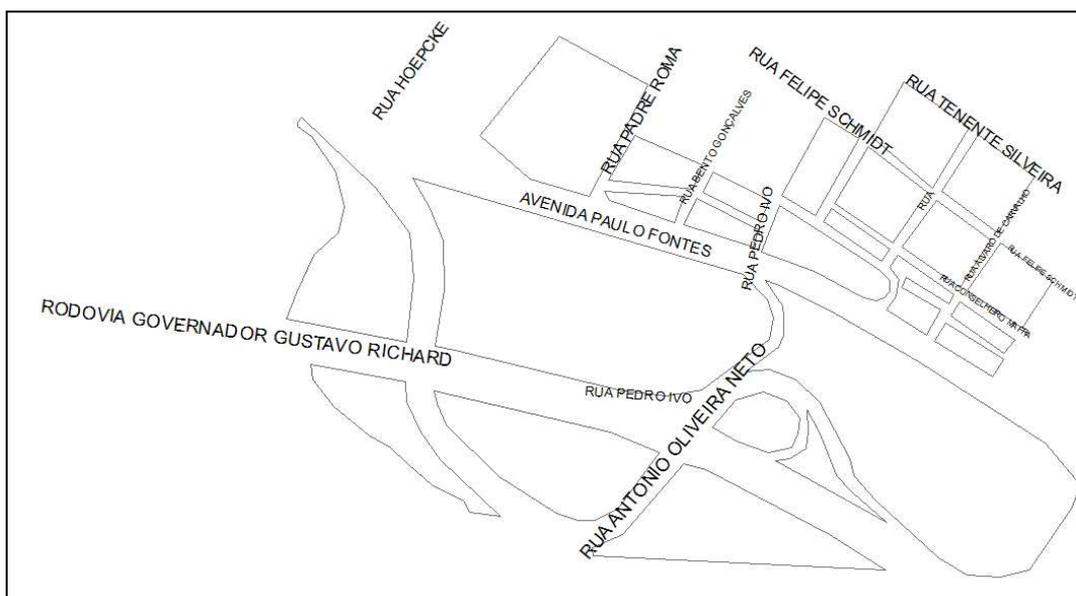


FIGURA 96 – ARCGIS - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

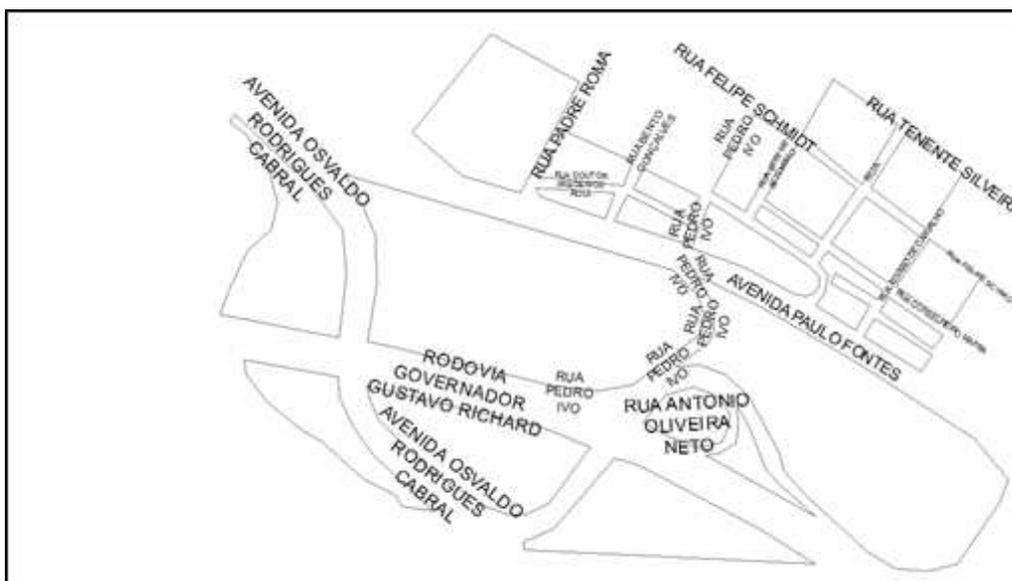


FIGURA 97 – MAPLEX - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

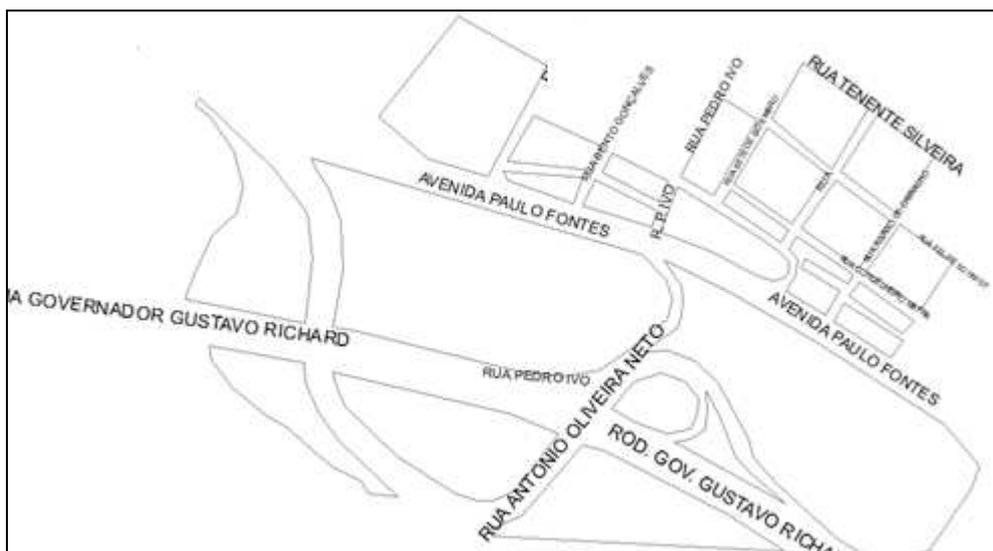


FIGURA 98 – TOPÔNIMOS - ESCALA 1:5000 – MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS
 FONTE: O AUTOR (2014)

4.3 COMPARAÇÃO DOS EXPERIMENTOS ENTRE AS ÁREAS DE ESTUDO

O QUADRO 19 apresenta um resumo comparando os resultados em todas as escalas testadas considerando as diferentes bases cartográficas e os diferentes *softwares* utilizados nesta pesquisa. Pode-se concluir que os melhores resultados até a escala 1:2.000 ocorreram pelo colocador de rótulos do *ArcGis* básico para as feições que são predominantemente retas. Quando as vias eram curvas, a extensão

Maplex se mostrou mais efetiva. Porém para ambos os casos, a partir da escala 1:5.000 o programa de Topônimos desenvolvido nesta pesquisa obteve melhor desempenho.

QUADRO 19 – RESUMO DO COMPARATIVO ENTRE OS COLOCADORES DE RÓTULOS

Escala	Base	Software	Análise
1:500	Araucária	ArcGis básico	Melhor resultado
		<i>ArcGis Maplex</i>	Não testado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Cortou nomes
	Curitiba	ArcGis básico	Melhor resultado
		ArcGis Maplex	Melhor resultado
		<i>QuantumGis</i>	Sem toponímia
		Topônimos	Cortou nomes
	Florianópolis	<i>ArcGis básico</i>	Menos topônimos
		ArcGis Maplex	Melhor resultado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Cortou nomes
1:1.000	Araucária	ArcGis básico	Melhor resultado
		<i>ArcGis Maplex</i>	Não testado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Cortou nomes
	Curitiba	ArcGis básico	Melhor resultado
		<i>ArcGis Maplex</i>	Cortou nomes
		<i>QuantumGis</i>	Menos topônimos
		Topônimos	Cortou nomes
	Florianópolis	ArcGis básico	Melhor resultado
		ArcGis Maplex	Melhor resultado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Cortou nomes
1:2.000	Araucária	ArcGis básico	Melhor resultado
		<i>ArcGis Maplex</i>	Não testado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Cortou nomes
	Curitiba	ArcGis básico	Melhor resultado
		<i>ArcGis Maplex</i>	Sobreposição com quadras
		<i>QuantumGis</i>	Menos informações
		Topônimos	Nomes cortados
	Florianópolis	<i>ArcGis básico</i>	Menos topônimos
		<i>ArcGis Maplex</i>	Sobreposições
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Melhor resultado
1:5.000	Araucária	<i>ArcGis básico</i>	Menos topônimos
		<i>ArcGis Maplex</i>	Não testado
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Melhor resultado
	Curitiba	<i>ArcGis básico</i>	Menos informações
		<i>ArcGis Maplex</i>	Sobreposições com quadra
		<i>QuantumGis</i>	Menos informações
		Topônimos	Melhor resultado
	Florianópolis	<i>ArcGis básico</i>	Sobreposições
		<i>ArcGis Maplex</i>	Sobreposições
		<i>QuantumGis</i>	Não testado
		Topônimos	Melhor resultado

FONTE: O AUTOR (2014)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Esta pesquisa mostrou a possibilidade de se aplicar sistemas multiagentes para a generalização de toponímia e comparou seus resultados com outros métodos de generalização existentes. Isto porque em sua metodologia foram consideradas a avaliação cartométrica. Além disso, todos os topônimos foram considerados feições e agentes, que possuíam uma hierarquia.

Ao considerar as escalas do mapeamento cadastral para escalas menores ou igual a 1:5.000, com esta tese prova-se que é possível aumentar o número de topônimos em um mapa por meio da generalização cartográfica de topônimos em mapas de sistemas viários, comparando com as técnicas já implementadas de colocação de rótulos em software SIG

A generalização cartográfica para topônimos não está implementada em programas que lidam com a informação geográfica. E o método proposto com a utilização de agentes inteligentes se mostrou eficiente para a formalização deste conhecimento, de forma genérica, pois foi aplicado para diferentes configurações de sistema viário. Esta técnica de inteligência artificial já vem sendo testada como forma de solução para vários aspectos da generalização, e esta pesquisa comprova a efetividade dos sistemas multiagentes.

Para comprovar a hipótese levantada nesta pesquisa foram coletados dados amostrais de três áreas urbanas distintas em suas características com o intuito de expor o programa de Topônimos a diversas situações e conferindo-lhe, então, um caráter mais genérico. Tanto para feições com mais trechos retos quanto para com mais trechos curvos, a metodologia desenvolvida nesta pesquisa se mostrou mais

efetiva a partir da escala 1:5.000. Para se chegar a esta conclusão utilizou-se de outros métodos de colocação de rótulos de *softwares* para fundamentar esta comparação através dos resultados obtidos por cada procedimento.

A maior vantagem do programa de Topônimos está em, a partir da escala 1:5.000, oferecer mais informações íntegras do que os outros programas, aproveitando melhor os espaços disponíveis para a representação. Apesar de existir a possibilidade de serem representados nomes cortados, que podem não contribuir com a localização do usuário.

Como grandes entraves no desenvolvimento desta pesquisa pode-se citar, primeiramente, o tratamento dos dados cujas fontes não foram coletadas com objetivo de aplicação neste sistema, e, também a implementação dentro de um SIG através de linguagem de programação, que difere entre os programas que trabalham com informação geográfica.

5.2 RECOMENDAÇÕES

O sistema multiagentes pode ser aprimorado com a adição de novas restrições, como por exemplo, os limites da visualização, o que impediria a representação parcial de topônimos através de deslocamentos, que os eliminaria ou os representaria por completo no mapa resultante. Isto faria com que os mapas com topônimos generalizados fossem mais efetivos, ou no mínimo equivalentes, para escalas maiores que 1:5.000.

Em trabalhos futuros recomenda-se traduzir os algoritmos desta pesquisa, escritos em C *sharp*, para as linguagens de programação usadas no SIG. Assim o programa deixaria de ser um aplicativo externo e atuaria como extensão dentro do software. Outro fator importante é que o programa seja adaptado para utilizar os

dados em seu formato padrão, sem a necessidade de conversões, como foi realizado nesta tese.

A generalização cartográfica não é realizada apenas para um tipo de feição em mapas, mas sim para todas elas. Portanto, a generalização de topônimos deve ser abordada em conjunto com a generalização dos outros objetos geográficos.

6. REFERÊNCIAS

- ARCGIS. Help of ArcGis. Acesso em setembro de 2014.
- BARANAUSKAS, M. C. C. Collective Construction of Meaning and System for Inclusive Social Network. In: ICC. 2011.
- BEGUIN, M., PUMAIN, D. La Représentation des données géographiques. *Armand Collin*. Paris. 192 pp. 1994.
- BERTIN, J. Sémiologie graphique: les diagrams, reseaux, les cartes. *Mouton, Gauthier-Villars*. Paris. 432 pp. 1967.
- BOFFET, A. Creating urban information for cartographic generalisation. *In International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'00)*. Beijing. 2000.
- BOLLMANN J, KOCH WG. Lexikon der Kartographie und Geomatik Spektrum Akademischer Verlag. *Portal: Wissenschaft-Online*. Vol 2. 905 p. Heidelberg. 2002.
- BRASSEL, K. E.; WEIBEL, R. A Review and Conceptual Framework of Automated Map Generalization. *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 2, Nº. 3, 1988.
- BREWER, C.A., et al. Automated Thinning of Road Networks and Road Labels for Multiscale Design of The United States. *Cartography and Geographic Information Science*. Vol 40. 259-270 pp. 2013.
- BURGHARDT, D., MATHUR, A. Derivation of Digital Vector Models. *CA workshop*. Leicester. 2004.
- BURGHARDT, D., MCMASTER, R. Map Generalization: Making rules for knowledge representation. *Longmann Scientific and Technical*. New York. 1991.
- BUTTENFIELD, B.P.; HULTGREN T. Managing Multiple Representations of “Base Carto” Features: A Data Modeling Approach. *Proceedings of AutoCarto 2005*. Las Vegas. 2005.
- BUTTENFIELD, B.P.; HULTGREN T. Managing Multiple Representations of “Base Carto” Features: A Data Modeling Approach. *Proceedings of AutoCarto 2005*. Las Vegas. 2005.

- CARVALHO, F. S. Integração entre Sistemas multi-agentes e Sistemas de Banco de Dados Distribuídos. 25/07/2008. 144 pp. Tese de Doutorado. USP. 2008
- CECCONI, A. (2003). Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping. 155 pp. Ph. D. thesis, University of Zurich.
- CHAUDHRY, O. Z.; MACKANESS, W.A. Automatic Identification of Urban Settlement Boundaries for Multiple Representation Databases. *Computer Environment and Urban Systems*. pp. 95-109. 2008
- CHRISTENSON, J., MARKS, J. SCHIEBER, S. Algorithms for cartographic label placement. *In the proceedings of ASPRS/ACMS Annual Convention and Exposition*. 1995
- DENÉGRE J., SALGÉ F. Les systèmes d' information géographique, Que sais-je? PUF. Paris, 2004.
- DEVOGELE, T., BADARD, T. LIBOUREL T. La problématique de la représentation multiple, *Généralisation et Représentation Multiple*, H. S. publications. pp. 55–74. Paris. 2002.
- DOBIAS, M. PAL Automated Label Placement <http://pal.heig-vd.ch>. Acesso em Agosto de 2014.
- DODDI, S. et al. Map labeling and its generalizations. *Eighth Annual Association for Computing Machinery (ACM) - Society for Industrial and Applied Mathematics Symposium on Discrete Algorithms (SODA)*. Philadelphia. 1997
- DOUGLAS, D. H. AND PEUCKER, T. K. Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digitized Line or its Caricature. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 10 (2), pp 112-122. 1973.
- DUCHÊNE C. Généralisation par agents communicants: le modèle CARTACOM. Application aux données topographiques en zone rurale. 11/06/2014. Thèse de doctorat en informatique, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie. Paris. 2004.
- FIRKOWSKI, H. Generalização Cartográfica de Grades Retangulares Regulares Baseada na Teoria Matemática da Comunicação. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.
- FOERSTER, T., STOTER, J., AND KÖBBEN, B. Towards a Formal Classification of Generalization Operators. *In Proceedings of 23rd International Cartographic Conference*. ICA. Moscou. 2007
- GAFFURI, J. Field deformation in an agent-based generalisation model: the GAEL model. *In F. Probst, C.Kessler (Eds.), GI-days 2007 - young researches forum, IFGI*, pp. 1-24. Muenster. 2007.
- GAFFURI, J. Three reuse example of a generic deformation model in map generalisation. *In 24th International Cartographic Conference*. Santiago. 2009.
- GALANDA, M., WEIBEL, R. Ein Multiagentensystem zur Generalisierung von Polygonmosaiken in thematischen Karten. *In: Koch, A. & Mandl, P. (eds). Multi-Agenten-Systeme in der Geographie. Klagenfurter Geographische Schriften*, pp 139-166. 2003.

- HAKE, G., GRUENREICH D., MENG L. Kartographie und Visualisierung raumzeitlicher Informationen. 8. vollst. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Walter de Gruyter. Berlin/New York. 2002
- HEĆIMOVIĆ, Ž. Spatial Intelligence and Toponyms. *INSPIRE. 2013 v 3.0.1. INSPIRE Thematic Working Group Geographical Names.*
- ICA. <http://www.icaci.org>. Acesso em Fevereiro de 2014.
- ICOS. ICOS Statutes. <http://www.icosweb.net>. Acesso em Fevereiro de 2013
- IGN. Institute Géographique National. Acesso em Janeiro de 2013.
- INSPIRE. Data Specification on Geographical Names – *Guidelines*. 2010
- ISSMAEL, Q.L.S. Generalização Cartográfica: Determinação de Operadores e de Escalas Catastróficas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) - Departamento de Engenharia Cartográfica, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2003.
- JAKIR Ž, HEĆIMOVIĆ Ž, ŠTEFAN Z. Place Names Ontologies. *In Ruas A (Ed.) Advances in Cartography. Selection from ICC 2011, Paris, and GI Science.* Volume 1. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Subseries: Publications of the International Cartographic Association (ICA), Springer Heidelberg Dordrecht London New York, pp 331-349. 2011
- JENNIGS, N. R. Roadmap to Agent Research and Development. *Autonomous Agents Multi-Agent. 2000.*
- JOÃO, E M. Causes and Consequences of Map Generalization, Ed. Taylor & Francis Ltd, London, 1998.
- KADMON N. Glossary of Terms for the Standardization of Toponyms. *United Nations Department of Economic and Social Affairs Statistical Division, United Nations Group of Experts on Toponyms.* New York. 2002.
- KEATES, J. S. Cartographic Design Production. 1973.
- KOVACS K, DOLBEAR C, HART G, GOODWIN J, MIZEN H. A Methodology for Building Conceptual Domain Ontologies. *Ordnance Survey, Southampton.* 2006.
- LESSER, V. R. Cooperative multiagent systems: A personal view of the state of the art. *IEEE Trans. Knowledge Data Eng.* 1999.
- LÜSCHER, P., WEIBEL R., BURGHARDT D. Alternative options of using processing knowledge to populate ontologies for the recognition of urban concepts. *In 11th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation. ICA. Montpellier.* 2008a.
- MCGRAW, A., HARBISON-BRIGGS, T. Experts Systems. *Pearson Education.* 1989.
- MACKANESS, W. A. AND EDWARDS, G. The Importance of Modelling Pattern and Structure in Automated Map Generalisation. *In Proceedings of the Joint ISPRS/ICA Workshop on Multi-Scale Representations of Spatial Data*, pp. 7-8. 2002.
- MCMASTER, R. AND SHEA, K. S. Generalization in Digital Cartography. *Association of American Cartographers.* 1992.

- MCMASTER, R. B. AND SHEA, K. S. Cartographic Generalization in Digital Environment: A Framework for implementation in a GIS. *In GIS/LIS'88*, pp. 240-249. 1988.
- MCMASTER, R. B. Conceptual Frameworks for Geographical Knowledge. *In: Buttenfield, B. P.; McMaster, R. B. (eds.) Map Generalization – Making Rules for Knowledge Representation*, Longman, 1991.
- McMASTER, R.B.; SHEA, K.S. Generalization in Digital Cartography. 1.ed. Washington: Association of American Geographers, 1992. 133p.
- MOLENAAR, M. Multi-scale Approaches for Geodata. *XVIII ISPRS*. Viena, 1996.
- MONMONIER, M. How to lie with maps. 1.ed. The University of Chicago. 176 p. Chicago. 1991.
- MÜLLER, J. C., WEIBEL R., LAGRANGE J. P., SALGÉ S. Generalization: state of the art and issues. *In J.-C. Müller, J.-P. Lagrange, and R. Weibel (Eds.), GIS and Generalization*, pp. 3-17. London. 1995
- MUSTIÈRE, S. Apprentissage supervisé pour la generalization cartographique. Ph. D. thesis, Université Pierre et Marie Curie. 2001.
- NALINI, V. Avaliação cartométrica da base cartográfica digital adequada à gestão urbana derivada por generalização cartográfica a partir da escala de origem 1:2000. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.
- NYERGES, T. Representing geographical meaning. *In B. Buttenfield and R. McMaster (Eds.), Map Generalization : Making Rules for Knowledge Representation*, Harlow: Longman Group. pp. 59-85. 1991
- ORMELING, F. Cartography: Visualization of Spacial Data. *Longman Pub Group*. 1996
- RAPOSO, P., BREWER C.A., STANISLAWSKIL.V. Label and Attribute Based Topographic Point Thinning. *Workshop Proceedings, ICA Commission on Generalisation and Multiple Representation*, Dresden. 8 pp. 2013.
- REGNAULD, N., MCMASTER R.B. A synoptic view of generalization operators. *In W.A. Mackaness, A. Ruas, L.T. Sarjakoski (eds), Generalisation of geographic information: cartographic modelling and applications*. pp. 37-66. Oxford. 2007.
- RIEGER, M. K.; COULSON, M. R. Consensus or Confusion: Cartographers' Knowledge of Generalization. *Cartographica*, Vol. 30, No. 2 & 3, 1993.
- ROTH, R. E., STRYKER M., BREWER C. A. A typology of multi-scale mapping operators. *In Proceedings of GIScience 2008*, Park City, Utah, USA. 2008.
- RUAS A., Le changement de niveau de détail dans la représentation de l'information géographique, Habilitation à diriger des recherches spécialité SIG, Université de Marne-la-Vallée, dirigée par Bernard Cervelle. 2004.
- RUAS, A., LIBOUREL, T. Introduction. *In Ruas, A. (Ed.), Généralisation et représentation multiple*, Chapter 1, pp. 17-22. Paris. 2002.
- RUAS, A., PLAZANET, C. Strategies for automated generalization. *In 7th international symposium on spatial data handling*, Delft, pp. 319-336. 1996.

- RUAS A.. Les problématiques de la généralisation. *Généralisation et représentation multiple*, Capítulo 4, pp 75-90. Paris. 2002.
- RUSSELL. S., NORVIG, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. *Upper Sadle River*. 2003.
- SARJAKOSKI, T. Conceptual Models of Generalisation and Multiple Representation. *In: Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications*. Elsevier. Paris. 2007.
- SKUPIN, A. From metaphor to method: cartographic prespectives on information visualization. *Paper presented at the IEEE Symposium on Information Visualization(InfoVis)*. 2000.
- SPIESS E. The Need for Generalization in a GIS Environment. GIS and Generalization: Methodology and Practice. *Taylor and Francis*. London. 1995.
- STEINIGER, S., BURGHARDT D., WEIBEL R. Recognition of island structures for map generalization. *In GIS '06: Proceedings of the 14th annual ACM international symposium on Advances in geographic information systems*. pp. 67-74. New York. 2006.
- STEINIGER, S., T. LANGE, D. BURGHARDT, AND R. WEIBEL. An Approach for the Classification of Urban Building Structures Based on Discriminant Analysis Techniques. *Transactions in GIS 12 (1)*, 31-59. 2008.
- SWISS SOCIETY OF CARTOGRAPHY. Cartographic Generalization. *Cartographic Publication Series n. 2*, 1979. 61p.
- TAURA, T. A. Estudo da Simbologia para Cartas na Escala 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000 de Mapeamento Urbano do Paranacidade e Generalização Cartográfica. *Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná*. 2007.
- TOUYA G., DUCHÊNE C. Collagen: collaboration between automatic cartographic generalisation processes. *Advances in Cartography and GIScience Vol.1, LNG&C, Selection from 25th International Cartographic Conference (ICC'11), 3-8 July*. pp 541-558. Paris. 2011.
- TOUYA, G. Enrichissement de données par analyse spatiale pour la généralisation des réseaux. *In Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale SAGEO'08*. 2008.
- VIANNA, C.R.F. Generalização Cartográfica em Ambiente Digital Escala 1:250. 000 a partir de Dados Cartográficos Digitais na Escala 1:50.000. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) - Departamento de Engenharia Cartográfica, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 1997*.
- WEIBEL, R., DUTTON G. Generalising Spatial Data and Dealing with Multiple Representations. *In P. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind (Eds.), Geographical Information Systems, Vol. 1, Principles and Technical Issues (Second ed.)*., pp. 125-150. Wiley. 1999.
- WIEBEL, R. Map Generalization in the Context of Digital Systems. *Cartography and Geographic Systems, Guest Editorial to Special Issue on Automated Map Generalization*, 1995

YAMAMOTO, M., CAMARA, G., AND LORENA, L. Fast Point-Feature Label Placement Algorithm for Real Time Screen Maps. *In VI Brazilian Symposium in Geoinformatics*. 2005.

YAOLIN, L., MOLENAAR, M., AND TINGHUA, A. Frameworks for Generalization Constraints and Operations Based on Object-Oriented Data Structure in Database Generalization. *In Du, H. L. (Ed.), 20th International Cartographic Conference, Volume 3*. 2001.

7. ANEXOS

7.1 CÓDIGO FONTE

7.1.1 Form 1

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;

namespace ToponimosForms {
    public partial class Form1 : Form {
        public Form1() {
            InitializeComponent();
            Fonte1Textbox.Text = "10";
            Fonte2Textbox.Text = "9";
            Fonte3Textbox.Text = "8";
            Fonte4Textbox.Text = "7";
            Fonte5Textbox.Text = "6";
            EscalaTextbox.Text = "5000";
            OrigemXTextbox.Text = "660029000";
            OrigemYTextbox.Text = "7169655000";
            ResultadoLabel.Text = "Preencha todos os campos e clique em \"Processar informações...\"";
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e) {
            DialogResult result = ToponimosFileDialog.ShowDialog(); // Show the dialog.
            if (result == DialogResult.OK) // Test result.
            {
                ArquivoToponimosTextbox.Text = ToponimosFileDialog.FileName;
            }
            else {
                ArquivoToponimosTextbox.Text = "";
            }
        }
    }
}
```

```

private void button2_Click(object sender, EventArgs e) {
    DialogResult result = ImagemFileDialog.ShowDialog(); // Show the dialog.
    if (result == DialogResult.OK) // Test result.
    {
        ArquivolImagemTextbox.Text = ImagemFileDialog.FileName;
    }
    else {
        ArquivolImagemTextbox.Text = "";
    }
}

private bool PreencheuCampos() {
    if (string.IsNullOrEmpty(Fonte1Textbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(Fonte2Textbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(Fonte3Textbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(Fonte4Textbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(Fonte5Textbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(EscalaTextbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(OrigemXTextbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(OrigemYTextbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(ArquivolImagemTextbox.Text))
        return false;
    if (string.IsNullOrEmpty(ArquivoToponimosTextbox.Text))
        return false;
    return true;
}

private void button3_Click(object sender, EventArgs e) {
    try {
        ResultadoLabel.Text = "";
        if (!PreencheuCampos()) {
            ResultadoLabel.Text = "Preencha todos os campos antes de processar as informações.";
            return;
        }
    }

    Toponimo top = new Toponimo();
    //obtem a lista de toponimos a partir do arquivo
    IList<Toponimo> toponimos = top.ObterToponimos(ArquivoToponimosTextbox.Text);
    int escala = Int32.Parse(EscalaTextbox.Text);
    float fonte10 = float.Parse(Fonte1Textbox.Text);
    float fonte9 = float.Parse(Fonte2Textbox.Text);
    float fonte8 = float.Parse(Fonte3Textbox.Text);
    float fonte7 = float.Parse(Fonte4Textbox.Text);
    float fonte6 = float.Parse(Fonte5Textbox.Text);
    double origemX = double.Parse(OrigemXTextbox.Text);
    double origemY = double.Parse(OrigemYTextbox.Text);
    IList<Toponimo> novosToponimos = new List<Toponimo>();
    System.Drawing.Image m = System.Drawing.Bitmap.FromFile(ArquivolImagemTextbox.Text);

    foreach (Toponimo t in toponimos) {
        t.NomeArquivolImagem = ArquivolImagemTextbox.Text;
        t.Escala = escala;
        t.NomeFonte = "Arial";
        double direcao = t.CalcularDirecao(t.XInicio, t.YInicio, t.XFim, t.YFim);
        t.Comprimento = t.CalcularDistanciaEntrePontos(t.XInicio, t.YInicio, t.XFim, t.YFim);
        t.XInicio = t.XInicio - origemX;
        t.XCentro = t.XCentro - origemX;
        t.XFim = t.XFim - origemX;
        t.YInicio = origemY - t.YInicio;
        t.YCentro = origemY - t.YCentro;
        t.YFim = origemY - t.YFim;
        t.Direcao = direcao;
        switch (t.Classifica) {
            case "RODOVIA":
                t.TamanhoFonte = fonte10;
                break;
        }
    }
}

```

```

case "ESTRUTURAL":
    t.TamanhoFonte = fonte9;
    break;
case "ARTERIAL":
    t.TamanhoFonte = fonte8;
    break;
case "COLETORA":
    t.TamanhoFonte = fonte7;
    break;
case "LOCAL":
    t.TamanhoFonte = fonte6;
    break;
}
}

toponimos = top.CalcularTamanhoDoNomeTodos(toponimos, ArquivoImagemTextbox.Text);

foreach (Toponimo t in toponimos) {
    t.AbreviaSePrecisar(t.TamanhoFonte, t.Escala);
    if (t.Algoritmo == "0") {
        novosToponimos = novosToponimos.Concat(t.CriarNovosCentros(t.TamanhoFonte, t.Escala, t.Direcao)).ToList();
    }
}
//concatena a lista de toponimos com os novos toponimos que foram gerados, se havia espaco para replicar os nomes
toponimos = toponimos.Concat(novosToponimos).ToList();
//verifica se os toponimos estao corrigidos
toponimos = top.VerificarToponimos(toponimos);
//System.Drawing.Image m = System.Drawing.Bitmap.FromFile(@"C:\Users\Fabricio\Desktop\5000.JPG");
//pra cada toponimo, imprime o nome na imagem
foreach (Toponimo t in toponimos) {
    if (true) {
        Graphics x = Graphics.FromImage(m);
        x.PageScale = ((float)1 / escala);
        x.PageUnit = GraphicsUnit.Millimeter;
        Font font;// = new Font("Arial", 6f);
        x.RotateTransform(float.Parse((t.Direcao * -1).ToString()));
        x.RenderingOrigin = new Point((int)origemX, (int)origemY);
        double pontoX = t.XInicio;
        double pontoY = t.YInicio;
        double novoX;
        double novoY;
        t.TransporPontos(pontoX, pontoY, t.Direcao, out novoX, out novoY);

        switch (t.Classifica) {
            case "RODOVIA":
                font = new Font("Arial", fonte10);
                break;
            case "ESTRUTURAL":
                font = new Font("Arial", fonte9);
                break;
            case "ARTERIAL":
                font = new Font("Arial", fonte8);
                break;
            case "COLETORA":
                font = new Font("Arial", fonte7);
                break;
            case "LOCAL":
                font = new Font("Arial", fonte6);
                break;
            default:
                font = new Font("Arial", fonte6);
                break;
        }

        string nome = t.NomeUtilizado();

        if (!string.IsNullOrEmpty(nome)) {
            x.DrawString(nome, font, Brushes.Black, float.Parse(novoX.ToString()), float.Parse(novoY.ToString()));
        }
    }
}
string imagemAlterada = ArquivoImagemTextbox.Text.Split('.')[0] + "[alterado]." + ArquivoImagemTextbox.Text.Split('.')[1];
m.Save(imagemAlterada);

```

```

        string toponimosNovos = ArquivoToponimosTextbox.Text.Split('.')[0] + "[alterado.]" +
ArquivoToponimosTextbox.Text.Split('.')[1];
        top.GravarToponimos(ArquivoToponimosTextbox.Text, toponimosNovos, toponimos);
        ResultadoLabel.Text = "Processamento concluído!\nNovos arquivos foram criados:\n" + imagemAlterada + "\n" +
toponimosNovos + "\n";
    } catch (Exception ex) {
        if(ex.Message.Length>500)
            ResultadoLabel.Text = "Ocorreu um erro ao processar as informações:\n\n" + ex.Message.Substring(0, 500) + "...";
        else
            ResultadoLabel.Text = "Ocorreu um erro ao processar as informações:\n\n" + ex.Message;
    }
}
}
}
}
}

```

7.1.2 Form1.Designer

```

namespace ToponimosForms {
    partial class Form1 {
        /// <summary>
        /// Required designer variable.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Clean up any resources being used.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">true if managed resources should be disposed; otherwise, false.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing) {
            if (disposing && (components != null)) {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
        /// Required method for Designer support - do not modify
        /// the contents of this method with the code editor.
        /// </summary>
        private void InitializeComponent() {
            this.label1 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.ToponimosFileDialog = new System.Windows.Forms.OpenFileDialog();
            this.label2 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.label3 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.Fonte1Textbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.Fonte2Textbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.Fonte3Textbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.Fonte4Textbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.Fonte5Textbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.label4 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.EscalaTextbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.label5 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.label6 = new System.Windows.Forms.Label();
            this.OrigemXTextbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.OrigemYTextbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
            this.ImagemFileDialog = new System.Windows.Forms.OpenFileDialog();
            this.ArquivoToponimosTextbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
        }

        #endregion
    }
}

```

```

this.ArquivolImagemTextbox = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.button1 = new System.Windows.Forms.Button();
this.button2 = new System.Windows.Forms.Button();
this.ResultadoLabel = new System.Windows.Forms.Label();
this.button3 = new System.Windows.Forms.Button();
this.panel1 = new System.Windows.Forms.Panel();
this.panel1.SuspendLayout();
this.SuspendLayout();
//
// label1
//
this.label1.AutoSize = true;
this.label1.Location = new System.Drawing.Point(13, 13);
this.label1.Name = "label1";
this.label1.Size = new System.Drawing.Size(120, 13);
this.label1.TabIndex = 0;
this.label1.Text = "Arquivo com toponimos:";
//
// ToponimosFileDialog
//
this.ToponimosFileDialog.FileName = "openFileDialog1";
//
// label2
//
this.label2.AutoSize = true;
this.label2.Location = new System.Drawing.Point(12, 43);
this.label2.Name = "label2";
this.label2.Size = new System.Drawing.Size(111, 13);
this.label2.TabIndex = 1;
this.label2.Text = "Arquivo com imagem: ";
//
// label3
//
this.label3.AutoSize = true;
this.label3.Location = new System.Drawing.Point(13, 76);
this.label3.Name = "label3";
this.label3.Size = new System.Drawing.Size(177, 13);
this.label3.TabIndex = 2;
this.label3.Text = "Tamanho das fontes (Decrescente):";
//
// Fonte1Textbox
//
this.Fonte1Textbox.Location = new System.Drawing.Point(13, 93);
this.Fonte1Textbox.Name = "Fonte1Textbox";
this.Fonte1Textbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.Fonte1Textbox.TabIndex = 3;
//
// Fonte2Textbox
//
this.Fonte2Textbox.Location = new System.Drawing.Point(13, 119);
this.Fonte2Textbox.Name = "Fonte2Textbox";
this.Fonte2Textbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.Fonte2Textbox.TabIndex = 4;
//
// Fonte3Textbox
//
this.Fonte3Textbox.Location = new System.Drawing.Point(12, 145);
this.Fonte3Textbox.Name = "Fonte3Textbox";
this.Fonte3Textbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.Fonte3Textbox.TabIndex = 5;
//
// Fonte4Textbox
//
this.Fonte4Textbox.Location = new System.Drawing.Point(12, 171);
this.Fonte4Textbox.Name = "Fonte4Textbox";
this.Fonte4Textbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.Fonte4Textbox.TabIndex = 6;
//
// Fonte5Textbox
//
this.Fonte5Textbox.Location = new System.Drawing.Point(12, 197);
this.Fonte5Textbox.Name = "Fonte5Textbox";
this.Fonte5Textbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.Fonte5Textbox.TabIndex = 7;

```

```

//
// label4
//
this.label4.AutoSize = true;
this.label4.Location = new System.Drawing.Point(229, 76);
this.label4.Name = "label4";
this.label4.Size = new System.Drawing.Size(42, 13);
this.label4.TabIndex = 8;
this.label4.Text = "Escala:";
//
// EscalaTextbox
//
this.EscalaTextbox.Location = new System.Drawing.Point(229, 93);
this.EscalaTextbox.Name = "EscalaTextbox";
this.EscalaTextbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.EscalaTextbox.TabIndex = 9;
//
// label5
//
this.label5.AutoSize = true;
this.label5.Location = new System.Drawing.Point(353, 76);
this.label5.Name = "label5";
this.label5.Size = new System.Drawing.Size(114, 13);
this.label5.TabIndex = 10;
this.label5.Text = "Origem da Imagem (X).";
//
// label6
//
this.label6.AutoSize = true;
this.label6.Location = new System.Drawing.Point(478, 77);
this.label6.Name = "label6";
this.label6.Size = new System.Drawing.Size(114, 13);
this.label6.TabIndex = 11;
this.label6.Text = "Origem da Imagem (Y).";
//
// OrigemXTextbox
//
this.OrigemXTextbox.Location = new System.Drawing.Point(352, 92);
this.OrigemXTextbox.Name = "OrigemXTextbox";
this.OrigemXTextbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.OrigemXTextbox.TabIndex = 12;
//
// OrigemYTextbox
//
this.OrigemYTextbox.Location = new System.Drawing.Point(478, 93);
this.OrigemYTextbox.Name = "OrigemYTextbox";
this.OrigemYTextbox.Size = new System.Drawing.Size(100, 20);
this.OrigemYTextbox.TabIndex = 13;
//
// ImagemFileDialog
//
this.ImagemFileDialog.FileName = "openFileDialog1";
//
// ArquivoToponimosTextbox
//
this.ArquivoToponimosTextbox.Location = new System.Drawing.Point(140, 13);
this.ArquivoToponimosTextbox.Name = "ArquivoToponimosTextbox";
this.ArquivoToponimosTextbox.Size = new System.Drawing.Size(413, 20);
this.ArquivoToponimosTextbox.TabIndex = 14;
//
// ArquivolmagemTextbox
//
this.ArquivolmagemTextbox.Location = new System.Drawing.Point(140, 40);
this.ArquivolmagemTextbox.Name = "ArquivolmagemTextbox";
this.ArquivolmagemTextbox.Size = new System.Drawing.Size(413, 20);
this.ArquivolmagemTextbox.TabIndex = 15;
//
// button1
//
this.button1.Location = new System.Drawing.Point(559, 9);
this.button1.Name = "button1";
this.button1.Size = new System.Drawing.Size(75, 23);
this.button1.TabIndex = 16;
this.button1.Text = "Procurar...";

```

```

this.button1.UseVisualStyleBackColor = true;
this.button1.Click += new System.EventHandler(this.button1_Click);
//
// button2
//
this.button2.Location = new System.Drawing.Point(559, 38);
this.button2.Name = "button2";
this.button2.Size = new System.Drawing.Size(75, 23);
this.button2.TabIndex = 17;
this.button2.Text = "Procurar...";
this.button2.UseVisualStyleBackColor = true;
this.button2.Click += new System.EventHandler(this.button2_Click);
//
// ResultadoLabel
//
this.ResultadoLabel.AutoSize = true;
this.ResultadoLabel.Location = new System.Drawing.Point(3, 9);
this.ResultadoLabel.Name = "ResultadoLabel";
this.ResultadoLabel.Size = new System.Drawing.Size(84, 13);
this.ResultadoLabel.TabIndex = 18;
this.ResultadoLabel.Text = "Resultado Label";
//
// button3
//
this.button3.Location = new System.Drawing.Point(615, 194);
this.button3.Name = "button3";
this.button3.Size = new System.Drawing.Size(168, 23);
this.button3.TabIndex = 19;
this.button3.Text = "Processar informações...";
this.button3.UseVisualStyleBackColor = true;
this.button3.Click += new System.EventHandler(this.button3_Click);
//
// panel1
//
this.panel1.BorderStyle = System.Windows.Forms.BorderStyle.FixedSingle;
this.panel1.Controls.Add(this.ResultadoLabel);
this.panel1.Location = new System.Drawing.Point(12, 223);
this.panel1.Name = "panel1";
this.panel1.Size = new System.Drawing.Size(771, 128);
this.panel1.TabIndex = 20;
//
// Form1
//
this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
this.ClientSize = new System.Drawing.Size(795, 360);
this.Controls.Add(this.button3);
this.Controls.Add(this.button2);
this.Controls.Add(this.button1);
this.Controls.Add(this.ArquivoImagemTextbox);
this.Controls.Add(this.ArquivoToponimosTextbox);
this.Controls.Add(this.OrigemYTextbox);
this.Controls.Add(this.OrigemXTextbox);
this.Controls.Add(this.label6);
this.Controls.Add(this.label5);
this.Controls.Add(this.EscalaTextbox);
this.Controls.Add(this.label4);
this.Controls.Add(this.Fonte5Textbox);
this.Controls.Add(this.Fonte4Textbox);
this.Controls.Add(this.Fonte3Textbox);
this.Controls.Add(this.Fonte2Textbox);
this.Controls.Add(this.Fonte1Textbox);
this.Controls.Add(this.label3);
this.Controls.Add(this.label2);
this.Controls.Add(this.label1);
this.Controls.Add(this.panel1);
this.Name = "Form1";
this.Text = "Toponimos";
this.panel1.ResumeLayout(false);
this.panel1.PerformLayout();
this.ResumeLayout(false);
this.PerformLayout();
}

```

```
#endregion
```

```
private System.Windows.Forms.Label label1;  
private System.Windows.Forms.OpenFileDialog ToponimosFileDialog;  
private System.Windows.Forms.Label label2;  
private System.Windows.Forms.Label label3;  
private System.Windows.Forms.TextBox Fonte1Textbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox Fonte2Textbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox Fonte3Textbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox Fonte4Textbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox Fonte5Textbox;  
private System.Windows.Forms.Label label4;  
private System.Windows.Forms.TextBox EscalaTextbox;  
private System.Windows.Forms.Label label5;  
private System.Windows.Forms.Label label6;  
private System.Windows.Forms.TextBox OrigemXTextbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox OrigemYTextbox;  
private System.Windows.Forms.OpenFileDialog ImagemFileDialog;  
private System.Windows.Forms.TextBox ArquivoToponimosTextbox;  
private System.Windows.Forms.TextBox ArquivolImagemTextbox;  
private System.Windows.Forms.Button button1;  
private System.Windows.Forms.Button button2;  
private System.Windows.Forms.Label ResultadoLabel;  
private System.Windows.Forms.Button button3;  
private System.Windows.Forms.Panel panel1;  
}  
}
```

7.1.3 Program

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Windows.Forms;  
  
namespace ToponimosForms {  
    static class Program {  
        /// <summary>  
        /// The main entry point for the application.  
        /// </summary>  
        [STAThread]  
        static void Main() {  
            Application.EnableVisualStyles();  
            Application.SetCompatibleTextRenderingDefault(false);  
            Application.Run(new Form1());  
        }  
    }  
}
```

7.1.4 Toponimos

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Text;  
using System.IO;  
using System.Drawing;  
  
namespace ToponimosForms {  
    public class Toponimo {  
  
        public int Id { get; set; }  
        public string Classifica { get; set; }  
        public string Nome { get; set; }  
        public int NumLetras { get; set; }  
        public double XCentro { get; set; }  
        public double YCentro { get; set; }  
        public double Direcao { get; set; }  
    }  
}
```

```

public double XInicio { get; set; }
public double YInicio { get; set; }
public double XFim { get; set; }
public double YFim { get; set; }
public string Abrevia1 { get; set; }
public string Abrevia2 { get; set; }
public int NumAbr1 { get; set; }
public int NumAbr2 { get; set; }
public int VC { get; set; }
public int VO { get; set; }
public int Satisfacao { get; set; }
public int Importancia { get; set; }
public int Prioridade { get; set; }
public string Algoritmo { get; set; }
public double Comprimento { get; set; }
public int PaiFilho { get; set; }
public bool Novo { get; set; }
public string NomeFonte { get; set; }
public float TamanhoFonte { get; set; }
public int Escala { get; set; }
public double TamanhoNome { get; set; }
public double TamanhoAbrevia1 { get; set; }
public double TamanhoAbrevia2 { get; set; }
public string NomeArquivomagem { get; set; }
public double Razao {
    get { return this.Comprimento / this.TamanhoNomeUtilizado(); }
}
//obtem a lista dos toponimos que estao no arquivo no caminho "path"
public IList<Toponimo> ObterToponimos(string path) {
    IList<Toponimo> lista = new List<Toponimo>();
    StreamReader sr = new StreamReader(path);
    sr.ReadLine();//ignora primeira linha com o cabeçalho
    while (!sr.EndOfStream) {
        string linha = sr.ReadLine();
        string[] linhaSeparada = linha.Split(':');
        Toponimo t = new Toponimo();
        t.Id = int.Parse(linhaSeparada[0]);
        t.Classifica = linhaSeparada[1];
        t.Nome = linhaSeparada[2];
        t.NumLetras = int.Parse(linhaSeparada[3]);
        if (t.NumLetras <= 0)
            t.NumLetras = t.Nome.Length;
        t.XCentro = double.Parse(linhaSeparada[4]);
        t.YCentro = double.Parse(linhaSeparada[5]);
        t.Direcao = double.Parse(linhaSeparada[6]);
        t.XInicio = double.Parse(linhaSeparada[7]);
        t.YInicio = double.Parse(linhaSeparada[8]);
        t.XFim = double.Parse(linhaSeparada[9]);
        t.YFim = double.Parse(linhaSeparada[10]);
        t.Abrevia1 = linhaSeparada[11];
        t.Abrevia2 = linhaSeparada[12];
        t.NumAbr1 = int.Parse(linhaSeparada[13]);
        if (t.NumAbr1 <= 0)
            t.NumAbr1 = t.Abrevia1.Length;
        t.NumAbr2 = int.Parse(linhaSeparada[14]);
        if (t.NumAbr2 <= 0)
            t.NumAbr2 = t.Abrevia2.Length;
        t.VC = int.Parse(linhaSeparada[15]);
        t.VO = int.Parse(linhaSeparada[16]);
        t.Satisfacao = int.Parse(linhaSeparada[17]);
        t.Importancia = int.Parse(linhaSeparada[18]);
        t.Prioridade = int.Parse(linhaSeparada[19]);
        t.Algoritmo = linhaSeparada[20];
        t.Comprimento = double.Parse(linhaSeparada[21]);
        t.PaiFilho = int.Parse(linhaSeparada[22]);
        lista.Add(t);
    }
    sr.Close();
    return lista;
}

//grava a lista de toponimos no arquivo "path" e a lista de novos toponimos no arquivo "pathNovo"
public void GravarToponimos(string path, string pathNovo, IList<Toponimo> toponimos) {
    StreamWriter sw = new StreamWriter(path, false);

```

```

        string                                cabecalho                                =
"Id;classifica;nome;num_letras;x_centro;y_centro;direcao;x_inicio;y_inicio;x_fim;y_fim;Abrevia1;Abrevia2;Num_abr1;Num_abr2;
VC;VO;" +
"SATISFACAO;IMPORTANCI;PRIORIDADE;ALGORITMO;COMPRIMENT;Pai_Filho;";
        sw.WriteLine(cabecalho);
        foreach (Toponimo t in toponimos) {
            if (t.Novo) {
                string linha = t.Id + ";" + t.Classifica + ";" + t.Nome + ";" + t.NumLetras + ";" + t.XCentro + ";" + t.YCentro + ";" + t.Direcao +
";" +
                t.XInicio + ";" + t.YInicio + ";" + t.XFim + ";" + t.YFim + ";" + t.Abrevia1 + ";" + t.Abrevia2 + ";" + t.NumAbr1 + ";" +
t.NumAbr2 + ";" +
                t.VC + ";" + t.VO + ";" + t.Satisfacao + ";" + t.Importancia + ";" + t.Prioridade + ";" + t.Algoritmo + ";" + t.Comprimento + ";"
+ t.PaiFilho + ";";
                sw.WriteLine(linha);
            }
        }
        sw.Close();

        StreamWriter sw1 = new StreamWriter(pathNovo, false);
        sw1.WriteLine(cabecalho);
        foreach (Toponimo t in toponimos) {
            if (t.Novo) {
                string linha = t.Id + ";" + t.Classifica + ";" + t.Nome + ";" + t.NumLetras + ";" + t.XCentro + ";" + t.YCentro + ";" + t.Direcao +
";" +
                t.XInicio + ";" + t.YInicio + ";" + t.XFim + ";" + t.YFim + ";" + t.Abrevia1 + ";" + t.Abrevia2 + ";" + t.NumAbr1 + ";" +
t.NumAbr2 + ";" +
                t.VC + ";" + t.VO + ";" + t.Satisfacao + ";" + t.Importancia + ";" + t.Prioridade + ";" + t.Algoritmo + ";" + t.Comprimento + ";"
+ t.PaiFilho + ";";
                sw1.WriteLine(linha);
            }
        }
        sw1.Close();

    }

    //se o nome do toponimo nao cabe no trecho, abrevia
    public void AbreviaSePrecisar(double fonte, int escala) {
        double l = this.TamanhoNome;
        if (this.Comprimento < l) {
            l = this.TamanhoAbrevia1;
            this.Algoritmo = "RA1";
            if (this.Comprimento < l) {
                l = this.TamanhoAbrevia2;
                this.Algoritmo = "RA2";
                if (this.Comprimento < l) {
                    this.Algoritmo = "E";
                }
            }
        }
    }
}

//cria novos toponimos caso o trecho tenha espaco suficiente
public IList<Toponimo> CriarNovosCentros(double fonte, int escala, double direcao) {
    IList<Toponimo> lista = new List<Toponimo>();
    int i = 7;
    bool continua = true;
    int novosPontos = 0;
    while (continua) {
        //double l1 = this.NumLetras * fonte * escala * i;
        double l1 = this.TamanhoNome * i;
        if (l1 < this.Comprimento)
            novosPontos++;
        else
            continua = false;
        i += 6;
    }
    double l = this.TamanhoNome;
    while (novosPontos > 0) {
        Toponimo t1 = new Toponimo();
        t1.CopiarToponimo(this);
        t1.XFim = CalcularNovoPontoXPos(this.XInicio, l, direcao);
        t1.YFim = CalcularNovoPontoYPos(this.YInicio, l, direcao);
    }
}

```

```

    Toponimo t2 = new Toponimo();
    t2.CopiarToponimo(this);
    t2.XInicio = CalcularNovoPontoXNeg(this.XFim, l, direcao);
    t2.YInicio = CalcularNovoPontoYNeg(this.YFim, l, direcao);
    t1.Novo = true;
    t2.Novo = true;
    t1.XInicio = this.XInicio;
    t1.YInicio = this.YInicio;
    t2.XFim = this.XFim;
    t2.YFim = this.YFim;
    this.XInicio = t1.XFim;
    this.YInicio = t1.YFim;
    this.XFim = t2.XInicio;
    this.YFim = t2.YInicio;
    lista.Add(t1);
    lista.Add(t2);
    novosPontos--;
}
return lista;
}
//calcula o ponto x deslocando l pra direita na direcao especificada
public double CalcularNovoPontoXPos(double x, double l, double direcao) {
    direcao = direcao * (Math.PI / 180);
    return (x + Math.Abs(1.5 * l * (Math.Cos(direcao))));
}
//calcula o ponto y deslocando l para a direita na direcao especificada
public double CalcularNovoPontoYPos(double y, double l, double direcao) {
    direcao = direcao * (Math.PI / 180);
    if (direcao > 0)
        return (y - Math.Abs(1.5 * l * (Math.Sin(direcao))));
    else
        return (y + Math.Abs(1.5 * l * (Math.Sin(direcao))));
}
//calcula o ponto x deslocando l para a esquerda na direcao especificada
public double CalcularNovoPontoXNeg(double x, double l, double direcao) {
    direcao = direcao * (Math.PI / 180);
    return (x - Math.Abs(1.5 * l * (Math.Cos(direcao))));
}
//calcula o ponto y deslocando l para a esquerda na direcao especificada
public double CalcularNovoPontoYNeg(double y, double l, double direcao) {
    direcao = direcao * (Math.PI / 180);
    if (direcao > 0)
        return (y + Math.Abs(1.5 * l * (Math.Sin(direcao))));
    else
        return (y - Math.Abs(1.5 * l * (Math.Sin(direcao))));
}

//calcula a distancia entre os pontos
public double CalcularDistanciaEntrePontos(double x1, double y1, double x2, double y2) {
    double deltaX = x1 - x2;
    double deltaY = y1 - y2;
    deltaX = Math.Pow(deltaX, 2);
    deltaY = Math.Pow(deltaY, 2);
    return Math.Sqrt(deltaX + deltaY);
}

//calcula a direcao da reta baseando-se em 2 pontos
public double CalcularDirecao(double x1, double y1, double x2, double y2) {
    double deltaX = x2 - x1;
    double deltaY = y2 - y1;
    double angulo = Math.Atan(deltaY / deltaX);

    angulo = angulo * (180 / Math.PI);
    return angulo;
}

//faz a copia de um toponimo
public void CopiarToponimo(Toponimo t) {
    this.Id = t.Id;
    this.Classifica = t.Classifica;
    this.Nome = t.Nome;
    this.NumLetras = t.NumLetras;
    this.XCentro = t.XCentro;
    this.YCentro = t.YCentro;
}

```

```

this.Direcao = t.Direcao;
this.XInicio = t.XInicio;
this.YInicio = t.YInicio;
this.XFim = t.XFim;
this.YFim = t.YFim;
this.Abrevia1 = t.Abrevia1;
this.Abrevia2 = t.Abrevia2;
this.NumAbr1 = t.NumAbr1;
this.NumAbr2 = t.NumAbr2;
this.VC = t.VC;
this.VO = t.VO;
this.Satisfacao = t.Satisfacao;
this.Importancia = t.Importancia;
this.Prioridade = t.Prioridade;
this.Algoritmo = t.Algoritmo;
this.Comprimento = t.Comprimento;
this.PaiFilho = t.PaiFilho;
}

//para imprimir o nome na imagem, o biblioteca grafica gira a imagem ao inves do nome.
//entao, precisamos calcular o novo ponto x,y apos girar a imagem
//o resultado é armazenado em 'novoX' e 'novoY'
public void TransporPontos(double x, double y, double angulo, out double novoX, out double novoY) {
    angulo = angulo * (Math.PI / 180);
    novoX = (x * Math.Cos(angulo)) - (y * Math.Sin(angulo));
    novoY = (x * Math.Sin(angulo)) + (y * Math.Cos(angulo));
}

//desloca o ponto para a direita de acordo com o angulo e o tamanho do deslocamento
//o resultado é armazenado em 'novoX' e 'novoY'
public void DeslocarPonto(double x, double y, double angulo, double tamanhoDeslocamento, out double novoX, out double
novoY) {
    angulo = angulo * (Math.PI / 180);
    double ca = Math.Cos(angulo) * tamanhoDeslocamento;
    double co = Math.Sin(angulo) * tamanhoDeslocamento;
    novoX = x + ca;
    novoY = y - co;
}

//verifica se existe interseccao entre os trechos AB e CD
//se houver, retorna true.
public bool InterseccaoTrecho(double xa, double ya, double xb, double yb, double xc, double yc, double xd, double yd) {
    double s, t; /* The two parameters of the parametric eqns. */
    double num, denom; /* Numerator and denominator of equations. */
    bool resultado = false; /* Return char characterizing intersection. */

    denom = xa * (yd - yc) +
        xb * (yc - yd) +
        xd * (yb - ya) +
        xc * (ya - yb);

    /* If denom is zero, then segments are parallel: handle separately. */
    if (denom == 0.0)
        return false;

    num = xa * (yd - yc) +
        xc * (ya - yd) +
        xd * (yc - ya);
    if ((num == 0.0) || (num == denom))
        resultado = true;
    s = num / denom;

    num = -(xa * (yc - yb) +
        xb * (ya - yc) +
        xc * (yb - ya));
    if ((num == 0.0) || (num == denom))
        resultado = true;
    t = num / denom;

    if ((0.0 < s) && (s < 1.0) &&
        (0.0 < t) && (t < 1.0))
        resultado = true;
    else if ((0.0 > s) || (s > 1.0) ||
        (0.0 > t) || (t > 1.0))

```

```

    resultado = false;

    //ponto em comum
    //xpi = xa + s * (xb - xa);
    //ypi = ya + s * (yb - ya);
    return resultado;
}

//considera que o toponimo t1 esta correto e entao verifica se o toponimo t2 esta correto
//se nao estiver correto, aplica o algoritmo de deslocar e abreviar, ate que t2 fique correto
public void ArrumarDuplaToponimos(Toponimo t1, Toponimo t2) {

    if (t2.VC == 0) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            double x;
            double y;
            DeslocarPonto(t2.XInicio, t2.YInicio, t2.Direcao, t2.TamanhoDeslocamento(), out x, out y);
            t2.XInicio = x;
            t2.YInicio = y;
        }
    }
    if (t2.VC == 1) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            t2.Algoritmo = "RA1";
        }
    }
    if (t2.VC == 2) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            double x;
            double y;
            DeslocarPonto(t2.XInicio, t2.YInicio, t2.Direcao, t2.TamanhoDeslocamento(), out x, out y);
            t2.XInicio = x;
            t2.YInicio = y;
        }
    }
    if (t2.VC == 3) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            t2.Algoritmo = "RA2";
        }
    }
    if (t2.VC == 4) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            double x;
            double y;
            DeslocarPonto(t2.XInicio, t2.YInicio, t2.Direcao, t2.TamanhoDeslocamento(), out x, out y);
            t2.XInicio = x;
            t2.YInicio = y;
        }
    }
    if (t2.VC == 5) {
        if (ExisteIntersecao(t1, t2)) {
            t2.VC += 1;
            t2.Algoritmo = "E";
        }
    }
}

//calcula o tamanho que o deslocamento deve ter
public double TamanhoDeslocamento() {
    double tamanhoNome = this.TamanhoNomeUtilizado();
    double tamanhoTrecho = CalcularDistanciaEntrePontos(this.XInicio, this.YInicio, this.XFim, this.YFim);
    if (tamanhoTrecho > (tamanhoNome * 2))
        return tamanhoNome;
    else
        return tamanhoTrecho - tamanhoNome;
}

//retorna o nome que esta sendo utilizado pelo toponimo
public string NomeUtilizado() {

```

```

string nome = "";
switch (this.Algoritmo) {
    case "0":
        nome = this.Nome;
        break;
    case "RA1":
        nome = this.Abrevia1;
        break;
    case "RA2":
        nome = this.Abrevia2;
        break;
    case "E":
        nome = "";
        break;
}
return nome;
}

//se o nome couber no seu trecho, retorna true
public bool NomeCabeNoTrecho(Toponimo t) {
    string nome = t.NomeUtilizado();
    if (string.IsNullOrEmpty(nome))
        return true;
    double tamanhoNome = this.TamanhoNomeUtilizado();
    double tamanhoTrecho = CalcularDistanciaEntrePontos(t.XInicio, t.YInicio, t.XFim, t.YFim);
    if (tamanhoNome > tamanhoTrecho)
        return false;
    return true;
}

//verifica se o t1 corta o t2
public bool ExisteIntersecao(Toponimo t1, Toponimo t2) {
    if (t1.Algoritmo == "E" || t2.Algoritmo == "E")
        return false;

    double x1;
    double y1;
    double x2;
    double y2;
    double tamanhoNome1 = t1.TamanhoNomeUtilizado();
    double tamanhoNome2 = t2.TamanhoNomeUtilizado();
    DeslocarPonto(t1.XInicio, t1.YInicio, t1.Direcao, tamanhoNome1, out x1, out y1);
    DeslocarPonto(t2.XInicio, t2.YInicio, t2.Direcao, tamanhoNome2, out x2, out y2);
    if (IntersecaoTrecho(t1.XInicio, t1.YInicio, x1, y1, t2.XInicio, t2.YInicio, x2, y2))
        return true;
    else
        return false;
}

//faz a verificacao dos toponimos e retorna a lista de toponimos ja arrumada
public IList<Toponimo> VerificarToponimos(IList<Toponimo> toponimos) {
    //ordenar toponimos pra pegar os com maior prioridade antes;
    IList<Toponimo> toponimosOrdenados = toponimos.Where(x => x.Classifica ==
"RODOVIA").OrderByDescending(x=>x.Razao).ToList<Toponimo>());
    toponimosOrdenados = toponimosOrdenados.Concat(toponimos.Where(x => x.Classifica ==
"ESTRUTURAL").ToList<Toponimo>().OrderByDescending(x => x.Razao)).ToList<Toponimo>());
    toponimosOrdenados = toponimosOrdenados.Concat(toponimos.Where(x => x.Classifica ==
"ARTERIAL").ToList<Toponimo>().OrderByDescending(x => x.Razao)).ToList<Toponimo>());
    toponimosOrdenados = toponimosOrdenados.Concat(toponimos.Where(x => x.Classifica ==
"COLETORA").ToList<Toponimo>().OrderByDescending(x => x.Razao)).ToList<Toponimo>());
    toponimosOrdenados = toponimosOrdenados.Concat(toponimos.Where(x => x.Classifica ==
"LOCAL").ToList<Toponimo>().OrderByDescending(x => x.Razao)).ToList<Toponimo>());

    int i = 0;
    while (i < toponimosOrdenados.Count - 1) {
        Toponimo t1 = toponimosOrdenados[i];
        //se o toponimo atual possuir a mesma classificacao do anterior, considera que a solucao é no minimo igual a do anterior.
        if (i != 0 && toponimosOrdenados[i - 1].Classifica == t1.Classifica && toponimosOrdenados[i-1].VC > t1.VC) {
            t1.Algoritmo = toponimosOrdenados[i - 1].Algoritmo;
            t1.VC = toponimosOrdenados[i - 1].VC;
        }
        int j = i + 1;
        while (j < toponimosOrdenados.Count) {

```

```

    Toponimo t2 = toponimosOrdenados[j];
    ArrumarDuplaToponimos(t1, t2);
    int k = 0;
    while (k < j) {
        Toponimo t3 = toponimosOrdenados[k];
        if (ExisteIntersecao(t2, t3)) {
            t2.Algoritmo = "E";
            t2.VC = 6;
            k = j;
        }
        k++;
    }
    j++;
}
i++;
}
return toponimosOrdenados;
}

//calcula o tamanho do nome do toponimo
//utiliza a imagem para calcular o tamanho do nome baseado no tamanho que terá ao ser impresso na imagem
public double CalcularTamanhoDoNome(string nomeToponimo, string nomeFonte, float tamanhoFonte, int escala) {
    System.Drawing.Image m = System.Drawing.Bitmap.FromFile(NomeArquivoImagem);
    Graphics x = Graphics.FromImage(m);
    x.PageScale = ((float)1 / escala);
    x.PageUnit = GraphicsUnit.Millimeter;
    Font font = new Font(nomeFonte, tamanhoFonte);
    SizeF textSize = x.MeasureString(nomeToponimo, font);
    return textSize.Width;
}

public IList<Toponimo> CalcularTamanhoDoNomeTodos(IList<Toponimo> toponimos, string path) {
    int escala = toponimos.First().Escala;
    System.Drawing.Image m = System.Drawing.Bitmap.FromFile(path);
    Graphics x = Graphics.FromImage(m);
    x.PageScale = ((float)1 / escala);
    x.PageUnit = GraphicsUnit.Millimeter;
    foreach (Toponimo t in toponimos) {
        Font font = new Font(t.NomeFonte, t.TamanhoFonte);
        SizeF textSize = x.MeasureString(t.Nome, font);
        t.TamanhoNome = textSize.Width;
        SizeF textSize2 = x.MeasureString(t.Abrevia1, font);
        t.TamanhoAbrevia1 = textSize2.Width;
        SizeF textSize3 = x.MeasureString(t.Abrevia2, font);
        t.TamanhoAbrevia2 = textSize3.Width;
    }
    return toponimos;
}

//calcula o tamanho do nome que esta sendo utilizado pelo toponimo
public double TamanhoNomeUtilizado() {
    double tamanho = 0;
    switch (this.Algoritmo) {
        case "0":
            tamanho = this.TamanhoNome;
            break;
        case "RA1":
            tamanho = this.TamanhoAbrevia1;
            break;
        case "RA2":
            tamanho = this.TamanhoAbrevia2;
            break;
        case "E":
            tamanho = 0;
            break;
    }
    return tamanho;
}
}
}
}

```