



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA -UFSC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL - PPGEC
AREA DE CONCENTRAÇÃO: CADASTRO TÉCNICO E
GESTÃO TERRITORIAL



GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA
PARA UM BANCO DE DADOS CADASTRAL

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de DOUTOR em Engenharia Civil.

Mariane Alves Dal Santo
Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Florianópolis, dezembro de 2007

GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA PARA UM BANCO DE DADOS CADASTRAL

MARIANE ALVES DAL SANTO

Tese julgada adequada para a obtenção do Título de DOUTOR em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Prof. Dr. Glicério Trichês - Coordenador do PPGEC

Prof. Dr.-Carlos Loch - Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr.Carlos Loch - Moderador - ECV/UFSC

Dr.- Ing. Jürgen W. Philips - ECV/UFSC

Dr.- Ing. Hans-Peter Bähr – Universität
Karlsruhe - GERMANY

Dr. Diego Alfonso Erba - Lincoln Institute
of Land Policy - Cambridge - USA

Dr. Paulo Márcio Leal de Menezes - CCMN/UFRJ

Dr. Álvaro José Back - UNESC/EPAGRI

Dr^a. Alina Gonçalves Santiago- CTC/UFSC

Dr. Alexandre Hering Coelho - ECV/UFSC

*“Já que você, não está aqui...
o que posso fazer, é cuidar de mim.”*

Ao João, para sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Loch pelo constante incentivo. Interlocutor interessado em participar de minhas inquietações, sempre indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade. Agradeço, principalmente, pela confiança depositada, no meu trabalho de tese.

Ao Professor e amigo Dr. Francisco Henrique de Oliveira, pela contribuição em vários momentos de reflexão da tese, principalmente, aproveitando-me de nossa proximidade como colegas na UDESC e na coordenação dos Laboratórios de Geoprocessamento e Cartografia.

A Professora Dra. Ruth Emilia Nogueira Loch, que em suas aulas, nos permitiu espaços para discussão de algumas questões relevantes e importantes aqui desenvolvidas.

Aos Professores membros da banca, pelas excelentes sugestões por ocasião da defesa da tese.

A todos os professores, funcionários e alunos do Programa de Pós-graduação em Cadastro Técnico Multifinalitário, e todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese, dando-me força, incentivo e principalmente, acreditando ser possível trabalhar o tema Generalização Cartografia automatizada.

Aos colegas do Departamento de Geografia da FAED e alunos do GeoLab - Laboratório de Geoprocessamento da FAED, pelo companheirismo e amizade e por terem cuidado “das coisas” durante meu período de afastamento.

RESUMO

Usuários potenciais de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), entre eles empresas privadas e organismos públicos, possuem diferentes necessidades quanto a qualidade, quantidade e ao tipo de informação armazenada em seus bancos de dados espaciais, principalmente na elaboração de seus planos de planejamento e gestão. Com a recente informatização das prefeituras, os Sistemas de Informação Geográfica constituem-se, numa das ferramentas mais importantes para a manipulação de dados cadastrais. A Cartografia Cadastral tem se beneficiado com esta tecnologia, uma vez que necessita de mapeamentos em escalas variadas que atendam as prerrogativas do Cadastro Técnico Multifinalitário e da gestão territorial. Uma das técnicas mais utilizadas atualmente para a transformação escalar de dados geográficos georeferenciados é a generalização cartográfica automatizada. Dentro deste contexto, esta tese objetivou desenvolver métodos de generalização cartográfica em SIG, onde modelos de generalização foram gerados, avaliados e apresentados através de diferentes critérios. Entre eles, a estrutura de armazenamento dos dados em meio digital, a efetividade das operações de recuperação no processo de generalização e a necessidade de uma percepção espacial para a aplicação das operações. Foi utilizada para este estudo a base cartográfica cadastral do Município de Criciúma na escala 1:5.000, do ano de 2003. O método foi aplicado através dos seguintes passos: avaliação da evolução do conhecimento científico e técnico na área de generalização cartográfica, desenvolvimento de modelos de generalização cartográfica automatizada, aplicação dos processos de generalização, geração de um banco de dados espacial multiescala (1:10.000 e 1:25.000), avaliação da qualidade geométrica e topológica dos dados derivados e por último, validação da metodologia como suporte ao planejamento e gestão do território.

Palavras-chave: Generalização Cartográfica, Cartografia Cadastral, Sistemas de Informação Geográfica

ABSTRACT

Potential users of Geographic Information Systems (GIS), among them, private companies and public institutions, have different necessities in terms of quality, quantity and type of data stored in their spatial database, especially in the development of their land planning and management. Because of the recent computerization of city halls, Geographic Information Systems represent one of the most important tools to manipulate cadastral data. Cadastral Cartography has benefited from this technology, since it needs mapping in different scales which complies with the prerogatives of Multipurpose Technical Cadastre and territorial management. Currently, automated cartographic generalization is one of the most utilized techniques in scale transforming of geo-referenced geographic data. In this context, this thesis aimed at developing methods of cartographic generalization using GIS. Thus, generalization models were generated, evaluated, and presented through different criteria. Among these criteria, the structure of digital data storage, the effectiveness of recovery operations in the generalization process, and the necessity of a spatial perception to apply the operations. This study used Criciúma's cadastral cartographic base maps (scale 1:5.000, year 2003). The method was applied through the following steps: evaluation of the scientific and technical knowledge development in cartographic generalization, development of automated cartographic generalization models, applying of generalization processes, generation of a multi-scale spatial data base (1:10.000 and 1:25.000), evaluation of the geometric and topological quality of derived data and, finally, validation of the methodology as a support to territorial planning and management.

Keywords: Cartographic Generalization, Cadastral Cartography, Geographic Information Systems

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Os quatro universos da representação computacional	1 2
Figura 2 -	Representação de estruturas vetoriais	14
Figura 3 -	Mundo real e as representações vetoriais	16
Figura 4 -	Pré-seleção de dados para generalização	25
Figura 5 -	Principais operadores de generalização	26
Figura 6 -	Modelo de generalização cartográfica proposto por Brassel e Weibel (1988)	28
Figura 7 -	O processo de generalização cartografia proposto por McMaster e Shea (1992)	29
Figura 8 -	Funções necessárias antes do processo de generalização em SIG (João, 1998)	34
Figura 9 -	Processo de generalização cartográfica em SIG desenvolvido por João (1998)	35
Figura 10 -	O modelo de Kate Beard (1991)	37
Figura 11 -	Modelo de Weibel e Dutton (1998)	39
Figura 12 -	As etapas do processo de generalização (Ruas, 1999)	41
Figura 13 -	Cartas da Planta Cadastral do Município de Criciúma com destaque para a folha 1413 utilizada para o desenvolvimento dos modelos de generalização	64
Figura 14 -	Organograma geral de desenvolvimento da tese	66
Figura 15 -	Representação dos layers por categoria	71
Figura 16 -	Organograma do Modelo BDGEN ALTIMETRIA	74
Figura 17 -	Grade triangular gerada	76

Figura 18 -	Mapa de contornos na escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível – 10 metros	77
Figura 19 -	Mapa de contornos na escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível – 20 metros	78
Figura 20 -	Comparação entre a linha original (pontilhada) e a linha generalizada (contínua)	79
Figura 21-	Visualização dos layers do banco de dados original (representação primária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 5 metros	80
Figura 22 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 – Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 5 metros	81
Figura 23 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 10 metros	81
Figura 24 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 15 metros	82
Figura 25 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 20 metros	82
Figura 26 -	Visualização dos layers do banco de dados original (representação primária) - Escala 1:25000 - Eqüidistância das curvas de nível = 5 metros	83
Figura 27 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 25 metros	83
Figura 28 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 35 metros	84

Figura 29 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 45 metros	84
Figura 30 -	Visualização dos layers do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 55 metros	85
Figura 31 -	Organograma do Modelo BDGEN HIDROAREA/HIDROLINHA	86
Figura 32 -	Análise da rede considerando a declividade das vertentes e o relevo(TIN 3D).	88
Figura 33 -	Análise da rede considerando a direção do fluxo (Flow Direction)	89
Figura 34 -	Visualização dos layers do banco de dados da rede hidrográfica - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização. (Observação: Linhas em vermelho foram eliminadas)	96
Figura 35 -	Visualização dos layers do banco de dados da rede hidrográfica - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização. (Observação: Linhas em vermelho foram eliminadas)	97
Figura 36 -	Visualização dos layers do banco de dados da hidrografia (áreas) - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização. (Observação: Polígonos em vermelho foram eliminados)	98
Figura 37 -	Visualização dos layers do banco de dados da hidrografia (áreas) - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização. (Observação: Polígonos em vermelho foram eliminados)	99
Figura 38 -	Organograma do Modelo BDGEN URBANO	100
Figura 39 -	Comparação da representação visual da escala original (representação primária) para as escalas generalizadas (representação secundária).	105
Figura 40 -	Visualização dos layers do banco de dados original da rede urbana (representação primária) - Escala 1:10.000.	105

Figura 41 -	Visualização dos layers do banco de dados da rede urbana - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.	106
Figura 42 -	Visualização dos layers do banco de dados original da rede urbana (representação primária) - Escala 1:25.000	106
Figura 43 -	Visualização dos layers do banco de dados da rede urbana - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.	107
Figura 44 -	Representação da amostragem aleatória	110
Figura 45 -	Distribuição dos pontos da amostragem aleatória	110
Figura 46 -	Visualização dos layers da rede hidrográfica (linhas), em escala 1:10.000 após a reclassificação Observação: os canais em vermelho foram eliminados	121
Figura 47 -	Visualização dos layers da rede hidrográfica (linhas), em escala 1:25.000 após a reclassificação. Observação: os canais em vermelho foram eliminados	121
Figura 48 -	Visualização dos layers da rede hidrográfica (áreas) - Escala 1:10.000 (representação secundária) após a reclassificação. Observação: os polígonos em vermelho foram eliminados.	124
Figura 49 -	Visualização dos layers da rede hidrográfica (áreas) - Escala 1:25.000 (representação secundária) após a reclassificação. Observação: os polígonos em vermelho foram eliminados	124
Figura 50 -	Visualização dos layers da rede urbana na escala 1:25.000 (representação secundária) após a reclassificação	128
Figura 51 -	Compilação do Banco de Dados Generalizado - 1:10.000	132
Figura 52 -	Compilação do Banco de Dados Generalizado - 1:25.000	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Classificação das cartas segundo o PEC	48
Quadro 2 -	Principais operadores do software ArcInfo da ESRI	54
Quadro 3 -	Estrutura da cartografia municipal	61
Quadro 4 -	Cartas da Planta Cadastral do Município de Criciúma	65
Quadro 5 -	Etapas do desenvolvimento geral da tese	68
Quadro 6 -	Organização das etapas dos modelos desenvolvidos - adaptação do modelo de Brassel e Weibel	69
Quadro 7 -	Layers selecionados para a generalização cartográfica	70
Quadro 8 -	Metodologia de validação dos arquivos vetoriais da área de estudos	72
Quadro 9 -	Elementos da altimetria (representação primária)	75
Quadro 10 -	Layers da rede hidrográfica representados por arcos (linhas)	87
Quadro 11 -	Layers da rede hidrográfica representados por polígonos (áreas)	87
Quadro 12 -	Elementos da rede hidrográfica representados por arcos (linhas)	90
Quadro 13 -	Elementos da rede hidrográfica representados por polígonos (áreas)	90
Quadro 14 -	Cláusulas para a generalização de linhas	96
Quadro 15 -	Cláusulas para a generalização de áreas	98
Quadro 16 -	Layers da rede urbana/limites	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	PEC para cartas classe A (Feições gráficas planimétricas)	49
Tabela 2 -	PEC para cartas classe B (Feições gráficas planimétricas)	49
Tabela 3 -	PEC para cartas classe C (Feições gráficas planimétricas)	49
Tabela 4 -	Distâncias máximas para espaçamento entre vértices	73
Tabela 5 -	Critérios e índices adotados nas transformações	75
Tabela 6 -	Cálculo da precisão gráfica para linhas	95
Tabela 7 -	Cálculo dos critérios de seleção e eliminação das linhas do tipo rio intermitente - vala - canal	95
Tabela 8 -	Representação da densidade dos atributos após a generalização das linhas	96
Tabela 9 -	Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo lagos	97
Tabela 10 -	Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo alagados	97
Tabela 11 -	Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo represas e açudes	97
Tabela 12 -	Representação da densidade dos atributos após a generalização dos polígonos	9 8
Tabela 13 -	Cálculo dos critérios de seleção e eliminação das linhas da rede urbana	103
Tabela 14 -	Representação da densidade dos layers após a generalização	104
Tabela 15 -	Classificação das cartas classe A - PEC Planimétrico	109
Tabela 16 -	PEC para cartas classe A (Feições gráficas planimétricas)	109

Tabela 17 -	Valor do PEC para os índices de suavização utilizados	112
Tabela 18 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000	119
Tabela 19 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000	119
Tabela 20 -	Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas	119
Tabela 21 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000	122
Tabela 22 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000	122
Tabela 23 -	Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas	122
Tabela 24 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000	125
Tabela 25 -	Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000	125
Tabela 26 -	Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas	125
Tabela 27 -	Seleção e eliminação dos layers generalizados para composição do banco de dados na escala 1:25.000	127
Tabela 28 -	Tamanhos mínimos dos símbolos adotados na cartografia	129
Tabela 29 -	Correspondência da percepção espectral	130
Tabela 30 -	Normas para a reprodução digital	131

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	4
1.2.1 Análise crítica	4
1.2.2 Estratégia da proposta	5
1.3 INEDITISMO DA PROPOSTA	5
1.4 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	6
1.5 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA	6
1.6 OBJETIVOS	8
1.6.1 Objetivo Geral	8
1.6.2 Objetivos Específicos	8
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO	8
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 DA COLETA DO DADO À GERAÇÃO DA INFORMAÇÃO	10
2.2 BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS	12
2.2.1 O Universo Estrutural	13
2.2.1.1 Estrutura de dados vetoriais	13
2.2.1.2 O Universo de Implementação	16
2.3 GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA	17
2.3.1 O Processo de Generalização Cartográfica	23
2.3.2 Os modelos de Generalização Cartográfica	27
2.3.2.1 O modelo de Brassel e Weilbel (1988)	27
2.3.2.2 O modelo de McMaster e Shea (1992)	28
2.3.2.3 O modelo de Elsa Maria João (1998)	33
2.3.2.4 O modelo de Anne Ruas (1999)	36

2.4 ESTIMATIVA DA QUALIDADE DOS PRODUTOS GERADOS	43
2.5 SIG VISANDO A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA	50
2.5.1 Generalização utilizando software SIG	53
2.6 CARTOGRAFIA CADASTRAL, PLANEJAMENTO E GESTÃO	56
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	63
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS	63
3.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA TESE	66
CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DE GENERALIZAÇÃO	69
4.1 PREPARAÇÃO E ANÁLISE DO BANCO DE DADOS FONTE (REPRESENTAÇÃO PRIMÁRIA)	70
4.2 METODOLOGIA DE VALIDAÇÃO DA VETORIZAÇÃO	72
4.3 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA ALTIMETRIA	74
4.3.1 Organização do banco de dados fonte	75
4.3.2 Definição dos critérios e índices a serem adotados nas transformações	75
4.3.3 Manipulação dos dados	76
4.3.3.1. Geração da grade triangular (TIN)	76
4.3.4 Aplicação das operações de generalização	77
4.3.4.1 Geração dos mapas de contornos (Seleção)	77
4.3.4.2. Suavização de linhas (Smooth Line)	78
4.4 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA	86
4.4.1 Organização do banco de dados fonte	87
4.4.2 Análise da rede hidrográfica	87
4.4.2.1 Análise da rede hidrográfica considerando o relevo (TIN)	88
4.4.2.2 Correção da direção dos arcos (fluxos)	88
4.4.2.3 Classificação	89
4.4.2.3.1 Classificação preliminar - conexões entre os arcos (input/output)	89
4.4.2.3.2 Classificação hierárquica dos comprimentos dos arcos	90
4.4.2.3.3 Classificação hierárquica tamanho dos polígonos	90

4.4.3 Funções de generalização - seleção e eliminação de arcos	91
4.4.3.1 Seleção e eliminação dos arcos	91
4.4.3.1.1 Definição dos critérios de seleção e eliminação	91
4.4.3.1.2 Generalização da rede hidrográfica dos elementos do tipo linhas	95
4.4.3.1.3 Generalização da rede hidrográfica dos elementos tipo áreas	97
4.5 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA REDE URBANA	100
4.5.1 Organização e análise do banco de dados fonte	100
4.5.2 Critérios para a generalização da rede urbana	101
4.5.3 Aplicação e resultados	104
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE GENERALIZAÇÃO	108
5.1 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA ALTIMETRIA	108
5.1.1 Definição dos critérios de avaliação	108
5.1.2 Análise estatística - Obtenção da amostragem aleatória	109
5.1.3 Análise estatística - Obtenção dos valores do PEC e Erro Padrão	110
5.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA	117
5.2.1 Definição dos critérios de avaliação	117
5.2.2 Aplicação do método de avaliação para a generalização de linhas	119
5.2.2.1 Análise e avaliação dos resultados	119
5.2.3 Aplicação do método de avaliação para a generalização de áreas	122
5.2.3.1 Análise e avaliação dos resultados	122
5.3 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA REDE URBANA	125
5.3.1 Definição dos critérios de avaliação	125
5.3.2 Análise e avaliação dos resultados	125
CAPÍTULO 6 - COMPILAÇÃO DO BANCO DE DADOS GENERALIZADO	129
6.1 NORMAS PARA A COMPILAÇÃO E REPRODUÇÃO DIGITAL	129

6.2 COMPILAÇÃO DOS DADOS	130
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	134
7.1. QUANTO AO ALCANCE DOS OBJETIVOS DA TESE	134
7.1.1 Objetivo Geral	134
7.1.2 Objetivos Específicos	135
7.2 RECOMENDAÇÕES	137
REFERÊNCIAS	139
ANEXOS	143
ANEXO 1 - REPRESENTAÇÃO DOS DADOS NA ESCALA GENERALIZADA - 1.25.000 (REPRESENTAÇÃO SECUNDÁRIA)	144
ANEXO 2 - REPRESENTAÇÃO DOS DADOS NA ESCALA GENERALIZADA - 1.10.000 (REPRESENTAÇÃO SECUNDÁRIA)	145
ANEXO 3 - REPRESENTAÇÃO DOS DADOS NA ESCALA ORIGINAL - 1.5.000 (REPRESENTAÇÃO PRIMÁRIA)	146
APÊNDICES NO CD-ROM	147
APÊNDICES 4 A 7 - TABELAS DA AVALIAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA - SUAVIZAÇÃO DE LINHAS UTILIZANDO O PARÂMETRO DE 5, 10, 15 E 20 METROS PARA A ESCALA 1:10.000	147
APÊNDICES 8 A 11 - TABELAS DA AVALIAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DA ESCALA - SUAVIZAÇÃO DE LINHAS UTILIZANDO O PARÂMETRO DE 25, 35, 45 E 55 METROS PARA A ESCALA 1:25.000	147

APÊNDICES 12 A 16 - TABELAS DOS ATRIBUTOS DA REDE 147
HIDROGRÁFICA

APÊNDICES 17 A 29 - TABELAS DOS ATRIBUTOS DA REDE URBANA 147

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento das tecnologias da informação e a atual transformação global que define a sociedade do conhecimento têm marcado de forma decisiva, a evolução do setor cartográfico, tanto em seus mecanismos de produção, como na inovação presente nos novos produtos. O surgimento e desenvolvimento de novas tecnologias têm resultado numa série de mudanças estruturais, determinando novas maneiras de produzir e organizar o trabalho, promovendo novas formas de gerar valor e novos perfis profissionais. Isto significa que se está construindo a infraestrutura necessária para a utilização da informação gerada no âmbito do desenvolvimento tecnológico.

No que concerne especificamente à cartografia digital, as atividades tem se desenvolvido e aprimorado através das técnicas de captura de dados, técnicas de tratamento da informação, técnicas de produção gráfica, controles de processos e implantação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Em relação a este último aspecto deve-se enfatizar a cartografia cadastral e os trabalhos de implementação de sistematização para esta cartografia, ainda incipientes em território nacional.

Destaca-se, a necessidade de implementação de normas e mecanismos de aplicação para desenvolver sistemas de qualidade com potencial para processos de produção cartográfica digital. Assim a transferência de informação digital, o armazenamento de bancos de dados robustos e sua acessibilidade através de técnicas inovadoras fazem parte de um universo hoje em exponencial desenvolvimento.

Embasadas neste processo estão as aplicações cadastrais em SIG. Considerando este ambiente, encontram-se variáveis distintas que interagem entre si, em variados graus de detalhamento e percebe-se que as dificuldades inerentes ao amplo espectro de aplicações geográficas cadastrais são muitas. Desta forma para se construir um banco de dados sobre o município, com um conjunto de classes de informação que possam ser compartilhadas e viabilizadas para um grande conjunto de aplicações e considerando os recursos disponíveis nos SIGs atuais, a solução mais adequada para estes problemas é o uso das multi-

representações, que consiste na geração de classes independentes de um mesmo elemento, dentro de um mesmo banco de dados e que correspondam ao objetivos e necessidades do planejamento. Dentro deste contexto, a generalização cartográfica é uma componente importante no projeto cartográfico.

Numa época em que a disponibilidade de bases de dados cartográficos em ambientes digitais é significativa e os procedimentos de geração de dados são facilmente realizáveis, a generalização cartográfica deve ser realizada como forma de preservar a comunicação cartográfica em representações produzidas por derivação de bases cartográficas digitais já existentes. Nesta direção busca-se desenvolver trabalhos em generalização cartográfica automatizadas.

A cartografia digital foi pensada e desenvolvida a princípio para acelerar a produção de mapas e tornar mais ágeis os processos de edição, incluindo as generalizações, correções, atualizações e todo um rol de procedimentos que no processo cartográfico convencional se torna dispendioso e demorado. Desta forma surgiu a questão da manutenção e da melhoria da qualidade do produto, devido à necessidade de produção e pelo dinamismo que domina as tecnologias de software e hardware. A necessidade de mapear e a demanda são crescentes, enquanto as alternativas são paradoxais, pois, quando se prioriza produção, a qualidade tende a decrescer, correndo-se assim o risco de atender a demanda sem atingir a qualidade desejada, ou atingir a qualidade por meio de planejamento adequado, mas não obter produção satisfatória. O ideal é o equilíbrio, representado pelo meio termo entre as duas situações acima colocadas, utilizando-se para isto normas e parâmetros mínimos que garantam a qualidade do produto no final sem que se perca a evolução das tecnologias.

Os trabalhos hoje ofertados pela cartografia digital provocam discussões e muitas vezes resistência entre os especialistas nesta área, pois de um lado há a necessidade de se representar o mais fielmente possível todas as feições da área mapeada, para que esta possa cumprir a sua função enquanto carta e se enquadrar nos padrões determinados para o mapeamento, dentre eles o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), estabelecido pelo Decreto 89.817 de 20 de junho de 1984. Por outro lado, faltam diretrizes que determinem a uniformidade destes trabalhos, visto que, no decreto supracitado, não estão contemplados procedimentos para avaliação da cartografia digital e da cartografia cadastral, mesmo porque, na data da sua publicação, poucas eram as experiências registradas nesta área. Atrelado a estas

premissas, está o processo de generalização cartográfica que envolve muita intuição e pouca formalização. Devido à redução de escala, o cartógrafo seleciona, classifica e padroniza; executa simplificações e combinações intelectuais e gráficas; enfatiza, aumenta e reduz ou elimina feições representadas num mapa, quase sempre de modo predominantemente intuitivo, criativo. Generalização cartográfica compreende um processo de seleção de objetos, que leva em conta uma certa hierarquia de importância, seguido de um outro processo no qual ocorrem simplificações de forma e estrutura.

Embora muitos cartógrafos tenham tentado analisar os processos fundamentais que servem de base à generalização cartográfica, pouco se conseguiu em termos de um conjunto consistente de regras que indiquem o que se deve fazer em cada caso. É interessante notar quão atual continua sendo o prognóstico de Robinson (1995), de que generalização cartográfica provavelmente permaneceria como um processo essencialmente criativo e pronto a desafiar a tendência moderna de padronização que parece reduzir-se a nada mais do que um simples produto de avanços meramente técnicos.

A generalização cartográfica evoluiu de uma fase inicial em que a pesquisa se concentrava no desenvolvimento de algoritmos para uma fase mais recente que tem envolvido tentativas de formalização e representação do conhecimento cartográfico através de modelos conceituais abrangentes e sistemas especialistas.

Para dar início a este trabalho, foi preciso desenvolver pesquisas científicas voltadas à solução da problemática cartográfica, sugerindo soluções que diminuam os custos na produção cartográfica e aperfeiçoem tarefas.

De acordo com João (1998), para a geração de sistemas cartográficos visando ao atendimento de projetos que tenham metas desde uma visão panorâmica até avaliações localizadas, é de vital importância que se usem os últimos recursos tecnológicos da área, seja a generalização cartográfica para otimizar recursos na execução de produtos cartográficos em diversas escalas, seja a utilização de ferramentas para a confrontação de diversos níveis de informações, o que pode ser perfeitamente resolvido com a utilização de um SIG, entre tantos outros recursos tecnológicos.

Aliado a estes processos lançou-se mão das últimas tecnologias para a geração de bancos de dados espaciais e generalização cartográfica através do uso de software reconhecido no mercado nacional e internacional.

O procedimento utilizado para a otimização do processo de generalização de dados espaciais ficou atrelado à qualidade da base de dados fonte e aos recursos oferecidos pelo software.

A região definida como área de interesse ao desenvolvimento da pesquisa, foi o Município de Criciúma – Santa Catarina, devido ao seu histórico cartográfico, ou seja, disponibilidade dos mapeamentos em meio digital, de 1999 a 2004, na escala 1:5.000, desenvolvidos através de técnicas aerofotogramétricas e geoprocessamento, bem como de dados cartográficos básicos para a geração da generalização cartográfica da escala 1:5.000 para as escalas 1:10.000 e 1:25.000. Entretanto, outro fator muito importante deve ser levado em consideração na definição da área de interesse à pesquisa. A região norte do Município de Criciúma apresenta-se como sendo uma região de grande potencial à ocupação urbana a qual cartograficamente merece ser estudada. Esta área de estudo caracteriza-se como sendo uma região que se divide em áreas com declives acentuados e áreas planas, com diferentes níveis de densidade de ocupação e uso do solo e uma rede hidrográfica que apresenta rios perenes, intermitentes, canais, lagos e represas. Estas variáveis foram consideradas no desenvolvimento dos modelos de generalização.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A formulação do problema, que foi trabalhado nesta tese, resulta de uma análise crítica da situação atual da cartografia cadastral, a qual não possui ainda uma regulamentação técnica que abranja as escalas do cadastro, centralizada na problemática municipal e no desenvolvimento científico, tecnológico e operacional no qual se encontram as pesquisas na área.

Após essa análise, conclui-se com a proposta de uma estratégia metodológica que vise ultrapassar os problemas identificados.

1.2.1 Análise crítica

Analisando a cartografia cadastral, pode-se concluir que:

a) Os produtos cartográficos foram gerados através de levantamentos aerofotogramétricos, e técnicas de aerotriangulação;

b) A produção cartográfica embora tenha fotografias aéreas como informação de base, recorre ainda a outros tipos de informação como levantamentos em campo, visando melhorar os resultados obtidos da restituição fotogramétrica;

c) Não existe uma nomenclatura e metodologia padrão para produção de cartografia cadastral, nem em processos analógicos, nem em processos digitais;

d) Não existe a nível nacional o desenvolvimento de métodos e modelos de generalização padronizados a serem aplicados em meio digital, ao nível das escalas cadastrais.

1.2.2 Estratégia da proposta

Para ultrapassar as limitações descritas anteriormente, aplicou-se uma estratégia que engloba as vantagens da generalização cartográfica digital. Criaram-se modelos de produção de bancos de dados espaciais na escala 1:10.000 e 1:25.000 a partir de um banco de dados original na escala 1:5.000. Este banco de dados espacial fonte atuou como base de referência e sua precisão foi considerada de ótima qualidade para o trabalho. Este procedimento permitiu uma cartografia rápida e expedita, e com um nível de precisão que foi especificado a partir da análise do banco de dados gerado. Assim, elaborou-se uma produção rápida de cartografia cadastral nas escalas especificadas a partir de um banco de dados original, com precisão e objetivo determinado pela variação de escala.

1.3 INEDITISMO DA PROPOSTA

Vários autores, tais como, McMaster e Shea (1992), Müller (1995), João(1998), Ruas(1999), entre outros, têm se dedicado ao estudo, avaliação e aplicação da generalização de dados espaciais.

As soluções apresentadas podem ser classificadas em dois grupos, as que tratam o problema com procedimentos matemáticos e aquelas que utilizam a semântica e a representação temática dos dados para determinar a generalização.

As inferências para atributos matemáticos e geométricos estão atreladas a aplicação de algoritmos dentro do software que podem ser classificados como algoritmos simples que são baseados na geometria das feições, e algoritmos mais avançados que levam em conta as características das feições como relações de

espaço e padrões. Este grupo seria denominado por Davis (2000), como generalização do banco de dados.

O segundo grupo, que se denomina de generalização cartográfica, utiliza técnicas de percepção, atreladas a semântica e representação dos dados através do conhecimento e sentimento cognitivo do cartógrafo.

Neste contexto, como contribuição principal, o presente trabalho propõe o uso de um novo paradigma de generalização cartográfica a partir da união destes procedimentos, aliada a avaliação geométrica, gráfica e semântica.

Uma contribuição secundária seria a automatização dos processos de generalização cartográfica provendo a necessidade de uma padronização e rigor científico que atendam as necessidades do planejamento, a gestão e o desenvolvimento municipal.

Como conseqüência dos resultados, os usuários da cartografia estarão mais preparados quando da solicitação de um produto cartográfico multi-escala e nos quais seja possível verificar sua qualidade final.

1.4 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

A pesquisa a partir do desenvolvimento de modelos adequados de generalização de dados espaciais busca aprimorar uma solução tecnológica ainda não suficientemente desenvolvida e testada a nível nacional e internacional. É uma tentativa de desenvolver um modelo que possa ser tanto explanatório como preceptivo, ao mesmo tempo em que busca propor métodos para uma abordagem coordenada para o processo de planejamento.

1.5 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA

O desenvolvimento das ciências, entre as quais, as relacionadas com o território, estão cada vez mais, sendo influenciadas pelo desenvolvimento tecnológico e a revolução técnica associada a ele. A Cartografia é uma das ciências que mais tem sido influenciada por esta revolução. O desenvolvimento de ferramentas de informática, a utilização de sistemas digitais de informação geográfica, permite vislumbrar avanços significativos no desenvolvimento dos paradigmas que até agora fizeram parte do trabalho cartográfico.

A cartografia aliada aos SIGs, como um instrumento de representação do território, deve ser uma ferramenta de aquisição de dados e de informação georeferenciada, com estruturas e organização própria que seja capaz de dar uma resposta representativa segundo os objetivos do usuário.

Neste contexto, cartografia e território apresentam uma relação intrínseca, uma vez que o objetivo da cartografia para o planejamento e a gestão é o de construir uma informação cartográfica codificada e estruturada em ambiente digital, com um formato de recepção de dados adequado para a sua integração direta em bancos de dados geográficos que seja disponibilizada com o objetivo de servir aos seus diversos aspectos e para qualquer aplicação, seja ela de ordem econômica, social ou jurídica.

Durante as últimas duas décadas, com o avanço das geotecnologias, a informação geográfica contida nos mapas analógicos foi sendo progressivamente transformada em bancos de dados espaciais digitais. Hoje, os mapas são concebidos a partir destas bases de dados. Estas aplicações, por sua vez, necessitam de diferentes níveis de detalhamento. Desta forma, tem sido gerados bancos de dados geográficos com diferentes níveis de detalhe para cada escala de representação. Esta multiplicidade de bases de dados, em diferentes escalas, torna-se dispendiosa e de difícil atualização, porque a atualização dos dados, quando necessária, é normalmente feita para cada uma das bases de dados existente.

Então, o que se objetiva com a utilização de sistemas automatizados é, em suma, a armazenagem da informação geográfica em um único banco de dados que apresente um nível de detalhamento otimizado e que permita a geração automática de dados segundo uma necessidade específica. O custo da atualização então seria reduzido a operações sobre uma base de dados única. Esta customização se refletiria, também em agilidade na manipulação dos dados, economia em equipamentos, software e mão de obra especializada.

Enfim, a necessidade, de dispor-se de dados cartográficos que possuam uma qualidade cartográfica compatível com sua escala, para que haja confiabilidade na extração das informações que compõem uma base cartográfica automatizada, motivaram o desenvolvimento deste trabalho.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Desenvolver modelos de generalização cartográfica automatizada para um banco de dados cadastral, como suporte ao planejamento e a gestão municipal.

1.6.2 Objetivos Específicos

a) Avaliar a evolução do conhecimento teórico na área de generalização cartográfica tradicional como subsídio ao desenvolvimento de conceitos bem estruturados para posteriores aplicações em meio digital.

b) Investigar o tema da generalização digital, envolvendo desde a geração do banco de dados espacial até a produção de bancos de dados generalizados.

c) Criar modelos de generalização de dados espaciais utilizando software SIG.

d) Avaliar a metodologia criada utilizando os seguintes critérios: como os dados em geral são armazenados, a efetividade das operações de recuperação no processo de generalização e se os modelos criados possuem restrições na forma como os dados podem ser acessados e usados.

e) Produzir um banco de dados generalizado em escalas pré-estabelecidas e realizar a avaliação de sua precisão e acurácia através do PEC, bem como a densidade das informações apresentadas frente as relações topológicas e semânticas dos objetos.

f) Analisar a eficiência do banco de dados espaciais generalizado como suporte ao planejamento e gestão em empresas privadas e organismos públicos.

g) Disseminar a cultura em cartografia, desde as técnicas da cartografia temática convencional até as abordadas em um SIG.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A concepção geral deste trabalho é apresentada em sete capítulos, nos quais foram abordados temas importantes ao desenvolvimento do projeto. Assim, fez-se uma abordagem consistente sobre Generalização Cartografia analógica e digital,

seus critérios de avaliação e a sua qualidade geométrica, retratando a problemática na geração e aplicação de bancos de dados espaciais generalizados como subsídios a gestão.

No primeiro capítulo apresenta-se a introdução, identificação do problema, limitações da pesquisa, a justificativa e seus objetivos.

No segundo capítulo faz-se a revisão bibliográfica que dará suporte ao leitor sobre os termos específicos/ científicos e uma noção geral do tema generalização cartográfica. Assim abordam-se os temas que versam a temática generalização cartográfica digital, processos e modelos de generalização, avaliação dos produtos e sua relação com a cartografia cadastral, o planejamento e a gestão.

No terceiro capítulo descreve-se e caracteriza-se a área de estudo envolvendo suas particularidades e razões para sua escolha. Os materiais e métodos também são abordados no terceiro capítulo, no qual se descreve passo a passo a metodologia aplicada para o desenvolvimento do projeto assim como todos os equipamentos e softwares envolvidos.

No quarto capítulo desenvolvem-se e aplicam-se os modelos de generalização e apresentam-se os resultados obtidos através do experimento.

No quinto capítulo fazem-se as análises pertinentes e avaliação dos resultados obtidos.

No sexto capítulo, compila-se um banco de dados generalizado e definem-se as normas de reprodução digital.

Por fim, no sétimo capítulo apresentam-se as conclusões e recomendações sobre o tema: Generalização Cartográfica digital para um banco de dados cadastral.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DA COLETA DO DADO À GERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

O método consagrado para a elaboração de mapas constitui-se na restituição fotogramétrica que é elaborado a partir do recobrimento de uma área por fotografias aéreas que possibilitam a interpretação e restituição da área a ser mapeada, reproduzindo em uma superfície plana os elementos existentes no terreno.

A elaboração da base cartográfica cadastral é de extrema importância, pois ela será a referência para que todas as informações geográficas sejam integradas sobre um mesmo referencial cartográfico, bem como a fácil identificação da posição das informações e seus relacionamentos, sobre a superfície terrestre.

A base cartográfica deve ser elaborada de modo a representar exata e detalhadamente a posição, a forma, as dimensões e a identificação dos acidentes terrestres. Ela deve proporcionar ainda as relações métricas como: distância, ângulos, desníveis e áreas dos elementos geográficos descritos num mapa, conforme a projeção cartográfica utilizada.

O grau de exatidão e detalhamento está associado, diretamente, à escala de representação gráfica, seja ela em papel ou através do monitor de vídeo, bem como ao propósito final do documento cartográfico.

O método de compilação cartográfica consiste na construção de uma carta a partir de outros documentos cartográficos existentes. A escala destes documentos pode ser igual ou maior que a da carta a ser construída. Este método pode ser utilizado tanto na elaboração de novas cartas quanto na atualização das já existentes.

No IBGE (1996), a compilação é feita, por dois processos distintos:

a) Compilação direta – quando a compilação é feita a partir de documentação na mesma escala do produto final desejado.

b) Compilação por redução – podendo ser feita por:

- Redução direta – quando a documentação a ser utilizada é reduzida para a escala da carta a ser produzida. Posteriormente as reduções são montadas em uma rede cartográfica, na

projeção e escala adotada para a carta a ser produzida. Em seguida é elaborado o documento final.

- Seleção prévia – quando os elementos de interesse da carta em elaboração são selecionados, a partir da documentação básica. Em seguida, os documentos gerados são reduzidos para a escala da carta em elaboração. A partir daí segue a rotina de montagem e desenho descrito para a redução direta.

Neste processo de compilação por redução, o que determina a aplicação é a densidade dos elementos na área da carta a ser elaborada. A primeira forma, redução direta, é recomendada para as áreas de baixa densidade de detalhes e, a segunda, seleção prévia, para as áreas com alta densidade de detalhes.

De acordo com Vianna (1997), na descrição de ambos os métodos é possível observar que uma carta é apenas a redução dos elementos do mundo real de modo a representá-los em dimensões sobre os quais possam ser trabalhados e analisados para atender a um determinado propósito. Os objetos geográficos são abstraídos da realidade a ser mapeada e transformados por processos cartográficos, em mapas contendo dados e informações que possam ser interpretadas pelo usuário. Estas informações geradas são obtidas a partir de transformações aplicadas nos dados originais, sejam eles obtidos diretamente do mundo real ou de cartas pré-existentes. Além da transformação de escalas, destacam-se a transformação da superfície curvilínea em plana e a transformação dos objetos geográficos em símbolos que os representem. A partir do momento em que ocorrem transformações há a diminuição na capacidade de apresentar detalhes e informações caracterizando um processo de generalização.

Em meio digital, com a utilização dos SIGs, a estrutura dos dados determinam a sua utilização e conseqüentemente o sucesso e relevância da aplicação. Neste meio o mundo real pode ser descrito somente em termos de modelos que delineiam os conceitos e procedimentos necessários para transformar as observações do mundo real em dados que serão manipulados no SIG. Em um banco de dados geográfico, esta modelagem é expressa em cinco elementos principais. Mundo real, modelo do mundo real, modelo de dados, banco de dados, mapas e representações (CAMARA, 1995).

Para se construir o mundo real em um SIG usa-se modelos simplificados da realidade, onde fenômenos podem ser classificados e descritos. Após são

convertidos em um modelo de dados onde são aplicados elementos de geometria e qualidade. Este modelo de dados é transferido a um banco de dados em meio digital, onde os dados podem ser apresentados e visualizados em mapas ou representações.

2.2 BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Bancos de dados geográficos são bancos de dados preparados para armazenar dados sobre informações espaciais. Estão inseridos dentro dos SIGs que tem a função de manipular um volume de informações de grande complexidade, como dados alfanuméricos, mapas, cartas, plantas, aerofotogramas e imagens de satélite.

Além disso, atualmente, todos os SIGs possuem Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBD) que possibilitam o cruzamento de dados georeferenciados, e a geração de novas informações de forma integrada em um único banco de dados geográficos.

Os SIGs do ponto de vista da sua aplicação possuem ferramentas que tornam possível escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica dos objetos. Também possuem um amplo conjunto de estruturas de dados e algoritmos capazes de representar a grande diversidade de representações e concepções espaciais.

Câmara (1995) enfatiza que os elementos (mundo real, modelo do mundo real, modelo de dados, banco de dados, mapas e representações) são as representações computacionais do espaço geográfico através dos quais se aproximam ao paradigma dos quatro universos (Figura 1), quais sejam:

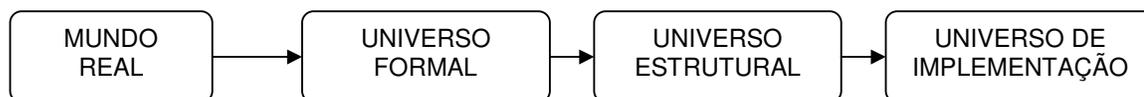


Figura 1 - Os quatro universos da representação computacional

O universo do mundo real é onde as percepções se materializam em conceitos que descrevem as realidades a serem representadas na tela do

computador, como os tipos de solo, elementos do cadastro urbano, caracterizações do terreno, etc.

O universo formal é onde se cria modelos lógicos ou construções matemáticas que generalizam os conceitos do universo do mundo real, através da criação das abstrações necessárias para representar os conceitos do mundo ontológico.

O universo estrutural é onde as diversas entidades dos modelos formais são mapeadas para estruturas de dados geométricas e alfanuméricas e algoritmos que realizam operações. Neste universo são decididos quais são os tipos de dados e operações necessárias para representar os objetos do mundo formal.

O universo de implementação completa o processo de representação computacional. É onde se realiza a implementação num suporte computacional adequado.

2.2.1 O Universo Estrutural

Nesta tese, para entender a organização dos modelos desenvolvidos trata-se com mais detalhe do universo estrutural e dá-se ênfase às estruturas de dados vetoriais.

De acordo com Câmara et al. (2007), as estruturas de dados utilizadas em bancos de dados geográficos são divididas em duas grandes classes: estruturas vetoriais e estruturas matriciais.

As estruturas matriciais são representadas por matrizes que podem ser discretizadas em dados raster, tendo como exemplo mais comum as imagens de satélite.

2.2.1.1 Estrutura de dados vetoriais

As estruturas de dados vetoriais são utilizadas para representar os dados espaciais através das coordenadas de cada entidade, tendo como formas básicas: pontos, linhas e áreas (polígonos), definidas por suas coordenadas cartesianas, conforme ilustrado na Figura 2.

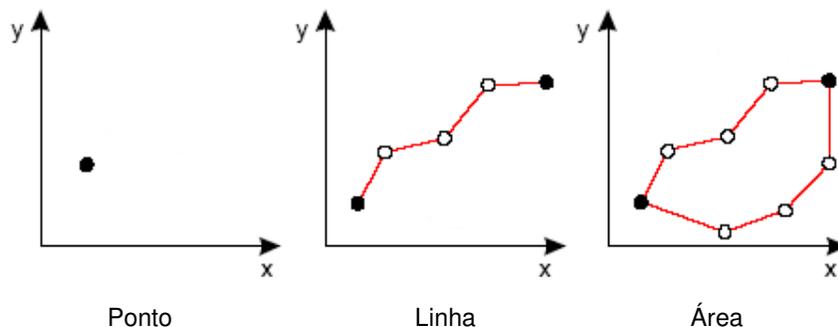


Figura 2 – Representação de estruturas vetoriais

Onde:

- a) Um ponto é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais;
- b) Uma linha é um conjunto de pontos conectados;
- c) Uma área (ou polígono) é a região do plano limitada por uma ou mais linha poligonais, de tal forma que o ultimo ponto da linha seja idêntico e coincida ao primeiro da próxima.

Cada estrutura vetorial possui uma topologia que pode ser descrita sistematicamente da seguinte forma: Topologia: nó, nó + nó = arco e arco + nó = polígono.

De acordo com Davis (2000), a topologia é a parte da matemática na qual se investigam as propriedades das configurações que permanecem invariantes nas transformações de rotação, translação e escala. No caso de dados geográficos, é útil ser capaz de determinar relações como adjacência, pertinência, intersecção, e cruzamento. Objetos de área podem ter duas formas diferentes de utilização: como objetos isolados ou objetos adjacentes. O caso de objetos isolados é bastante comum em SIGs urbanos, e ocorre no caso em que os objetos da mesma classe em geral não se tocam. Por exemplo, edificações, piscinas, e mesmo as quadras das aplicações cadastrais ocorrem isoladamente, não existindo segmentos poligonais compartilhados entre os objetos. Finalmente, temos objetos adjacentes, e os exemplos típicos são todas as modalidades de divisão territorial: bairros, setores censitários, redes, municípios e outros. Neste caso, pode-se ter o compartilhamento de fronteiras entre objetos adjacentes, gerando estruturas topológicas.

Objetos de linha podem ter variadas formas de utilização. Analogamente aos objetos de área, podemos ter objetos de linha isolados, em árvore e em rede. Objetos de linha isolados ocorrem, por exemplo, na representação de muros e

cercas em mapas urbanos. Objetos de linha organizados em uma árvore podem ser encontrados nas representações de rios e seus afluentes, e também em redes de esgotos e drenagem pluvial. Também são organizadas em rede, nos casos de redes elétricas, telefônicas, de água ou mesmo na malha viária urbana e na malha rodoviária e ferroviária. No caso das redes, é fundamental armazenar explicitamente as relações de adjacência, utilizando-se a topologia arco-nó. Um nó pode ser definido como o ponto de intersecção entre duas ou mais linhas, correspondente ao ponto inicial ou final de cada linha. Nenhuma linha poderá estar desconectada das demais para que a topologia da rede possa ficar totalmente definida.

Uma das possibilidades associadas a dados vetoriais é a associação de valores que denotem a variação espacial de uma grandeza numérica (2,5 D). No caso mais simples, associamos a cada localização no espaço um valor numérico de atributo. Neste caso, como os valores de localização estão no plano e o valor adicional descreve uma superfície sobre este plano. Os dados resultantes são chamados de dimensão “dois e meio”, pois não se tratam estritamente de dados tridimensionais, pois o suporte espacial ainda são localizações 2D. Têm-se três alternativas que usam estruturas vetoriais (Figura 3).

Conjunto de amostras esparsas 2,5D, constituído de pares ordenados (x,y,z) , onde (x,y) é uma localização no plano e z um valor numérico de atributo;

Conjunto de isolinhas (curvas de nível), que são linhas às quais estão associados valores numéricos. As isolinhas não se cruzam, e são entendidas como estando “empilhadas” umas sobre as outras;

A malha triangular ou TIN (do inglês “*triangular irregular network*”) é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo arco-nó e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas.

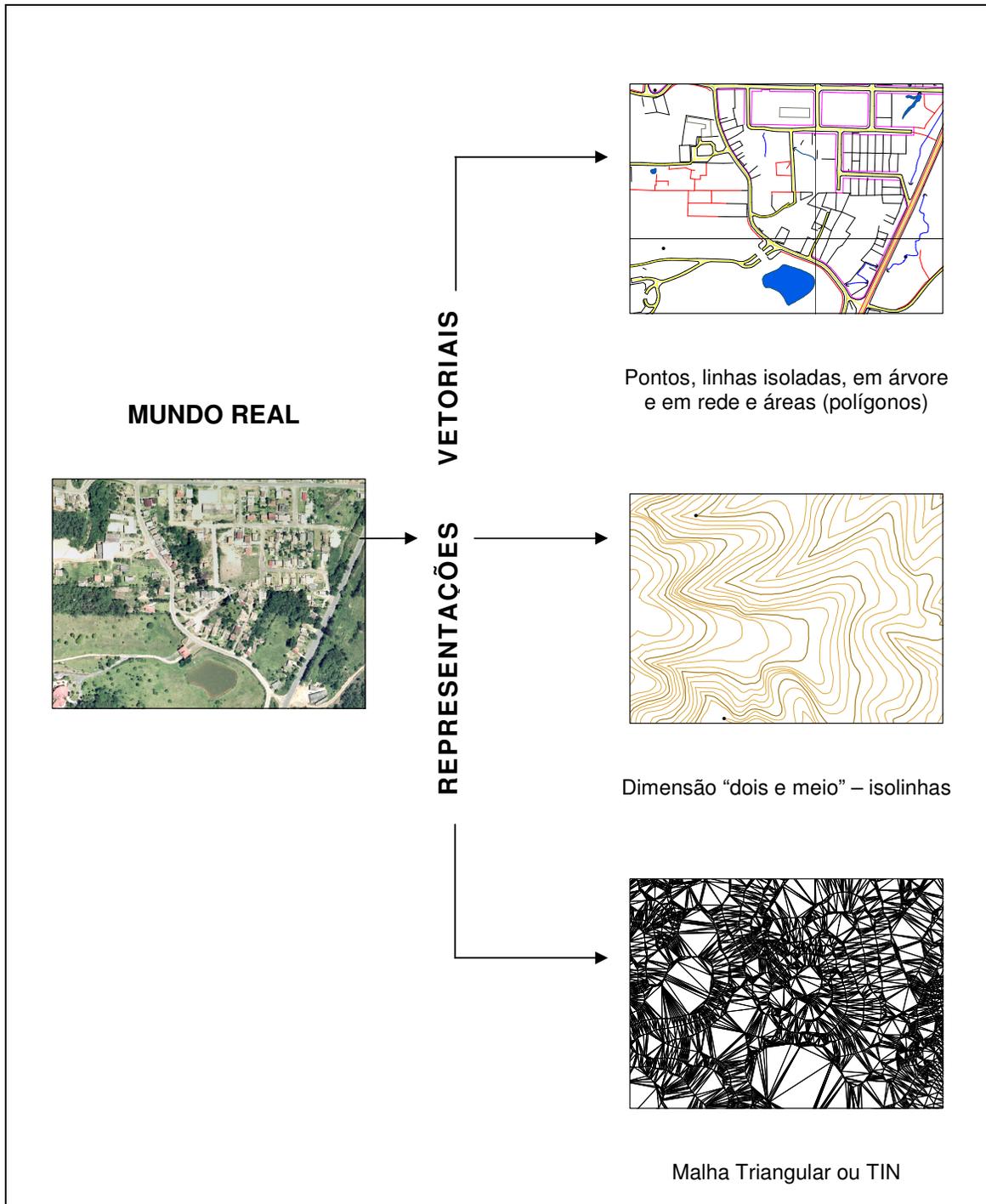


Figura 3 – Mundo real e as representações vetoriais

2.2.1.2 O Universo de Implementação

Davis e Laender (2000) destacam que, a preocupação de implementar processos semelhantes aos tradicionalmente empregados em cartografia se reflete

na própria arquitetura interna e no esquema de banco de dados adotado na maioria dos SIGs comerciais. Com a intenção de preservar a familiaridade do usuário com a aparência convencional (cartográfica) de fenômenos naturais ou construídos pelo homem, técnicas particulares de organização do banco de dados são incorporadas aos SIGs, tornando difícil conceber sistemas de informação espaciais realmente genéricos.

Desta forma os autores supracitados introduzem o conceito de múltiplas representações em SIG, baseadas na existência de uma representação primária, ou seja, uma representação que possa ser usada para gerar algumas ou todas as demais, denominadas representações secundárias, através de operações de transformação adequadas. A representação primária deve ser a mais detalhada e abrangente de todas as representações que foram delineadas no esquema conceitual/representação, e é a única que pode ser alterada pelo usuário, utilizando como estratégia a derivação de dados. As representações secundárias, geradas a partir desta através de operações de transformação, são armazenadas para evitar o tempo de reprocessamento. Cada modificação ou atualização em um objeto primário produz uma demanda de atualização, que é um objeto que registra a natureza da modificação e indica a necessidade de regeneração dos objetos secundários correspondentes.

2.3 GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Vários autores têm dedicado parte de suas contribuições ao estudo da generalização cartográfica.

Segundo João (1998, p.1) “generalização é uma característica inerente a todo dado geográfico. Todos os mapas, tanto os digitais como os analógicos, são representações generalizadas da realidade, e quanto mais generalizado é o mapa, mais longe da realidade ele se encontra”.

Campbell (2001) destaca que a generalização é influenciada pelo propósito ao qual o mapa é designado. Dois mapas de uma mesma área podem ter vários significados neste contexto, mesmo que eles tenham a mesma escala. Por exemplo: um mapa de rodovias enfatiza o sistema de vias, possivelmente incluindo o nome das localidades, o tipo de superfície e o número ou nome de cada estrada. Outras informações como as feições topográficas, podem estar presentes de forma geral ou

não estarem presentes. Por outro lado, um mapa topográfico, enfatiza as características da superfície, usando curvas de nível e a rede de drenagem em detalhe. Este mapa, no entanto não inclui informações detalhadas do sistema rodoviário. Ambos os mapas são considerados válidos, sua diferença é simplesmente a reflexão de diferentes propósitos.

De acordo com Keates (1989), a generalização cartográfica é um processo de abstração da informação que depende da escala, pois determina o espaço disponível para a representação dos símbolos no mapa. A seleção das informações importantes em uma base de dados deve resultar em uma representação clara e informativa do fenômeno geográfico. A redução de escala é acompanhada pela redução dos detalhes de representação de objetos individuais, e ao mesmo tempo de exagero ou realce desses objetos para torná-los distinguíveis. A generalização toma lugar no contexto do projeto do mapa ao reunir as necessidades do usuário. A generalização realizada de maneira apropriada resultará em uma mensagem espacial que é eficientemente compreendida pelo leitor. Por outro lado, generalização excessiva pode causar imagens do mapa que contém poucas informações úteis e que não transferem o conhecimento.

Em cartografia convencional, a região de estudo é freqüentemente dividida, em áreas de cobertura, ou folhas de mapa. Estas, por sua vez, são subdivididas hierarquicamente, de modo a produzir mapas mais detalhados e em escala maior, gerando séries de mapas articulados entre si. Cada um dos níveis desta hierarquia estabelece um novo conjunto de representações para os objetos que compõem o mapa, tentando ao mesmo tempo filtrar o excesso de detalhes de modo a manter uma densidade de informação constante. Em um determinado nível, cada fenômeno tem uma única forma de representação, usualmente exemplificada em uma legenda. Em função da aplicação, do espaço disponível e da densidade de informações no mapa, o cartógrafo seleciona, dentre os fenômenos de mesma natureza, quais os que serão representados, e de que forma o serão, deixando de lado aqueles considerados menos importantes.

Este processo é tanto aplicado entre a realidade física de um mapa quanto entre um mapa mais detalhado e outro menos detalhado. Este tipo de trabalho é feito manualmente, com base no conhecimento empírico e na experiência pessoal do cartógrafo, aí incluído seu senso estético, bem como, na técnica cartográfica, extensamente conhecida e documentada (MCMASTER e SHEA, 1992).

De acordo com Keates (1989), as definições de generalização baseiam-se em dois grupos os quais são:

a) Escala e Legibilidade Gráfica: determinam condições, a diferença entre as escalas do mapa e do fenômeno do mundo real, controla o espaço disponível, que é o requisito mínimo para a legibilidade gráfica;

b) Características Essenciais e Importância: é essencialmente formada por julgamentos: eles refletem a necessidade de reter as características essenciais (em termos de forma e configuração) do fenômeno representado, e também o fato que algumas coisas são julgadas como sendo mais importantes que as outras, ambas dentro da mesma classe geral, e entre classes. Entretanto, algumas coisas serão retidas, outras exageradas, se necessário, e mesmo enfatizadas dentro do projeto do mapa.

Para este autor, os processos que constituem a aplicação da generalização são: Omissão Seletiva, Simplificação, Combinação ou Agregação e Reclassificação, Exagero e Deslocamento:

a) Omissão Seletiva: a fim de se preservar a legibilidade e clareza do mapa, certas feições por meio do processo seleção podem ser omitidas, mesmo que sejam de categorias incluídas no mapa;

b) Simplificação: seleção e classificação são exemplos de simplificação, mas esta pode também tomar outras formas. Um exemplo pode ser a suavização de linhas naturais ou feitas pelo homem no mapa para eliminar detalhes desnecessários. Simplificação seria o processo no qual uma linha reta entre dois pontos é simplificada de forma que esta mantém a posição planimétrica exata. Na simplificação as feições que devem ser mostradas, mas as que são muito pequenas ou muito complexas para aparecerem em grande detalhe devem ser simplificadas. A escala é o principal fator envolvido. Este processo é muito usado em linhas e bordas, por exemplo, uma linha reta continuará reta, porém, poderá diminuir seu tamanho, já uma linha altamente irregular sofrerá uma diminuição progressiva no comprimento e suas pequenas irregularidades serão removidas. Durante a redução é importante que as características das feições se mantenham, ou seja, evitar substituir linhas irregulares por curvas suavizadas e que o exagero tenha que ser introduzido em alguns casos;

c) Combinação ou Agregação ou Agrupamento (gráfica) e Reclassificação (semântica e gráfica): é um processo no qual os objetos são colocados em grupo de

feições idênticas ou similares. A individualidade e detalhe de cada elemento são perdidos. A informação é agrupada através da identificação dos limites do grupo. A combinação reduz a complexidade da imagem do mapa, ajuda a organizar a informação mapeada e então auxilia na comunicação;

d) Exagero e Deslocamento: talvez seja a mais complexa. Sempre que uma classe de feições é importante no conteúdo de um mapa, preserva-se a informação de localização, independente do espaço proporcionado pela escala. O desenvolvimento de um mapa requer simbolização, uma vez que não é possível criar uma imagem reduzida do mundo real sem projetar um conjunto de símbolos que representa os objetos no mundo real. Os símbolos são exagerados para poderem aparecer legíveis, isto é, devem possuir um tamanho mínimo, que depende das limitações da percepção. Esta operação envolve deslocamento de feições. É importante ressaltar que os pontos trigonométricos nunca devem ser deslocados. Na hierarquia da restrição do deslocamento de feições, rios vêm em segundo lugar; isto é, outras feições têm de ser deslocadas em função de rios. Edifícios sempre serão deslocados em função do deslocamento de feições lineares.

Dent (1995) ao abordar o assunto, divide-o em abstração e generalização cartográfica.

Para o autor abstração cartográfica é a parte do mapeamento onde o cartógrafo transforma dados em mapas e seleciona e organiza a informação necessária para desenvolver no usuário o entendimento da concepção. O autor esclarece que, quando é aceita a idéia de que nem toda a informação avaliada necessita estar presente, que as informações podem ser selecionadas para propósitos particulares, começa-se a identificar no mapa os elementos relevantes. É claro, a seleção é guiada pelo propósito do mapa.

Seleção, classificação, simplificação e simbolização são partes da abstração cartográfica e são operações de generalização. A generalização tem lugar no contexto do desenho do mapa procurando as necessidades do usuário. Uma generalização apropriada resulta em uma mensagem espacial que é eficientemente estruturada para a leitura. Por outro lado, generalização excessiva pode causar mapas que contem pouca informação usual e que não transmitem o conhecimento. Portanto, o balanço das informações deve ser bem estruturado pelo cartógrafo.

De acordo com o autor supracitado, o processo de seleção na operação de generalização é o primeiro passo na construção do mapa. Seleção envolve as

decisões sobre o espaço geográfico a ser mapeado, a escala, a projeção, quais variáveis são apropriadas para o propósito do mapa, e qual o melhor método a ser empregado. A fase de seleção é crítica e pode envolver um trabalho conjunto entre o autor do mapa e o usuário.

Classificação é o processo no qual objetos são classificados em grupos que tenham as mesmas características. A individualidade e o detalhe de cada elemento são perdidos. A classificação reduz a complexidade do mapa, ajuda a organizar a informação mapeada e ajuda na comunicação.

Em mapas temáticos, a classificação pode ser dividida em informação qualitativa e quantitativa. Dados qualitativos incluem a identificação geográfica da região ou lugar. Eles podem comunicar o conceito de região para uma grande área como mostrar apenas um elemento individual. A classificação quantitativa é normalmente uma aplicação numérica. Geralmente, os dados são divididos em classes numéricas, onde cada valor é apresentado em uma classe individual. Este processo reduz as informações, mas usualmente resulta em um mapa que é mais significativo.

Seleção e classificação são exemplos de simplificação, mas simplificação pode ter outras formas também. Um exemplo é o de retilinizar uma linha no mapa para eliminar detalhes desnecessários. Quando o propósito do mapa é simplesmente mostrar a conectividade entre dois pontos, e não o de ilustrar com precisão o local dos elementos ao longo da estrada.

Talvez a parte mais complexa da abstração cartográfica seja a simbolização. O desenvolvimento de mapas requer simbolização, desde que não é possível criar uma imagem reduzida do mundo real sem usar símbolos que representam os elementos do mundo real. Em mapas temáticos se um elemento é mapeado usualmente se diz que ele é simbolizado.

Duas classes principais de símbolos são usadas para mapas temáticos: replicativos e abstratos. Símbolos replicativos são aqueles desenhados para mostrar partes do mundo real; são usados somente para mostrar objetos tangíveis. Linhas de costa, árvores, linhas de trem, edificações são exemplos. A simbologia dos mapas base são replicativas por natureza. Porém, mapas temáticos podem ter símbolos replicativos e abstratos. Símbolos abstratos geralmente têm a forma geométrica, como círculos, quadrados e triângulos. Eles são tradicionalmente

usados para representar variações de um lugar para outro e necessitam de uma legenda detalha.

A simbolização é o processo de generalização que sofre a influência direta da escala. Para pequenas escalas é virtualmente impossível representar fenômenos geográficos em verdadeira escala. Distorções são necessárias. Por exemplo, cidades com bordas irregulares são representadas por quadrados ou pontos.

Segundo Robinson (1995), generalização é um processo que leva à redução de detalhe de determinado objeto geográfico, de forma que a sua essência seja mantida após as variadas reduções, necessárias para uma representação legível a escalas menores, sendo seu objetivo a maior precisão possível em função da escala do mapa, adaptação geométrica dos elementos do mapa de forma a conseguir-se uma boa capacidade informativa, uma boa caracterização (geométrica) dos elementos de um mapa, bem como uma coerência nas cores e formas utilizadas em relação aos elementos geográficos representados, boa legibilidade e clareza e ainda um equilíbrio gráfico entre todos os elementos.

O autor supracitado desenvolveu um dos primeiros modelos formais para entender processo de generalização. Ele separa o processo em dois grandes passos: Seleção – pré-processo e os processos atuais de generalização, que envolve manipulações geométricas e estatísticas dos objetos. Seleção envolve a identificação dos objetos que vão ficar ou serem eliminados do banco de dados. Neste momento, de desenvolvimento do conteúdo do mapa temático, muitas vezes uma mínima quantidade do material básico é selecionada, como as estradas principais, os limites políticos ou áreas urbanizadas. Informações detalhadas da base como nome de lugares, rede hidrográfica, são muitas vezes eliminadas porque a informação não é julgada necessária. Por outro lado, informações básicas consideráveis são muitas vezes selecionadas para detalhar mapas topográficos, onde toda esta informação é considerada necessária. Para o autor o processo de generalização envolve a simplificação, classificação e simbolização. Simplificação é a eliminação de dados desnecessários, classificação envolve a categorização dos objetos e a simbolização é a codificação gráfica.

Autores como Kraak e Ormeling (1996), dividem a generalização em duas classes: a generalização gráfica e a generalização conceitual. A generalização conceitual está ligada a temas qualitativos e requer o conhecimento do conteúdo do mapa, ou o significado semântico do objeto a ser mapeado. (MÜLLER et al., 1995).

Neste caso existe uma dependência da classificação temática, resultando numa estrutura diferente de classes e de legenda. Já, a generalização gráfica está ligada aos componentes geométricos dos dados espaciais e a execução do processo não afeta a simbologia ou a legenda do mapa. A generalização gráfica está sempre ligada aos operadores de simplificação, realce, deslocamento, fusão e seleção, ou seja aos componentes geométricos do atributo. Já a generalização conceitual está atrelada aos métodos que afetam a componente do atributo como a classificação e a simbolização (MCMASTER e SHEA, 1992).

2.3.1 O Processo de Generalização Cartográfica

A generalização cartográfica envolve muita análise humana dos dados geográficos e decisões em o que generalizar, como generalizar, e como solucionar conflitos. Seria muito difícil automatizar este processo completamente devido à sua natureza subjetiva e a falta de regras bem definidas para guiar a geração de funções específicas dentro do software. A alternativa é automatizar o trabalho computacional até onde é possível e deixar a tomada de decisão por conta do usuário.

Para desenvolver esta solução é necessário entender o que realmente acontece quando o cartógrafo generaliza o mapa e aplica as operações explicitamente definidas para sua implementação.

Pra entender a generalização tanto em meio digital como em meio analógico temos de nos reportar a alguns conceitos fundamentais.

De acordo com Slocum et al. (2005), escala é princípio geográfico fundamental quando se faz a comparação entre os conceitos de escala geográfica, escala cartográfica e resolução de dados espaciais.

Geógrafos definem escala como uma área a ser recoberta. Cartógrafos definem escala como uma fórmula matemática e usam uma fração representativa para expressar a relação entre o mapa e a as distâncias terrestres. Diretamente relacionada ao conceito de escala está a idéia de generalização e a adequação da informação contida em escala apropriada.

Desta forma, tem sido incrementada por cartógrafos e outros cientistas da informação geográfica a criação de bases de dados multi-escala para o mesmo dado digital, criando versões adicionais do dado em escalas variadas dentro de um mesmo projeto, como forma de responder as necessidades do usuário.

No meio digital, Robert McMaster e Stuart Shea (1992) destacam que o processo de generalização suporta a variedade de processos, incluindo: redução de dados digitais, manipulação de escala e classificação e simbolização estatística. Generalização digital pode ser definida como o processo de derivação, para o banco de dados, ou seja, a simbólica ou digital decodificação do dado cartográfico através da aplicação da transformação de escalas.

De acordo com Clarke (1998), os elementos teóricos ou conceituais da generalização incluem redução da complexidade, manutenção da acurácia espacial, manutenção da acurácia dos atributos, manutenção da qualidade estética, manutenção da hierarquia lógica e consistência na aplicação das regras da generalização. Redução da complexidade é talvez a mais significativa meta da generalização. A questão mais importante é: como reduzir a informação de forma que ela seja apropriada à escala. Obviamente a complexidade de detalhe que é apresentado numa escala 1:25.000, não pode ser representada numa escala 1:100.000, algumas informações tem de ser eliminadas e alguns detalhes modificados. Por séculos, através de experiências consideráveis, cartógrafos desenvolveram um senso do que constitui a informação apropriada. A partir das decisões requeridas para generalização cartográfica e das feições baseadas em sua inerente complexidade é difícil, se não impossível quantificar, embora como descrito a seguir, várias tentativas foram feitas durante a década passada.

Explicando, existe um forte relacionamento entre escala, informação apresentada e generalização. Hudson (1992) enfatiza o efeito da escala indicando as principais representações para um mapa de 5 por 7 polegadas:

- a) Uma casa numa escala de 1:100
- b) Um quarteirão numa escala de 1:1.000
- c) Um bairro na escala de 1:10.000
- d) Uma pequena cidade na escala de 1:100.000
- e) Uma grande metrópole na escala de 1:1.000.000
- f) Vários estados na escala de 1:10.000.000
- g) Um hemisfério na escala de 1:100.000.000
- h) O mundo todo na escala de 1:1.000.000.000

O autor supracitado coloca que estes exemplos, com escalas desde grandes ($1:10^2$) até pequenas ($1:10^9$). Estende-se por oito ordens de magnitude das escalas. Geógrafos trabalham a variedade de escalas, desde muito grande – a quadra – até

muito pequenas – o mundo. Entretanto, a dissonante linha guia que os cartógrafos usam é de que a mudança de escala não pode exceder dez vezes. Então se você tem escala 1:25.000, só poderá usar para generalização até 1.250.000. Depois de 1:250.000 os dados originais são estendidos além da sua conveniência (aptidão) para uso.

Outro fator importante no processo de generalização cartográfica é a definição das operações de generalização. Analisando a literatura pertinente conclui-se que não existe uma formalização de como o processo é ou será executado, devido a subjetividade que o envolve.

Para Slocum et al. (2005), o processo de generalização começa com análise da qualidade espacial dos dados fonte. Se o resultado desta análise for satisfatório, começa o processo de pré-seleção (Figura 4), onde serão selecionadas aquelas características do banco de dados que serão incluídas no mapa final e outras que serão descartadas. Existem diferentes opiniões sobre a seleção de objetos e atributos que serão representados no mapa. A pré-seleção depende, também da escala e do propósito do mapa.

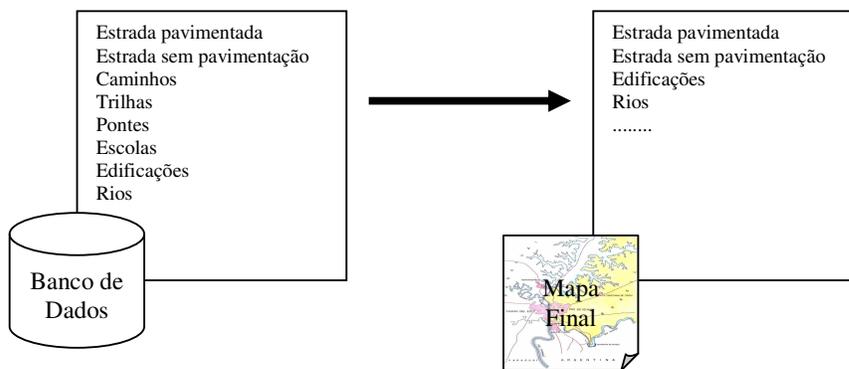


Figura 4 – Pré-seleção de dados para generalização

Após a pré-seleção dos dados começam os processos de operação das transformações. Vários autores, tanto em meio analógico como digital, utilizam o que chamam de operadores para executar a transformação dos dados.

Slocum et al. (2005), dividem-os em operadores de transformações espaciais e operadores de transformação dos atributos.

A seguir sintetiza-se uma classificação dos principais operadores encontrados na literatura específica. (Figura 5)

Operadores de Transformação Espacial	Mapa Original	Mapa Generalizado
Eliminação – Eliminação seletiva de características		
Amalgamação – agrupamento de áreas		
Colapso – redução de uma dimensão ou a representação de sua extensão de espaço		
Exagero – aumento da extensão de espaço de uma característica com o propósito de dar ênfase e legibilidade		
Deslocamento – detecção de características que se conflitam e afastamento das feições		
Agregação – combinação de características com íntima proximidade ou características adjacentes formando uma nova área		
Tipificação (Refinamento) – redução de característica de densidade ou do nível de detalhe		
Simplificação – remoção de detalhes desnecessários como curvas e flutuações de uma linha ou um limite de área sem destruir sua forma essencial.		
Suavização – redução de ângulos nos seguimentos de linhas.		
Fusão – agrupamento de linhas		
Realce – aumento das características para melhorar sua mensagem.		
Operadores de Transformação do Atributo	Mapa Original	Mapa Generalizado
Classificação e Simbolização – agrupamento de características com semelhança geográfica criando um novo atributo e simbologia		

Figura 5 - Principais operadores de generalização

Operadores para manipulação da representação gráfica do dado espacial numa perspectiva geográfica são denominados de transformação espacial.

Operadores de transformação de atributos para manipulação das linhas que são criadas para a construção do mapa, cuja aplicação resultam em mudanças na representação das feições, são denominados de Classificação e Simbolização – estas transformações são usadas para agrupar características com semelhança geográfica criando um novo atributo e representação com um novo símbolo. A operação de classificação é um dos ingredientes mais importantes do processo de generalização. A transformação é realizada quando grupos de feições têm características semelhantes e são colocados juntos. Este processo reduz o número de feições na representação e reduz a complexidade do mapa. O processo de generalização conhecido como simbolização é responsável pela colocação da simbologia de representação das classes.

2.3.2 Os modelos de Generalização Cartográfica

2.3.2.1 O modelo de Brassel e Weilbel (1988)

Este modelo apresenta uma seqüência de etapas que permitem escolher os procedimentos de generalização de maneira adaptativa.

O modelo identifica cinco atividades para o processo de generalização que são descritas a seguir:

A atividade de reconhecimento de estruturas identifica os objetos cartográficos específicos, ou agregação de objetos, bem como as relações espaciais e as medidas de importância. Esta medida é controlada pela qualidade da base de dados original, pela escala do mapa a ser produzido e pelas regras de comunicação.

A atividade de reconhecimento de processos identifica a operação de generalização necessária, bem como o tipo de modificação dos dados e a seleção de parâmetros. Esta atividade determina o que será feito com o dado original, quais os tipos de conflitos serão identificados e resolvidos, e quais os tipos de objetos e estruturas serão considerados no mapa a ser produzido. A atividade de modelagem de processos é a etapa onde os algoritmos, especificados para as operações identificadas, serão aplicados utilizando regras e parâmetros compilados da biblioteca de processos, onde estão armazenadas as regras e procedimentos para a generalização. A atividade de execução do processo é a etapa onde o processo de generalização é realizado.

A última atividade, visualização dos dados é a etapa onde a base dos dados generalizada é transformada no mapa desejado. A Figura 6 esquematiza este modelo, descrito pelos autores do seguinte modo:

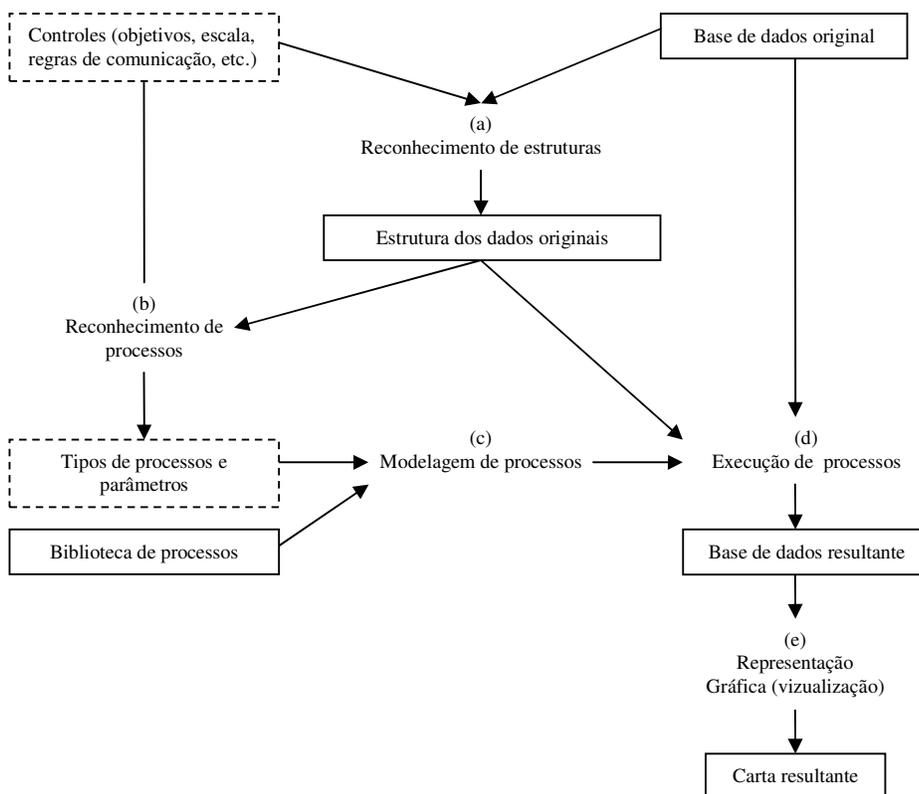


Figura 6 - Modelo de generalização cartográfica proposto por Brassel e Weibel (1988)

Vianna (1997) destaca que o desenvolvimento da componente biblioteca de processos é uma etapa importante na construção de sistemas especialistas para generalização cartográfica em ambiente digital, uma vez que inclui as operações, o conhecimento ou regras para generalização, e os valores da tolerância.

2.3.2.2 O modelo de McMaster e Shea (1992)

Na tentativa de criar um modelo conceitual compreensivo do processo de generalização, McMaster e Shea (1992) identificaram três componentes significantes: Os objetivos teóricos, ou porque generalizar; a avaliação cartométrica

ou quando generalizar; e as operações fundamentais, ou como generalizar. Este processo pode ser visualizado na Figura 7, que apresenta um organograma com as subdivisões de cada etapa.

Para os autores supracitados, o primeiro componente do processo de generalização é a definição dos objetivos teóricos, o seja, “porque generalizar”. Os principais objetivos teóricos da generalização são a manutenção espacial e a qualidade da acurácia dos dados. A acurácia espacial está de acordo, primeiramente, com a variação geométrica que necessariamente tem lugar na generalização. Por exemplo, em simplificação, pares de coordenadas são eliminados da feição, criando erros na variação da localização geométrica. O mesmo problema ocorre com o deslocamento de feições, quando duas feições são arrastadas em separado pode ocorrer uma colisão gráfica.

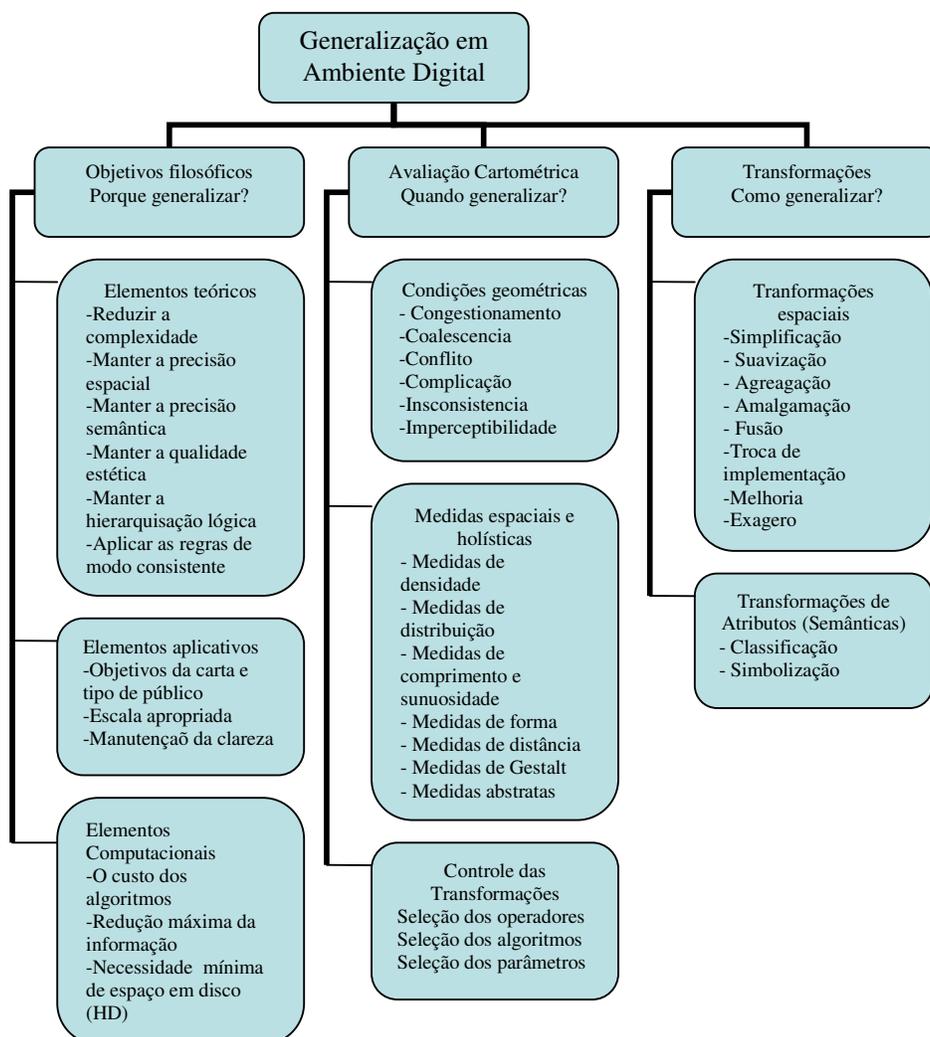


Figura 7 - O processo de generalização cartografia proposto por McMaster e Shea (1992)

A questão neste processo é minimizar esta variação e tentar manter a melhor acurácia espacial possível. A acurácia do atributo está de acordo com o objetivo do mapeamento, ou com a informação estatística como a densidade de população ou uso da terra. Por exemplo, na classificação, a componente chave da generalização, muitas vezes degrada a acurácia original do dado através da agregação.

O segundo componente é a avaliação cartométrica, onde é necessário definir “quando a generalização é requerida” a fim de identificar as condições específicas onde a generalização é exigida. Embora muitas condições importantes possam ser identificadas, seis condições fundamentais incluem (MCMASTER e SHEA, 1992):

a) Congestionamentos referem-se ao problema quando, numa redução de escala, muitos objetos são comprimidos num espaço muito pequeno, resultando num apinhamento devido a alta densidade da feição. Congestionamentos significantes resultam em diminuição da comunicação, por exemplo, quando muitos edifícios estão muito próximos.

b) Coalescência refere-se à condição onde feições graficamente colidem quando a escala muda. Esta condição requer a implementação da operação de deslocamento.

c) Conflito resulta quando, devido a generalização, uma inconsistência entre ou no meio de feições ocorre. Por exemplo, se generalização da linha de costa eliminou uma baía com uma cidade localizada nela, a cidade ou a linha de costa tem de ser movidas para assegurar que a área urbana continuará a ser representada. Assim conflitos espaciais são ambos difíceis de detectar e corrigir.

d) Complexidade é dependente de uma condição específica que existe num espaço definido. Um exemplo é uma linha digital que muda de complexidade de uma parte para a outra, assim como a linha de costa que passa de muito suave a muito ondulada.

e) Inconsistência é caracterizada pela aplicação não uniforme das decisões que acarretam operações de generalização ao longo de uma dada região mapeada. Um exemplo de inconsistência surge quando se omitem edificações individuais em um mapa de escala pequena. Nos mapas de escala pequena as edificações isoladas só aparecem em áreas rurais, nas áreas urbanas as edificações são agregadas e representadas como uma área que é simbolizada com uma cor rosa. Como neste caso, a inconsistência não é sempre uma condição indesejável e pode ser usada para realçar ou degradar uma porção específica da imagem mapeada.

f) Imperceptibilidade resulta quando, numa redução de escala, elementos importantes são removidos, ampliados ou exagerados em função do tamanho mínimo representável no mapa. Esta restrição também requer uma análise minuciosa dos elementos e sua representatividade na escala final desejada.

Apesar de que muitos problemas em generalização requerem o desenvolvimento e implementação de medidas matemáticas, estatísticas ou geométricas, McMaster e Shea (1992) apresentam uma classificação geral de medidas incluindo as seguintes classes: densidade, distribuição, comprimento e sinuosidade, forma, distância e Gestalt.

1. Medidas de densidade são usadas para avaliar relacionamentos de multi-feições, e podem incluir valores métricos como o número do ponto, linha, ou área de feição por unidade de área; densidade média dos pontos, linhas ou áreas; e o número e localização do centróide do ponto, linha ou área.
2. Medidas de distribuição são usadas para avaliar a configuração espacial das feições do mapa. Por exemplo, medidas de dispersão, casualidade e agrupamento dos pontos. Feições lineares podem ser avaliadas por seu padrão (desenho) – um exemplo pode ser o cálculo da distribuição de uma rede de drenagem baseado no número da primeira, segunda, terceira ordem dos canais, ou se padrão é dendrítico ou treliça. De forma similar, feições de área podem ser avaliadas por sua distribuição intrínseca, assim como a configuração espacial de uma série de ilhas.
3. Medidas de comprimento e sinuosidade são muitas vezes empregadas a simples linhas ou áreas de limite assim como o cálculo do comprimento da rede de drenagem. Alguns exemplos de medidas de comprimento incluem o número total de par de coordenadas, comprimento total e o número médio de coordenadas ou desvio padrão de coordenadas por polegada (metros). Medidas de sinuosidade podem incluir mudança angular total, mudança média angular por ângulo, soma de ângulo positivo ou negativo, e o número total de cursos positivos e negativos. Uma medição comum de sinuosidade envolve

- calcular a angularidade individual entre seguimentos, freqüentemente notada como de modo positivo ou negativo. Outras medidas de sinuosidade acumulam os seguimentos curvilíneos, definidos por curvas ou arcos em ângulos positivos ou negativos. Ainda outras medidas, computam a linha de tendência ao longo das curvas para criar uma linha média de tendência. Adicionalmente, medidas específicas para classes podem ser designadas em vários domínios do conhecimento, as vezes medidas morfométricas comuns compiladas para geografia física, hidrologia e geologia.
4. Medidas de forma são comumente aplicadas na literatura geográfica para medir a forma dos objetos, e são muito usadas na determinação de uma área que pode ser apresentada numa nova escala. Em geral, os componentes mais importantes da forma são o total comprimento do polígono e a eficiência ou sinuosidade de seu limite, mas muitas medidas podem ser usadas: geometria do ponto, linha ou área; perímetro da área; centróide da linha ou área; variações de X e Y na área; covariância de X e Y na área, desvio médio de X e Y na área. Um das melhores aplicações de medida de área é o método da linha radial, onde se calcula o comprimento de um número de radiais (o número de radiais é previamente definido) do centróide do polígono para as extremidades do limite. Estes comprimentos acumulados são comparados então ao comprimento da forma mais regular – o círculo. O maior valor indexado, a maior forma varia com o círculo. Às vezes o método pode ser aplicado a uma série de polígonos para avaliar a complexidade básica e a necessidade de generalização. Outra medida comumente usada computa o relacionamento entre a área e o perímetro dos polígonos.
 5. Medidas de distância envolvem computar a distância entre as formas geométricas básicas - pontos, linhas e áreas. Distâncias entre cada uma destas formas podem ser avaliadas por exame da menor distância perpendicular ou menor distância euclidiana

entre cada forma. No caso de duas linhas geométricas existem dois cálculos diferentes de distância: 1) linha a linha; 2) linha-buffer a linha-buffer. Por exemplo, mostrar uma simples linha reta e a linha de buffer, que é eqüidistante da própria linha. Assim, buffers são comumente usados em SIG para medir a proximidade de feições. Medidas de distância relacionadas com buffers são cruciais para muitas operações fundamentais de generalização, por exemplo, quando as escalas são reduzidas as feições ou seus buffers podem entrar em conflito.

6. Medidas de Gestalt – são baseadas na teoria de Gestalt, que ajuda a indicar características perceptuais das feições descritas através de um isomorfismo – que é, a relação estrutural que existe entre um estímulo original e a expressão criada. Exemplos comuns deste relacionamento incluem fechamento, continuação, proximidade e similaridade. Embora a existência destas características serem documentadas, poucas técnicas foram desenvolvidas para identificá-las com precisão.

Neste modelo, o terceiro componente, “como generalizar” é o responsável pela execução do processo e generalização cartográfica, através de transformações espaciais e de atributos submetida aos dados digitais. Em muitos casos elas não são independentes existindo um relacionamento entre as transformações. As transformações espaciais são realizadas pelos operadores que alteram a representação dos dados digitais do ponto de vista geográfico ou topológico. Foram identificados dez operadores: simplificação, suavização, agregação, amalgamação, união, conversão de tipo, refinamento, exagero, realce e deslocamento. As transformações de atributo manipulam as características secundárias dos elementos. Duas transformações de atributos são identificadas: classificação e simbolização.

2.3.2.3 O modelo de Elsa Maria João (1998)

Elsa Maria João (1998) analisou em sua pesquisa a compreensão atual do processo de generalização em meio analógico e digital. Neste contexto, a autora

descreve o processo de quantificação da generalização e efetua uma avaliação de como estes processos influenciam o uso dos SIGs e desenvolve uma metodologia para definir as causas e conseqüências da generalização cartográfica.

Para as aplicações em SIG a autora descreve as funções que são necessárias antes da generalização, as quais estão esquematizadas na Figura 8:

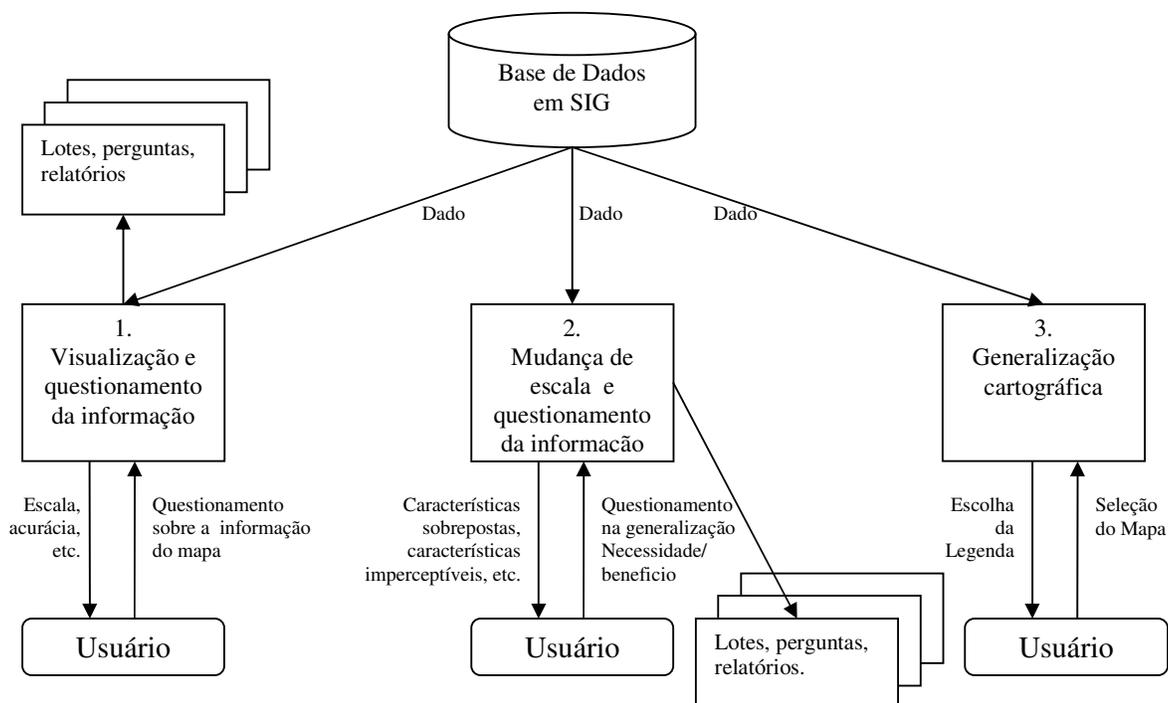


Figura 8 - Funções necessárias antes do processo de generalização em SIG (João, 1998)

Descrição das etapas:

- Nesta etapa a informação é visualizada e questionada em relação à qualidade e à representação dos dados como, escala, acurácia e fonte dos dados.
- Nesta etapa o usuário vai analisar os dados fonte e decidir as necessidades e os benefícios da generalização,
- A terceira etapa é a generalização propriamente dita. Esta etapa será descrita a seguir, na Figura 9.

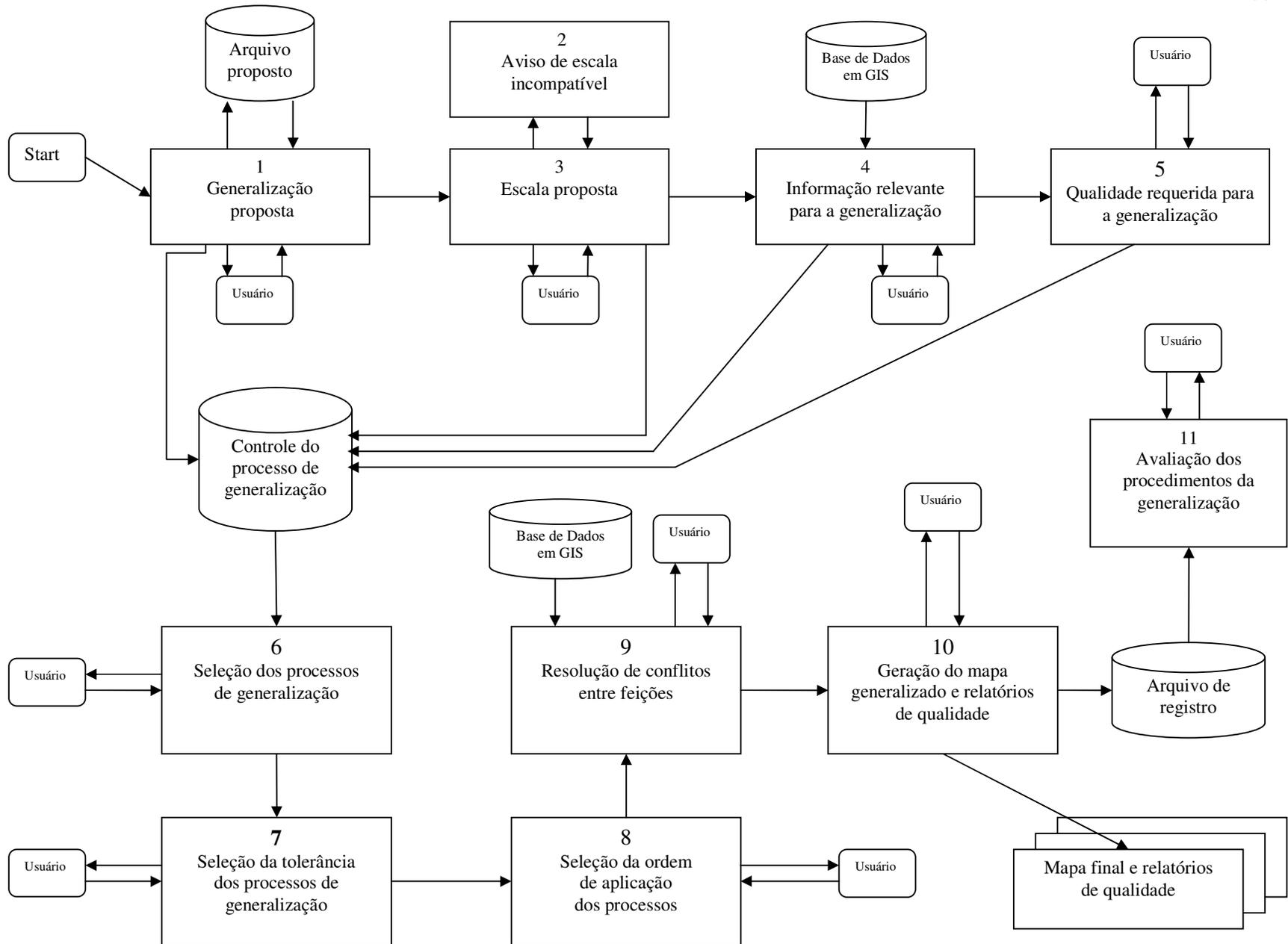


Figura 9 - Processo de generalização cartográfica em SIG desenvolvido por João (1998).

Descrição dos passos da generalização em SIG, desenvolvidos pela autora supracitada:

- a) O primeiro passo é a definição o propósito do mapa;
- b) O segundo passo é a escolha da escala de generalização;
- c) No terceiro passo o sistema pode advertir o usuário de que a escala requerida não é apropriada para o tipo de dado. Nesta etapa a escala adequada pode ser sugerida;
- d) No quarto passo o usuário vai definir quais são os dados relevantes para a generalização;
- e) No quinto passo o usuário vai definir a qualidade requerida para a generalização, ou seja, qual a generalização máxima é aceita para cada tipo de feição.
- f) No sexto passo serão selecionados os algoritmos que serão aplicados no processo de generalização.
- g) No sétimo passo será analisada a tolerância da aplicação destes algoritmos no banco de dados.
- h) No oitavo passo será escolhida a ordem de aplicação dos algoritmos segundo os tipos de dados.
- i) No nono passo serão analisados e resolvidos os conflitos entre as feições generalizadas.
- j) No décimo passo serão gerados os mapas generalizados e os relatórios de qualidade.
- k) No décimo primeiro passo, finalmente, será efetuada a avaliação de todo o procedimento.

2.3.2.4 O modelo de Anne Ruas (1999)

O modelo desenvolvido por Anne Ruas (1999), em sua tese de doutorado se concentra em automatizar o processo de generalização por meio do uso de regras, visando uma melhor modelagem da informação e uma avaliação das transformações. A autora utiliza o termo “constraints” e esclarece que o mesmo pode ser interpretado de diversas maneiras. Foi denominado de “controles” por Brassel e Weibel em 1988; e “objetivos e medidas” por McMaster e Shea em 1992.

A autora apresenta um glossário, na sua tese, na qual define o termo da seguinte maneira “Propriedade imposta a um caractere. Trata-se de uma função única que força o valor de um caractere a uma determinada situação”. Desta forma, entendemos o termo como a aplicação de uma “regra rígida”, uma “injunção” e utilizaremos este termo nesta descrição.

Para construir o modelo a autora embasou sua pesquisa nos modelos de Kate Beard desenvolvido em 1991 e Weibel e Dutton desenvolvido em 1998.

Segundo a autora, em 1991, Kate Beard definiu o papel que deviam desempenhar as “injunções” no processo de generalização. A Figura 10 ilustra o desenvolvimento desta teoria que é similar a de Brassel e Weibel desenvolvida em 1988.

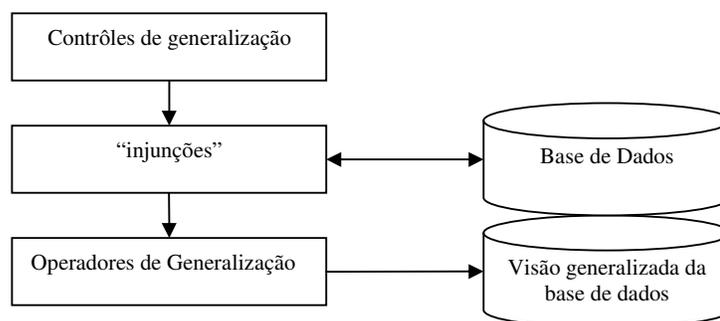


Figura 10 - O modelo de Kate Beard (1991)

Neste modelo, a confrontação entre os dados de controle e a base de dados original opera a qualificação dos objetos. Kate Beard preconiza o uso de “injunções” no processo de generalização, que se opõem aos controles anteriores, consideradas demasiado complexas para trazer a flexibilidade esperada. Uma “injunção” associa uma condição a uma ação, enquanto que um controle apenas formaliza uma insatisfação ou um grau de liberdade sobre uma variação. Assim é possível ter em conta um conjunto de “injunções” e conjuntamente escolher uma ação que satisfaça melhor o este conjunto. Neste modelo Kate Beard, identifica quatro tipos de “injunções”:

- a) Gráficas, que correspondem a perceptibilidade da informação derivada em função da escala, a dimensão dos objetos e o apoio de visualização;

- b) Estruturais, que permitem manter as informações relevantes (ex. os objetos, as formas, as relações);
- c) Aplicativas, que dependem do objetivo do produto derivado;
- d) Processuais, que controlam a ordem e as interações entre os algoritmos bem como a ordem de satisfação.

Outro modelo que a autora analisou foi a Classificação e Integração de “Injunções” de Weibel e Dutton desenvolvida em 1998.

Após uma primeira aplicação sobre caracteres lineares Weibel e Dutton, integram as “injunções” num processo global, que compreende:

- a) O objetivo do mapa,
- b) A escala do mapa,
- c) A legenda do mapa,
- d) O apoio de saída,
- e) Os limites gráficos,
- f) A qualidade dos dados iniciais,
- g) As relações topológicas.

Na seqüência decompõe as “injunções” em 5 categorias:

1. Gráficas, que se referem às dimensões e proximidades mínimas dos objetos;
2. Topológicas, que descrevem a topologia das feições;
3. Estruturais, que descrevem a manutenção das estruturas espaciais e semânticas. Manutenção de informação, preservação de forma, de alinhamento, de agrupamento, de dimensão, de lógica semântica para as agregações ou posições relativas.
4. Regras de Gestalt, que descrevem a estética e equilíbrio global dos dados. Contêm por exemplo a manutenção das distribuições espaciais, das distribuições quantitativas;
5. Processuais, que descrevem o uso e seqüenciamento dos operadores. Os autores sublinham que a separação entre as “injunções” estruturais e as de Gestalt não é nítida. Em relação a classificação proposta por Kate Beard, as “injunções” ligadas às necessidades são integrados diretamente as quatro primeiras.

As “injunções” de manutenção de informação são divididas em topológicas, de estrutura e de Gestalt.

As condições de utilização destas “injunções” (no escopo espacial e contextual) passam pelo conhecimento das prioridades a serem aplicadas em relação as características dos objetos e determinação das escolhas algorítmicas.

A seguir apresenta-se na Figura 11 o processo global de generalização desenvolvido por Weibel e Dutton.

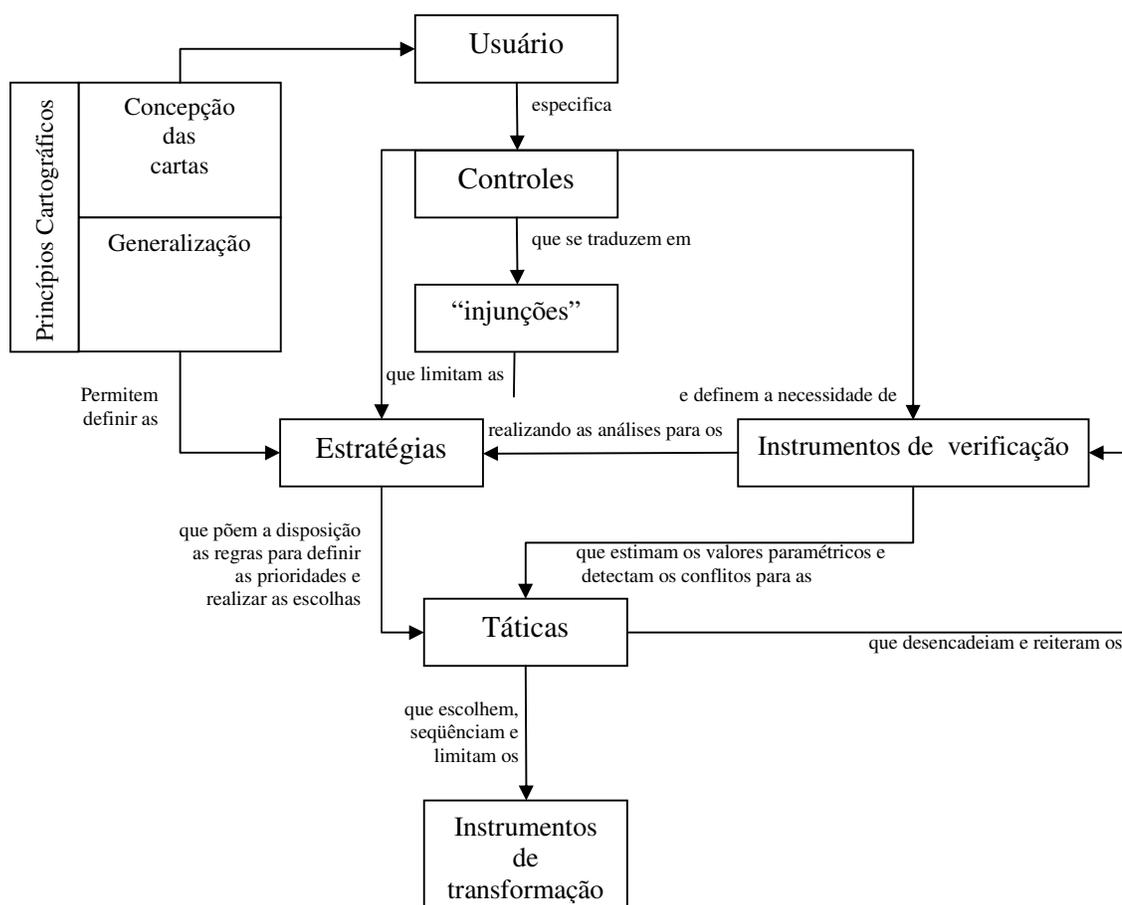


Figura 11 - Modelo de Weibel e Dutton (1998)

De acordo com Ruas (1999), este modelo constitui-se no mais avançado atualmente, mas, sobretudo é centrado na informação.

A seguir apresenta-se o modelo de generalização desenvolvido por Anne Ruas, o qual a autora denominou de “Um modelo a base de “injunções” e de “autonomia”.

Os princípios fundamentais deste modelo de generalização são:

- a) A generalização é um processo de mudança de estado não previsível. Sempre que uma operação é realizada, a representação dos dados é alterada. É necessário então analisar o novo estado para identificar a melhor ação a ser aplicada.
- b) As decisões de generalização não podem ser tomadas de maneira centralizada: a autora propõe que cada entidade geográfica, que denomina de situação, seja generalizada em função dos objetivos que procura atingir. Estes objetivos dependem das especificações de generalização.
- c) Para que cada situação possa ser generalizada independentemente, deve-se identificar o que, nos caracteres geográficos, não responde às especificações. Para representar as especificações, devemos introduzir a noção de regras gerais e de regras instanciais: as regras são utilizadas para guiar o processo e para validar cada estado proposto. Certas regras incitam a generalização enquanto que outras permitem a manutenção de certas informações.
- d) Por último, para respeitar um conjunto de regras mais globais, a autora propõe introduzir diferentes níveis de análise que caracteriza de micro para os objetos individuais, meso para os grupos e macro para as populações de objetos.

A seguir apresenta-se na Figura 12 uma aplicação do modelo de generalização desenvolvido pela autora.

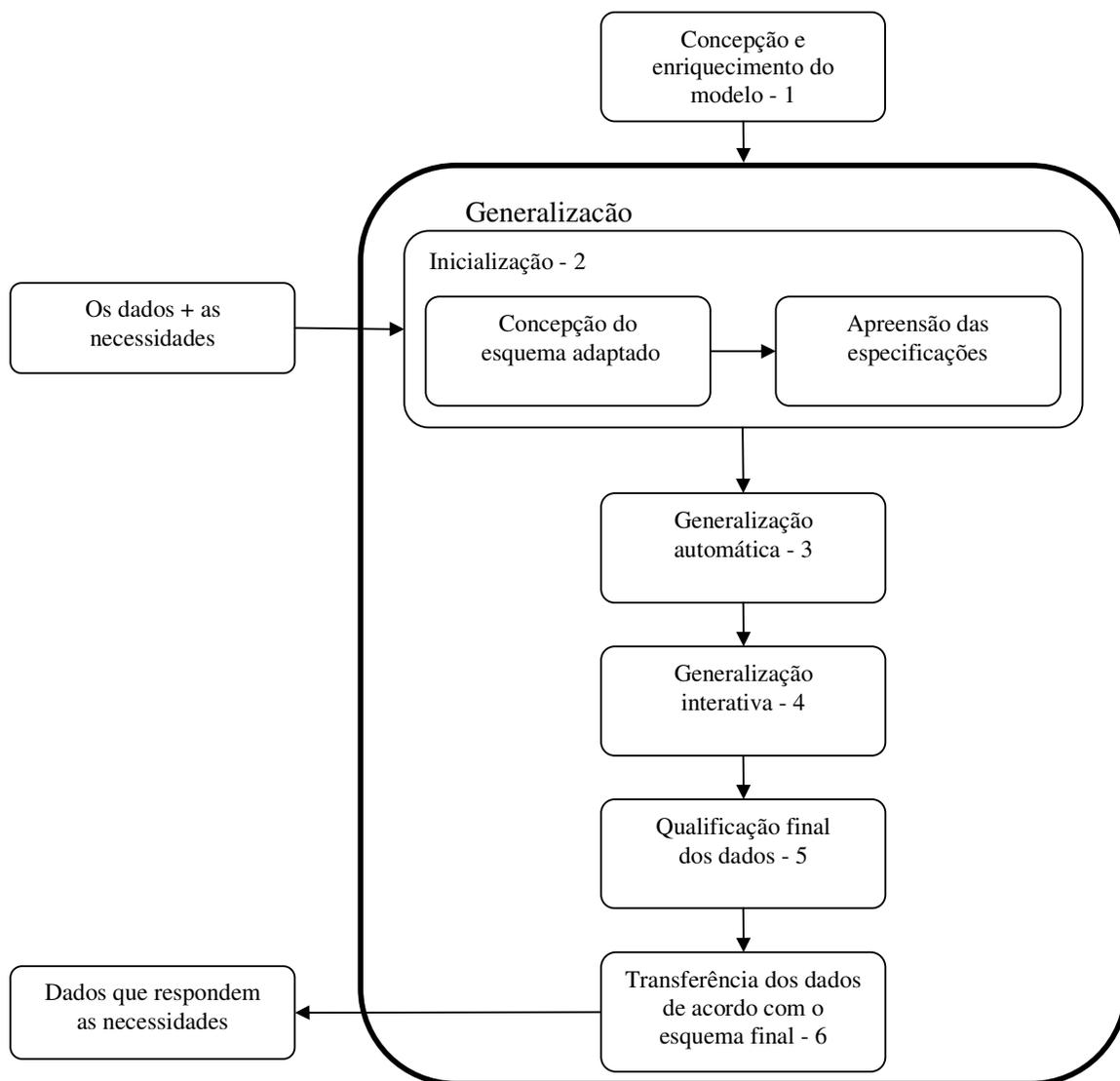


Figura 12 - As etapas do processo de generalização (Ruas, 1999)

Descrição das etapas:

- a) O enriquecimento do modelo de generalização é essencial para introduzir novos métodos de análise geográfica graças aos progressos das investigações.
- b) Na fase de inicialização são introduzidos os dados a serem generalizados bem como as necessidades de generalização.
- c) A etapa de generalização automática consiste em agregar os objetos conexos cuja diferença temática inicial foi eliminada pela consideração das necessidades (agrupamento de classes, perda

ou agrupamento de atributos). Esta etapa permite uma primeira simplificação imediata dos dados que não necessitam uma análise espacial complexa. As agregações são identificadas pelas relações de conexidade. As regras de agregação temática asseguram uma gestão dos atributos agregados.

- d) A generalização interativa permite ao cartógrafo encontrar soluções quando os procedimentos anteriores não foram satisfatórios.
- e) A qualificação final dos dados avalia os desvios entre os dados iniciais e os dados generalizados a fim de fornecer ao usuário informações mais ricas sobre os dados fornecidos.
- f) A transferência dos dados para o esquema final consiste em eliminar as informações que não deixam de ser necessárias e transferir os dados generalizados no formato pedido pelo usuário.

De todos os modelos estudados e analisados destaca-se como mais abrangente para aplicações em meio digital, o modelo de McMaster e Shea desenvolvido em 1992, porem embora este modelo tenha influenciado sobretudo as pesquisas mais recentes em generalização, ele apresenta a limitação de não considerar correlações existentes entre os parâmetros envolvidos nas várias transformações.

Outro modelo em destaque é o desenvolvido por Brassel e Weibel (1988) por tratar a generalização, num sentido mais amplo, como um processamento mental de informações que envolvem ordenação ou disposição, distinção, comparação, combinação, reconhecimento de relações, delineação ou esboço de conclusões e abstração. O modelo assume generalização como um processo intelectual que estrutura a realidade em certas entidades individuais, selecionando as que são importantes e representando-as sob uma nova forma.

2.4 ESTIMATIVA DA QUALIDADE DOS PRODUTOS GERADOS

O processo de generalização pode acarretar efeitos imprevisíveis nas qualidades métricas, topológicas e semânticas dos dados.

João (1998) enfatiza que o comprimento das feições normalmente diminui, mas também podem aumentar, com a redução de escala. Além disso, destaca que estas mudanças (lateral, angular, etc.) afetam as análises em ambiente SIG, que envolvem mapeamentos em diferentes escalas.

De acordo com Bard (2004), o processo de avaliação dos dados generalizados passa por uma avaliação visual do resultado, uma avaliação das mudanças nas primitivas geométricas (linha, superfície) e uma avaliação automática integrada final.

Tradicionalmente, os cartógrafos avaliavam visualmente o resultado dos seus trabalhos de generalização de acordo com critérios que lhes são claros e de acordo com a sua experiência. Este método, mesmo com a automatização do processo de generalização, permite ao cartógrafo controlar a qualidade do mapa através de alguns pontos de controle bem escolhidos.

Semanticamente, este controle pode ser feito sobre todos os elementos do mapa, mas, principalmente, sobre a toponímia, os sinais pontuais, as linhas e as superfícies (zonas). A avaliação visual é a mais simples, mas pode tornar-se dispendiosa se for executada de forma exaustiva. Contudo, continua a ser subjetiva e ligada à apreciação do cartógrafo.

Quanto a avaliação das primitivas geométricas, as linhas são, sem dúvida, os objetos de avaliação mais importantes. Os objetos lineares representam 80% das feições de um mapa: estradas, rios, curvas de nível, vias férreas, limites, etc.

Para Plazanet apud Bard (2004), a avaliação da qualidade da generalização de uma linha pode ser decomposta em cinco tipos:

- a) Regras espaciais: são relativas a simbologia da feição (por exemplo, conflitos, como superposição de símbolos) e a topologia (por exemplo, pontos duplos, intersecções de linhas);
- b) Quantidade de informação: esta medida avalia a taxa de redução dos dados. Por exemplo, para simplificar a forma de uma linha, a generalização suprime diversos pontos. A quantidade de informação suprimida é medida pela quantidade de pontos eliminados;

- c) Precisão geométrica: esta medida tem por objetivo comparar as posições relativas de duas linhas por comparação direta das geometrias;
- d) Conservação das propriedades geométricas: as feições lineares têm certas propriedades implícitas. Distingue-se primeiro o que é natural (rios) e depois o que é antropizado (vias de comunicações).
- e) Manutenção das formas: o objetivo é avaliar o grau de degradação da sinuosidade da linha ou a forma de uma curva.

A avaliação da qualidade da generalização de superfícies planares é menos numerosa e mais recente que as feições lineares. Distinguem-se geralmente dois tipos de feições de superfície: as construídas e as de ocupação e uso do solo. As problemáticas são diferenciadas porque, no caso de construções as feições são, geralmente, separadas e no caso da ocupação e uso do solo, as feições são adjacentes e, normalmente, ligadas topologicamente.

Para Regnauld apud Bard (2004), o processo de avaliação da generalização para superfícies construídas se desenvolve a partir das seguintes premissas:

- a) Características das feições: que representa a dimensão média das feições, o número de exceções em relação a esta média e a taxa de exaustividade (relação entre o número de construções à escala final e inicial);
- b) Distribuição das feições: ou seja, que feições devem ser conservadas (alinhamentos, regularidades);
- c) Densidade das feições: determinação do índice de variação da superfície construída (relação entre a área da feição e a área total).

Peter apud Bard (2004) propõe outra série de medidas de avaliação da generalização de polígonos para a representação da ocupação e uso do solo:

- a) Dimensão: um dos objetivos da generalização é tornar as feições legíveis quando apresentadas na escala final. Para que isto ocorra, uma dimensão mínima deve ser calculada e a feição generalizada deve estar dentro deste valor. O segundo aspecto ligado à dimensão é a ordem do tamanho das feições. A generalização não deve aumentar uma feição para além do seu limiar, em relação as outras feições do conjunto.

- b) Proximidade: como para a dimensão, uma distância mínima entre as feições deve ser respeitada para que se possa diferenciá-las.
- c) Forma: a generalização simplifica a forma das feições. O autor propõe comparar a medida da forma do polígono generalizado com um círculo do mesmo tamanho da feição original;
- d) Respeito à topologia: a generalização deve conservar as relações topológicas da feição (adjacência, inclusão etc.);
- e) Densidade e distribuição das superfícies: estas medidas são relativizadas ao conjunto dos polígonos antes e após de generalização;
- f) A detecção de estruturas (por exemplo, alinhamento de lagos);
- g) A importância semântica do polígono avaliado.

Ainda com relação a densidade de informação, para avaliar as feições planimétricas, destaca-se o método utilizado por Lazarotto (2005), que utiliza a lógica fuzzy e cria um Indicador de Generalização Planimétrica (IGP), através da relação entre as escalas estabelecendo critérios quantitativos de generalização cartográfica. Por exemplo, na generalização de um documento cartográfico em escala 1:5.000, tendo sido originado de um documento em escala 1:1.000, há um fator de redução de escala igual a 0,2, obtido da relação entre as escala 1:1.000 e 1:5.000. Partindo-se deste raciocínio, a autora supracitada estabelece algumas convenções:

- a) E_o – denominador da escala origem;
- b) E_d – denominador da escala derivada (destino);
- c) X_o - quantidade de unidades de feição representada na escala origem;
- d) X_d - quantidade de unidades de feição representada na escala de destino (do documento generalizado);
- e) $Fr = E_o/E_d$ - fator de redução de escalas, dado pela relação entre o denominador da escala origem e o denominador da escala derivada, ou seja, do documento generalizado;
- f) $Frr = X_d/X_o$ - fator de redução (real) de unidades de feição representadas no documento derivado e no documento origem.

Com isto, para se obter a quantidade de unidades de feição a ser representada no documento generalizado, efetua-se o produto entre a quantidade de unidades de feição representada no documento de origem (X_o) e o fator de redução de escalas (Fr). Esta operação determina um número que equivale à mesma

densidade de unidades de feição representadas no documento original. Assim, tem-se que:

$X_d = X_o \cdot Fr$ - Portanto, considerando-se as escalas de origem igual a 1:2.000 e de destino igual a 1:5.000, tem-se que o fator de redução de escalas (Fr) é igual a 0,4. Supondo que o número de unidades de feição existente no documento original (X_o) seja 30, então, pela equação (6) determina-se o número de unidades de feição no documento generalizado (X_d), o qual corresponde à mesma densidade desta informação representada no documento original. Neste caso, o número correspondente de unidades de feição no documento generalizado (X_d) é igual a 12. Com isto, pode-se classificar o documento generalizado comparativamente ao número encontrado para X_d , ou seja, se o documento generalizado apresentar um número maior que 12, entende-se haver uma sub generalização comparativamente à densidade desta informação no documento original. Da mesma forma, se o documento generalizado apresentar um número de unidades de feição inferior a 12, entende-se que houve uma super generalização. Na seqüência deste processo, observa-se a necessidade de se estabelecer um limite superior e um inferior para os possíveis valores de X_d . Assim, adota-se como limite superior de X_d , o produto de X_o com o dobro do fator de redução ($2Fr$) correspondendo à sub-generalização, e como limite inferior de X_d o produto de X_o com a metade do fator de redução ($(1/2)Fr$) correspondendo à super generalização. Estes limites foram estabelecidos com base na observação de que para uma dada escala ao documento generalizado e sendo $1/x$ a escala do documento de origem tem-se que, o valor de Fr é igual a y e o valor de X_d é igual a z , então sendo $1/2x$ (duas vezes menor) a escala de origem o valor de Fr é igual a $2y$ e o valor de X_d é igual $2z$, e sendo $1/(x/2)$ (duas vezes maior) a escala de origem o valor de Fr é igual a $y/2$ e o valor de X_d é igual a $z/2$. Com isto, observa-se que a variação múltipla de E_o corresponde à mesma variação múltipla de Fr e de X_d . Para os casos em que o dobro do fator de redução de escala ($2Fr$) for maior que 1, então, o fator de redução 'Fr' assumirá o valor 1 e não haverá generalização, pois, pela equação (6), X_d será igual a X_o , o que determina o número máximo de elementos a serem representados no processo de generalização. Com isto, ficam estabelecidas as seguintes considerações:

a) $[(1/2)Fr$ a $2Fr]$: intervalo de classificação da Generalização Cartográfica Planimétrica;

b) $X_d = X_o * Fr$: quantidade média de unidades de feição a ser representada no documento generalizado;

c) $X_d = X_o * 2Fr$: quantidade máxima de unidades de feição a ser representada no documento cartográfico generalizado. Para os caso em que $2Fr$ resultar um valor maior que 1, então assume-se o valor 1 para Fr ($Fr=1$);

d) $X_d = X_o * (1/2)Fr$: quantidade mínima de unidades de feição a ser representada no documento cartográfico generalizado;

e) se $X_d < 1$, a representação não poderá ser feita com a preservação das dimensões reais da unidade de feição, então se houver necessidade daquela representação, esta, deverá ser feita por meio de símbolo;

f) se X_d for um número fracionário, então a quantidade de unidades de feição a ser representada será igual ao primeiro inteiro seguinte. Exemplo: se $X_d = 3,4$, então o próximo inteiro é 4 ($X_d = 4$).

A autora citada observa que em casos de haver grande afastamento entre as unidades de feição, pode ocorrer situações em que no processo de generalização cartográfica seja possível a representação de uma quantidade de unidades de feição maior do que a estabelecida pelo limite máximo, dado por $X_d = X_o * 2Fr$, ou até mesmo de se representar a totalidade delas. Assim observa-se que tanto a metodologia aqui apresentada como várias outras, apenas serão úteis nos casos em que se fizerem necessárias ou convenientes aos objetivos e propósitos da aplicação.

Com isto, conclui-se que o processo de generalização não deve ocorrer de modo totalmente automatizado, pois, a intervenção humana ainda é necessária.

Com relação às qualidades geométricas, outra visão de avaliação de produtos generalizados é a expressa por Bähr (1997). De acordo com o autor, dados não possuem apenas uma componente determinística, mas também uma estocástica. Isto envolve precisão geométrica, dentro de um limite pré-determinado, confiabilidade da descrição semântica (catálogo por tipo de objeto) e generalização controlada na carta.

Desta forma, os produtos gerados através da generalização digital, em escalas variadas, devem ser avaliados através do Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC.

O PEC, no Brasil, é definido pelo decreto 89.817 de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Em síntese este decreto define os principais conceitos e os aspectos de

precisão aceitos para trabalhos de cartografia em território nacional. Entre estes conceitos o PEC e o Erro Padrão (EP) são básicos para trabalhos de entrada de dados e para controle da qualidade final do produto.

Conforme a escala de trabalho, a escala da carta que está sendo utilizada ou mesmo para a escala de saída de um projeto admite-se um erro de posicionamento das feições gráficas. O PEC está diretamente ligado à classificação de uma carta quanto à sua exatidão, conforme definido no:

Art. 8 - Classificação de uma carta quanto à exatidão.

1) 90 % dos pontos bem definidos, quando testados no terreno não deverão apresentar erro superior ao PEC-Planimétrico.

2) 90 % dos pontos isolados da altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC-Altimétrico.

1 O PEC é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos; # 2 A probabilidade de 90% corresponde a 1.6449 vezes o Erro Padrão (EP). Ou seja $PEC=1.6449*EP$; # 3 O EP isolado num trabalho cartográfico não ultrapassará 60.8% do PEC;

Art. 9 – Classificação das Cartas – Quadro 1

CLASSE A	PLANIMÉTRICO	
	➤	PEC 0.5MM NA ESCALA DA CARTA
	➤	EP 0.3MM NA ESCALA DA CARTA
	ALTIMÉTRICO	
CLASSE B	➤	PEC 1/2 DA EQUIDISTÂNCIA
	➤	EP 1/3 DA EQUIDISTÂNCIA
	Planimétrico	
	➤	pec 0.8mm na escala da carta
CLASSE C	➤	ep 0.5mm na escala da carta
	Altimétrico	
	➤	pec 3/5 da equidistância
	➤	ep 2/5 da equidistância
	Planimétrico	
	➤	pec 1.0mm na escala da carta
CLASSE C	➤	ep 0.6mm na escala da carta
	Altimétrico	
	➤	pec 3/4 da equidistância
	➤	ep 1/2 da equidistância

Quadro 1 – Classificação das cartas segundo o PEC

Em resumo pode-se definir que o EP consiste no erro aceitável para elementos isolados na carta e o PEC o erro total, considerando uma amostra dos erros individuais. Deve-se utilizar estes parâmetros como forma de manter a confiabilidade dos dados de entrada e durante a manipulação gráfica dos mesmos. Conforme demonstrado nas tabelas 1, 2 e 3:

Tabela 1 – PEC para cartas classe A (Feições gráficas planimétricas)

<i>Escala</i>	<i>1 cm na carta</i>	<i>1mm na carta</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>PEC</i>
1:1000	10 m	1 m	00.3 m	00.5 m
1:2000	20 m	2 m	00.6 m	01.0 m
1:5000	50 m	5 m	01.5 m	02.5 m
1:10000	100 m	10 m	03.0 m	05.0 m
1:25000	250 m	25 m	07.5 m	12.5 m
1:50000	500 m	50 m	15.0 m	25.0 m
1:100000	1000 m	100 m	30.0 m	50.0 m
1:250000	2500 m	250 m	75.0 m	125. m
1:500000	5000 m	500 m	150. m	250. m

Para trabalhos de cartografia temática onde não se objetiva precisão ou mesmo onde o tipo de dado não apresenta uma definição precisa de seus limites como interpretação de imagens de satélite, por exemplo, pode-se utilizar parâmetros superiores ao PEC definido para carta classe A, visto que tais valores de nada influenciarão o resultado final do trabalho.

Tabela 2 - PEC para cartas classe B (Feições gráficas planimétricas)

<i>Escala</i>	<i>1 cm na carta</i>	<i>1mm na carta</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>PEC</i>
1:1000	10 m	1 m	00.5 m	00.8 m
1:2000	20 m	2 m	01.0 m	01.6 m
1:5000	50 m	5 m	02.5 m	04.0 m
1:10000	100 m	10 m	05.0 m	08.0 m
1:25000	250 m	25 m	12.5 m	20.0 m
1:50000	500 m	50 m	25.0 m	40.0 m
1:100000	1000 m	100 m	50.0 m	80.0 m
1:250000	2500 m	250 m	125. m	200. m
1:500000	5000 m	500 m	250. m	400. m

Tabela 3 - PEC para cartas classe C (Feições gráficas planimétricas)

<i>Escala</i>	<i>1 cm na carta</i>	<i>1mm na carta</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>PEC</i>
1:1000	10 m	1 m	00.6 m	01.0 m
1:2000	20 m	2 m	01.2 m	02.0 m
1:5000	50 m	5 m	03.0 m	05.0 m
1:10000	100 m	10 m	06.0 m	10.0 m
1:25000	250 m	25 m	15.0 m	25.0 m
1:50000	500 m	50 m	30.0 m	50.0 m
1:100000	1000 m	100 m	60.0 m	100. m
1:250000	2500 m	250 m	150. m	250. m
1:500000	5000 m	500 m	300. m	500. m

Parâmetros de Precisão - Os parâmetros de precisão devem ser definidos de forma a atender às necessidades do projeto e também manter as características básicas dos mapas utilizados como entrada. Desta forma pode-se relacionar estes parâmetros de acordo com o material a ser utilizado como base para a entrada de dados.

2.5 SIG VISANDO A GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

De acordo com João (1998), no contexto da cartografia digital a maneira como a generalização afeta as propriedades estatísticas e geométricas dos dados espaciais é fundamental para os usuários de SIGs.

Os SIGs são sistemas que correlacionam a totalidade da informação, obtida da cartografia técnica e temática, e desenvolvem a partir da sua elaboração racional e combinação mais sofisticada, profundos conhecimentos, para o estudo e gestão territorial. Além disso, os SIG vieram alterar radicalmente os conceitos cartográficos ao resolverem a condicionante básica da cartografia tradicional e impressa: a forma estática de elaboração e a apresentação dos dados, oriundos da mudança de escala dos mapas.

Usuários de SIG possuem diferentes necessidades quanto a qualidade, quantidade e ao tipo de informação armazenada. Estas necessidades criam certas restrições, ou limitações, na representação da informação espacial e na apresentação dos dados.

Em um banco de dados espaciais, projetado para armazenar e recuperar informação geográfica, é desejável poder armazenar a informação de uma única vez, com a melhor qualidade possível. Depois, quando a informação for usada para gerar, por exemplo, um mapa, basta ao usuário especificar a escala desejada e o nível de detalhe.

Tradicionalmente os cartógrafos executam a generalização para melhorar a legibilidade dos mapas, em diferentes escalas, e o mapa final é o resultado de um processo onde as interações e visualizações dos objetos geográficos são avaliadas continuamente. Como isto é uma tarefa que requer conhecimento sobre confecção de mapas, experiência e percepção no domínio para qual o mapa será usado, é difícil traduzir este conhecimento às regras rígidas que constituem a arquitetura computacional. O campo da generalização cartográfica é uma área de pesquisa muito complexa, e apesar dos vários estudos e modelos criados ainda não foi completamente desmistificada, principalmente quando se aborda a questão da sua utilização em meio digital. No entanto, a generalização se tornou um componente indispensável nos sistemas SIG atuais onde, para implementar as regras e passos o desafio é desenvolver algoritmos que imitem a visão, decisão, e ação humanas. A

generalização em meio digital pode ser dividida em dois tipos: generalização do banco de dados e generalização cartográfica.

Segundo D'Alge (2005, p. 6-1), "A razão principal da relação interdisciplinar entre a Cartografia e o Geoprocessamento é o espaço geográfico. A Cartografia preocupa-se em apresentar um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico. Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas SIGs, para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico, ou seja, a informação geográfica. Isto estabelece de forma clara a relação interdisciplinar entre Cartografia e Geoprocessamento".

Neste contexto, a generalização cartográfica digital, se tornou uma preocupação crescente quando se utiliza SIG para a geração de bancos de dados geográficos e mapas.

Ainda segundo o autor, com o advento da tecnologia de SIG, a generalização passou a incorporar também a noção de modelagem, que envolve a derivação de uma base de dados menos complexa para atender a uma certa finalidade.

Como bancos de dados geográficos são constantemente construídos e atualizados, as necessidades por automatização da capacidade de generalização para produção de resultados multi-propósito está em constante crescimento. Desta forma, o campo de estudos da generalização cartográfica estendeu-se às aplicações especializadas em SIG. Esforços notáveis foram feitos pelos investigadores e alguns desenvolvedores de software para definir os problemas digitais da automação da generalização e desenvolver soluções, através da implantação de ferramentas e algoritmos que complementem e satisfaçam as necessidades da generalização digital.

Em uma aplicação em SIG, a divisão da área de estudo em folhas de mapa não é desejável, pois é necessário ter a capacidade de visualizar ou produzir mapas a partir de qualquer parte da região, independente das fronteiras entre folhas. As exigências de cobertura contínua (não fracionada em folhas) e o grande detalhamento têm conseqüências diretas sobre a interatividade. Quando estão acessando informações geográficas através de um SIG, os usuários se libertam da camisa de força imposta pelas escalas e convenções cartográficas fixas. Passam a poder navegar interativamente através do mapa digital, utilizando o recurso de zoom, visualizando informações na tela em escalas variadas.

Desta forma, em um ambiente SIG, é importante poder visualizar a área de estudo em níveis variáveis de detalhe. Isto significa que o banco de dados geográfico tem que conter todas as formas de representação que precisem ser empregadas para cada fenômeno do mundo real, através de toda uma gama de escalas. O SIG deve ser capaz de decidir qual forma utilizar, de acordo com parâmetros de visualização, respeitando o tipo de aplicação pretendida pelo usuário para efetivamente produzir visões menos detalhadas a partir de um conjunto de dados mais detalhados em escalas variadas.

Comparado à cartografia analógica, no domínio digital a resolução espacial da base de dados parece ter uma dimensão mais relevante que a escala, de modo que a resolução espacial é tal e qual a escala o é no domínio analógico, um dos elementos de controle para a generalização. Pode-se dizer que a modelagem em níveis de abstração diferentes depende da resolução espacial. Na verdade, a escala também se torna um elemento de controle quando há preocupação com visualização dos dados digitais na tela do computador. Neste caso, exatamente como nos mapas em papel, o objetivo é fazer a comunicação visual dos dados de forma eficiente.

No meio digital o processo de generalização deve ser entendido como a seleção e a representação simplificada de objetos através de transformações espaciais e de atributos. Estas operações se processam diretamente na construção e na derivação da base de dados. Dentro de um SIG a generalização ocorre através de uma seqüência de transformações que aumentam a robustez e otimização computacional, e auxiliam na resposta visual necessária a comunicação cartográfica.

De acordo com Davis (2000), a generalização em SIG não é tratada somente como tarefa cartográfica. Atualmente os cartógrafos trabalham com dois tipos de informação: o banco de dados geográfico, e os mapas derivados deste banco de dados. A partir desta idéia foram criados dois termos para distinguir os tipos de generalização digital: Generalização do banco de dados e Generalização cartográfica. Generalização do Banco de dados é a tarefa de extrair informações de um dado fonte existente e criar novos bancos de dados ou dados com uma menor quantidade de detalhes para análise ou aplicação em redução de escalas. Generalização cartográfica é a produção de produtos gráficos ou visualização do banco de dados, como mapas ou exibições em tela de computador, normalmente, utilizando, também, uma escala reduzida.

Embora ambos trabalhem com a redução da complexidade dos dados e esta redução da complexidade deva levar em conta uma certa lógica que não comprometa a exatidão de posicionamento e a exatidão de atributos dos dados, a generalização do banco de dados se focaliza mais no conteúdo, perfeição e precisão dos dados derivados, enquanto que a generalização cartográfica se preocupa mais com a questão da resolução do mapa, conflito de símbolos, qualidade visual e legibilidade.

2.5.1 Generalização utilizando software SIG

A empresa norte-americana Environmental Systems Research Institute Inc. – ESRI (1996), define SIG como sendo um conjunto de hardware, software, dados geográficos e pessoal, com o propósito de capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e visualizar eficientemente todas as formas de informação geograficamente referenciadas.

A vantagem destes sistemas é o seu ambiente que proporciona a integração e manipulação dos dados espaciais e seus atributos com o objetivo de se obter soluções rápidas e precisas para problemas relacionados ao comportamento espacial dos dados em análises ou refinamentos sucessivos de análises por um processo interativo.

Atualmente, alguns destes sistemas são: O software ArcGIS/ArcInfo, desenvolvido pela ESRI, o Digital Cartographic Studio, desenvolvido Pela INTEGRAPH CORPORATION , o GRASS - Sistema de Suporte a Análise de Recursos Geográficos - (*Geographic Resources Analysis Support System*) licenciado sob a GNU/[GPL](#) (Software sw - Licença Pública), e o Clarity, desenvolvido pela Laser-Scan, líder em tecnologias da generalização há muitos anos. O Clarity foi desenvolvido a partir do projeto AGENT (tecnologia de generalização automatizada) que foi financiada pela Comissão Européia (ESPRIT 24939). O desenvolvimento do Clarity é dirigido pelo projeto MAGNET.

O Software *ArcGIS/ArcInfo* da ESRI, contém uma gama de ferramentas específicas de geoprocessamento para transformar um banco de dados espaciais incluindo ferramentas de generalização, seleção de características, conversão de dados (raster/vetor), análise espacial, e assim por diante. Porém, são necessárias ferramentas para lidar com as tarefas específicas da generalização: ferramentas

para comprimir dados, reduzir o nível de detalhe considerando os diferentes tipos de informação e que satisfaçam as exigências para a generalização do banco de dados e para a generalização cartográfica. Neste software, as ferramentas de geoprocessamento e as ferramentas de generalização são usadas em conjunto para resolver problemas de generalização mais complexos. - ESRI (2000).

Nos últimos anos, ferramentas de generalização foram projetadas para os modelos de dados e a tecnologia de software do sistema *ArcInfo*. Esta tecnologia está focalizada nas funções de generalização para a produção de grandes a médias escalas. As funções de generalização do software procuram atender a demanda da generalização do banco de dados espaciais e também, acompanham a tendência dos operadores criados na cartografia tradicional. A seguir serão descritas as funções de generalização do software, em detalhe (Quadro 2).

OPERADOR	DESCRIÇÃO
<i>BENDSIMPLIFY</i>	É um operador de simplificação de linhas que opera através de um algoritmo denominado POINTREMOVE (algoritmo de Douglas-Peucker) que simplifica a linha através da remoção de pontos redundantes e redução do volume de dados. As linhas resultantes apresentam as formas e qualidades cartográficas principais da linha original.
<i>BUILDINGSIMPLIFY (BDS)</i>	Este comando simplifica edifícios e outras feições com cantos ortogonais como polígonos, reduzindo detalhes de limites e mantendo a sua forma essencial, através de um operador ortogonal. Esta simplificação pode criar novos polígonos simplificados e com novos atributos.
<i>FINDCONFLICTS</i>	É um comando para resolver problemas de sobreposição de dados quando estes são simplificados. É baseado no cálculo de distâncias. Ou seja, em calcular uma distância específica para apresentação dos dados, que mantenha um espaçamento adequado entre as feições do mapa em uma escala determinada. Para determinar estes conflitos de espaço são criados <i>buffers</i> ao redor de cada feição ou grupos de feições. Quando estes <i>buffers</i> se sobrepõem é indicado o conflito.
<i>CENTERLINE</i>	Este comando produz uma linha simples, a partir de feições com características de linhas duplas, baseado em tolerância de larguras previamente especificadas.

Quadro 2 - Principais operadores do software ArcInfo da ESRI

Fonte: ESRI, 2000

O software apresenta procedimentos combinados para resolver problemas de generalização. Cada característica a ser generalizada poderá ser trabalhada diretamente ou necessitará de uma combinação de procedimentos para chegar à forma desejada. Por exemplo, transformar feições individuais em uma única forma areal reduzida pode ser efetuada em dois passos: primeiro utiliza-se o comando

AREAAGGREGATE para combinar as áreas e então se aplica o operador de simplificação (*BENDSIMPLIFY*) para simplificar os limites.

Outras possibilidades de generalização podem ser executadas de acordo com o tipo de características e critérios. Por exemplo, para generalizar a rede de drenagem, pode-se usar *SELECT* ou *RESELECT* para selecionar somente os fluxos principais e então aplicar as funções de generalização como *BENDSIMPLIFY* para simplificar as linhas e finalmente usar o comando *SPLINE* para suavizar as linhas resultantes.

Extensão de área - O comando extensão de área é usado quando dois polígonos adjacentes necessitam permanecer distintos e o espaço entre eles não pode ser representado em escala reduzida. Então a função trata de fundir o limite entre os polígonos adjacentes mantendo as suas características individuais.

Agregação de Área - Uma das regras fundamentais da generalização é preservar relações de espaço entre as feições. Em alguns casos, a agregação de área precisa ter uma característica de coação. Por exemplo, ao combinar edifícios, alguns edifícios são próximos o bastante para realizar-se uma agregação. Mas quando estão situados em lados deferentes de uma estrada, se a estrada tiver uma característica de coação, então os edifícios só deveriam se agregar na lateral da estrada e não com a estrada.

Com a funcionalidade dos SIGs e as ferramentas de generalização recentemente desenvolvidas no *ArcInfo*, podem ser realizadas varias tarefas de generalização de modo automatizado.

2.6 CARTOGRAFIA CADASTRAL, PLANEJAMENTO E GESTÃO

Para o planejamento e a gestão do território devem ser adotadas diversas escalas de trabalho, de acordo com o espaço a ser abrangido.

Segundo Nogueira (1980, p.35) “O planejamento físico-territorial, como ciência e arte da ordenação da ocupação do espaço físico, possui amplos objetivos, que variam conforme a escala e a natureza do planejamento”.

Quanto à escala os planos podem referir-se a países; grandes regiões ou conjunto de estados; estados; regiões polarizadas, homogêneas e metropolitanas; sub-regiões; municípios; áreas rurais; áreas urbanas; partes de cidades (bairros, distritos, unidades de vizinhança, etc.); agrupamentos elementares de edifícios; espaços de circulação, áreas livres e áreas verdes.

De acordo com Loch (1993), o conhecimento do espaço que se dispõe, em termos de estrutura fundiária, tipo de solo, uso da terra, capacidade de uso da terra, declividade, entre outros, permite a otimização da utilização deste espaço.

De acordo com Santos (1997), a definição de espaço é tarefa das mais difíceis e que tem desafiado os especialistas das respectivas disciplinas explicativas e normativas, desde a geografia à planificação territorial. Dessa definição depende o bom resultado das análises de situação e dos enfoques prospectivos.

O autor supracitado propõe uma definição que é operacional e, ao mesmo tempo, fundada no real. Para ele o espaço é formado por dois componentes que interagem continuamente. O primeiro componente é representado pela configuração territorial, isto é, o conjunto de dados naturais, mais ou menos modificados pela ação consciente do homem, através dos sucessivos "sistemas de engenharia"¹. A configuração territorial ou configuração espacial é dada, pelo arranjo sobre o território dos elementos naturais e artificiais de uso social: plantações, canais, caminhos, portos e aeroportos, redes de comunicação, prédios residenciais, comerciais e industriais, entre outros. A cada momento histórico, varia o arranjo desses objetos sobre o território. O conjunto dos objetos criados forma o meio técnico, sobre o qual se baseia a produção e que evolui em função desta.

¹ SANTOS, M. *Metamorfose dos Espaços Habitados*, 5ª Ed. Ed.Hucitec, São Paulo, 1997, p. 79. O autor descreve como “Sistemas de engenharia” o conjunto de elementos (naturais e sociais) fixos e os fluxos que se originam destas coisas fixas e que chegam a estas coisas fixas.

O segundo componente é representado pela dinâmica social ou o conjunto de relações que definem uma sociedade em um dado momento. A dinâmica social é dada pelo conjunto de variáveis econômicas, culturais, políticas, etc., que a cada momento histórico dão uma significação e um valor específicos ao meio técnico criado pelo homem, isto é, à configuração territorial.

Para que um estudo que visa a realização de mapeamentos em várias escalas para dar suporte ao planejamento territorial, possa alcançar os seus objetivos, é necessário também, levar em consideração a periodização que se impõe no processo de construção de um espaço. O espaço é formado, como já vimos, por sistemas de engenharia e fluxos de relações. Aqueles deixam sua marca concreta nos objetos materiais geográficos que formam a configuração territorial e as paisagens, as quais funcionam como verdadeira condição do desenvolvimento social. O fato de que as mudanças operadas no espaço raramente eliminam de uma vez os traços materiais do passado, obriga a considerar as fases respectivas de instalação de novos instrumentos de trabalho e de criação de novos meios de trabalho. Cada período tem uma fase ascendente e uma descendente, onde o jogo interno das variáveis muda, dando proeminência a um fator cuja importância era menor no primeiro período.

De acordo com o IBGE (2005), o zoneamento de um território deve ser a tradução espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica da sociedade. Para seu funcionamento, deve-se levar em consideração a existência de múltiplos poderes de decisão, individuais e institucionais, que influenciam a organização do espaço. Eles vão desde a lógica do mercado e as particularidades dos sistemas administrativos, até a diversidade das condições socioeconômicas e ambientais de uma região.

O propósito do zoneamento é buscar a conciliação desses fatores da forma mais harmoniosa possível, com o intuito de proporcionar a melhoria da qualidade de vida, o desenvolvimento socioeconômico equilibrado das regiões, uma gestão responsável dos recursos naturais, a proteção do meio ambiente e a participação das populações.

O caráter intrínseco da revisão da Divisão Regional do Brasil refere-se a um conjunto de determinações econômicas, sociais e políticas que dizem respeito à totalidade da organização do espaço nacional, referendado no caso brasileiro pela forma desigual como vem se processando o desenvolvimento das forças produtivas

em suas interações como o quadro natural. Sem deixar de lado as partes constitutivas da referida totalidade, a Divisão Regional em macrorregiões a partir de uma perspectiva histórico-espacial enfatiza a divisão inter-regional da produção no País, a partir da internacionalização do capital havida pós-60, buscando as raízes desse processo na forma como o estado ora tende a intervir, ora a se contrair, em face da evolução do processo de acumulação e de valorização do capital, que pode ser traduzido nos sucessivos e variados Planos de Governo. A Divisão Regional do Brasil em mesorregiões, partindo de determinações mais amplas a nível conjuntural, buscou identificar áreas individualizadas em cada uma das Unidades Federadas, tomadas como universo de análise e definiu as mesorregiões com base nas seguintes dimensões: o processo social como determinante, o quadro natural como condicionante e a rede de comunicação e de lugares como elemento da articulação espacial (IBGE, 2005).

Como exemplo tem-se o cadastro de áreas especiais como o Cadastro de Municípios da Zona Costeira.

O cadastro dos municípios brasileiros com área total ou parcialmente localizada na Zona Costeira, que é a faixa terrestre identificada preliminarmente por uma distância de 20 km sobre uma perpendicular, contados a partir da Linha da Costa, e por uma faixa marítima de 6 milhas (11,1 km) com mesma origem, agregando as informações já existentes (código geográfico e nome do município) com as produzidas na identificação e/ou classificação do município dentro da zona, tais como: ilha, litoral, baía, estuário, lagoa e interior.

A finalidade principal é a identificação das unidades político-administrativas do Brasil localizadas na área de influência da zona costeira a qual se aplica o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro que é parte integrante da Política Nacional do Meio Ambiente e da Política Nacional para os Recursos do Mar.

A formulação de um cenário de organização espacial, que sirva de parâmetros para a geração de documentos cartográficos eficientes, exige duas séries paralelas de preocupações:

a) o conhecimento da situação presente, isto é, dos elementos que explicam a situação atual, nos seus aspectos genéticos e presentes. Isso nos dará igualmente o conhecimento dos processos subjacentes à realidade e deve, também, permitir reconhecer a tendência das especificidades de uso locais.

b) fixação de metas, construídas sob a base de inter-relações prováveis.

As tendências são a ligação indispensável entre essas duas ordens de preocupações, assegurando um caráter realista às proposições de mudança.

Desse modo, a peça essencial do estudo será a análise da situação atual em que não apenas sejam identificados os aspectos de estrutura, mas também as tendências aparentes ou escondidas atrás do presente. Em outras palavras, para se entender a organização espacial atual é necessário conhecer seu histórico.

A análise da situação atual deverá ser feita levando em conta os princípios de base enunciados e constará essencialmente de:

Um estudo formal, estatístico e documental que levará em conta os aspectos quantitativos e qualitativos concernentes a distribuição espacial das atividades materiais, dos serviços, das infra-estruturas e dos homens; e os fluxos gerados pelas atividades e pela presença de uma população: vias e meios de transporte e comunicação.

Uma análise de conteúdo para identificar a caracterização da evolução do contexto e de suas variáveis, com a identificação das causas respectivas; a distinção entre evolução "espontânea" derivada principalmente das forças do mercado, e evolução "dirigida", ou planejada; os efeitos recíprocos entre os diversos tipos de evolução; as condições da evolução recente e atual; uma tentativa de periodização de identificação das tendências; uma definição da problemática atual.

No estudo da problemática da organização espacial se dará uma atenção particular: a concentração geográfica das atividades e suas conseqüências sociais, econômicas e administrativas.

Acredita-se que essa análise, fundada nos fatos concretos, nos indicará o melhor caminho de uma cartografia que dê conta do real e tenha, assim, importante papel prospectivo no planejamento e gestão do território.

Especificamente nas escalas cadastrais, Loch (2007) enfatiza que a base cartográfica apresenta um número considerável de informações organizadas em níveis ou camadas (*layers*). A planta de referência cadastral é parte desta cartografia e sua definição é dada pela combinação de alguns destes níveis de informação, como: divisas de lote, polígonos de quadras, toponímia de logradouros, codificações de lotes e quadras, e demais dados que complementam a referência cadastral dos imóveis.

A planta de referência cadastral pode ser evidenciada como um dos temas cartográficos mais importantes na fundamentação de um cadastro técnico. Com

base nestes dados gráficos, é possível estabelecer o enlace com o banco de dados descritivos e assim elaborar consultas e análises que visam atender a diferentes usos e usuários. O que torna o cadastro uma ferramenta indispensável aos gestores públicos.

De acordo com Oliveira (2007), a carta cadastral deve apresentar as informações relativas ao município e, em especial a parcela. Esporadicamente deve indicar os serviços de infra-estrutura básica, os loteamentos e as áreas irregulares, definir os limites da área urbana e rural, de forma a possibilitar a análise do uso do solo, definir os logradouros e o que for essencial a gestão do espaço urbano. A base cartográfica cadastral é apresentada por um conjunto de informações que definem uma estrutura espacial de dados de referência, tendo como elemento fundamental um Sistema Geodésico de Referência e realizada através de uma rede geodésica fundamental e redes derivadas. Com isso é possível estabelecer um sistema de apoio para as informações a serem referenciadas, bem como estabelecer uma organização ou articulação dos produtos. O autor acrescenta que, a recuperação de informações espaciais, a partir de um produto cartográfico é afetada pela precisão do produto, escalas, grau de generalização das informações e distorções da representação.

Erba (2007) enfatiza que o sistema cartográfico nacional brasileiro contempla um conjunto de procedimentos que tem por finalidade a representação do espaço territorial de forma sistemática, por meio de cartas gerais, contínuas, homogêneas e articuladas, elaboradas seletiva e progressivamente em escalas de 1:1.000.000, 1:250.000, 1:500.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000. O autor acrescenta que obviamente nenhuma destas escalas satisfaz os requerimentos da cartografia cadastral e para completar o vazio deixado pela legislação foram editadas as NBR 14166 e a Norma Técnica de Georeferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA.

De acordo com a norma 14166, o Sistema Cartográfico Municipal, deve ser constituído pela Carta Geral do Município, o Plano de Referência Cadastral, os Planos Indicativos de Equipamentos Urbanos, os Planos de Valores Genéricos e os Planos de Quadras, todos eles devem estar amarrados a uma mesma Rede de Referência Cadastral, desdobrados e codificados com Relação ao Sistema Cartográfico Nacional.

Na área urbana, cada município tem o poder de organizar o sistema cadastral e conseqüentemente o poder para definir a estrutura da cartografia urbana.

No entanto o Sistema Cartográfico Municipal não é sempre estruturado exatamente como sugere a norma, freqüentemente se encontram levantamentos topográficos e restituições na escala 1:10.000 para todo o município e 1:2.000 para a área urbana.

Os avanços da tecnologia e a diminuição dos custos acabaram viabilizando a aquisição de ortofotos em escala de detalhe por vários municípios brasileiros. Na área rural, os dados que caracterizam o imóvel são descritos através do plano e do memorial descritivo. Estes documentos devem ser elaborados de tal forma que a partir de sua leitura seja possível determinar a localização, forma e dimensões do imóvel.

No Quadro 3, o autor supracitado descreve a estrutura da Cartografia Municipal em relação as escalas de apresentação e aos elementos representados.

DOCUMENTO	ESCALA	ELEMENTOS REPRESENTADOS
Carta Geral do Município	5.000 a 10.000	Curvas de nível, hidrografia, vegetação sistema viário, edificações, ruas, rede elétrica, limites de jurisdição.
		Desenvolvimento do plano Diretor Municipal e definição de estratégias em todas as áreas do governo e privadas.
Carta de Referencia Cadastral	5.000 a 10.000	Somente planimétrica, identificação da nomenclatura, loteamentos e zonas impositivas.
		Base para a organização do cadastro municipal.
Carta de Valores	5.000 a 10.000	Derivada da carta de referencia cadastral. Consta valores de terrenos.
		Gestão fiscal do imposto territorial
Plano Cadastral Municipal	2.000 a 1.000	Restituições efetuadas com informações de uso do solo urbano.
		Dar apoio ao planejamento urbano e a gestão de todas as áreas de Cadastro (jurídico físico e fiscal)
Plano de quadra	1.000 a 500	Ruas, limites de lotes, projeção das construções, todas com a nomenclatura cadastral correspondente.
		Gestão detalhada do cadastro.

Quadro 3 – Estrutura da cartografia municipal
Fonte: Erba (2007)

De acordo com Loch (2006), as cartas ou plantas cadastrais são extremamente úteis para estudos locais, municipais ou urbanos, por isso, geralmente seus usuários são os diversos organismos públicos ou empresas de utilidade pública. Desta forma, define-se a multifinalidade do cadastro e os elementos que compõem as cartas cadastrais variam conforme a aplicação.

A seguir, a autora supracitada enumera as informações que compõem as principais cartas de um sistema cadastral:

- a) Parcelamento da terra – cartas cadastrais;
- b) Dados do valor da terra – planta de valores genéricos;
- c) Dados de uso da terra – carta de uso da terra;
- d) Dados da titulação das terras – carta cadastral;
- e) Dados da topografia – cartas altimétricas ou modelos digitais do terreno;
- f) Dados do solo – cartas temáticas: cartas geotécnicas, tipos de solo, geológica, rede hidrográfica;
- g) Dados de vegetação – cartas da cobertura vegetal;
- h) Dados da infra-estrutura – cartas da rede viária, da rede elétrica, da telefonia, do saneamento;
- i) Dados para a administração (equipamentos urbanos, edifícios públicos, parques) – cartas especiais e
- j) Dados da população – cartas temáticas; da distribuição e densidade demográfica, da saúde, da escolaridade, bem como da renda média, entre outras.

CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

No decorrer deste capítulo apresentam-se os materiais e métodos que foram utilizados para o desenvolvimento da tese.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais e equipamentos relacionais e descritos a seguir foram fundamentais para que o projeto se concretizasse. Eles fazem parte de um conjunto de ferramentas que permitem aplicar uma série de técnicas cartográficas atuais, mais precisamente as técnicas de generalização do banco de dados espaciais e geração de bancos de dados em escalas pré-determinadas.

a) Coleta dos dados - nesta pesquisa foi utilizada a planta cadastral em meio digital do Município de Criciúma – Santa Catarina, desenvolvida nos anos de 1999 a 2004, dividida em 53 folhas restituídas na escala 1:5. 000, conforme apresentado na Figura 13 e no Quadro 4.

b) Softwares - Sistema de Informações Geográficas -- Para o desenvolvimento dos modelos foi utilizado o software ArcGis/ArcInfo - da ESRI - o software foi escolhido por apresentar as funcionalidades necessárias ao desenvolvimento do trabalho e por se encontrar disponível no laboratório de Geoprocessamento – GeoLab/UDESC, onde a parte técnica da tese foi desenvolvida. Porém ressalta-se que os métodos desenvolvidos podem ser aplicados em outros softwares de geoprocessamento que tenham funções compatíveis.

c) Equipamentos – Hardware - Computador Pentium 4 – 3000MHz – 80Gb HD – 1Gb RAM, Monitor de 21”, placa aceleradora de vídeo Wildcat 3D graphics de alta performance para o desenvolvimento das operações.

d) Ploter A0 – HP DesignJet 850 – para a impressão e comparação dos resultados.

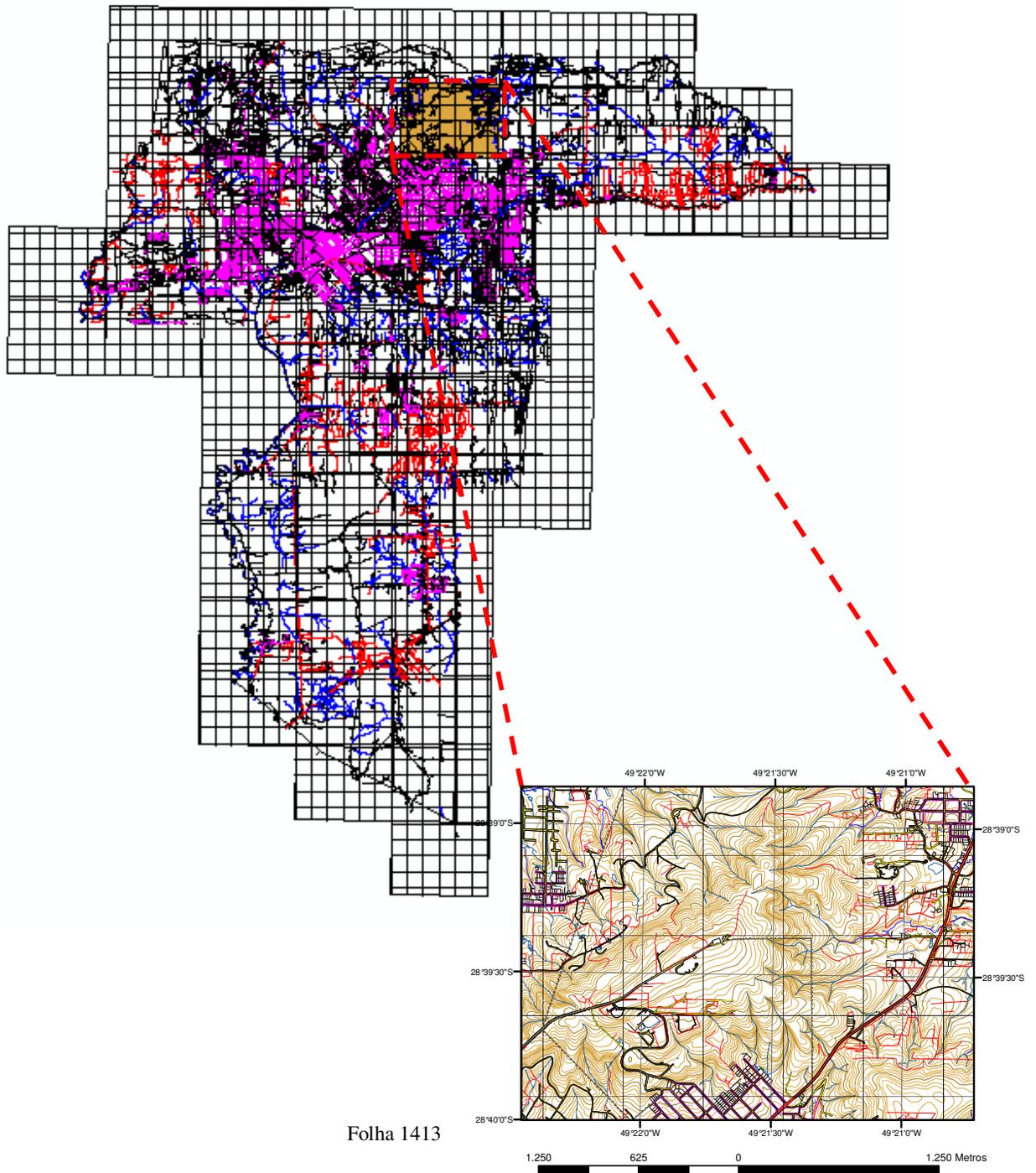


Figura 13 – Cartas da Planta Cadastral do Município de Criciúma com destaque para a folha 1413 utilizada para o desenvolvimento dos modelos de generalização

IDENTIFICAÇÃO DAS FOLHAS RESTITUÍDAS EM DWG	1312, 1314, 1321, 1322, 1323, 1324, 1332, 1333, 1334, 1341, 1342, 1343, 1344, 1351, 1352, 1361, 1362, 1363, 1364, 1411, 1412, 1413, 1414, 1421, 1423, 1424, 1431, 1432, 1433, 1434, 1441, 1442, 1451, 1452, 1453, 1454, 2331, 3121, 3122, 3123, 3124, 3141, 3142, 3143, 3144, 3162, 3211, 3212, 3213, 3231, 3233, 3251, 3253, MASCARA5000.DWG RESTITUIÇÃO2000.DWG RESTITUIÇÃO2004.DWG
Datum vertical	Marégrafo de Imbituba - SC
Datum horizontal	CHUA - MG
Sistema geodésico	SAD 69
Meridiano central	51 W.GR
Sistema de projeção	UTM
Fonte de dados	aerolevantamento
Processo de vetorização	manual em MicroStation
Arquivos vetoriais	"Working units" master units = km sub units = m m por km = 1.000 positional units por m = 10
Ano da vetorização	1999 a 2004

Quadro 4 – Cartas da Planta Cadastral do Município de Criciúma

Cada folha apresenta 32 camadas vetoriais (layers) em DWG, correspondendo às seguintes categorias de informação: Lote, Quadra definida, Quadra indefinida, Rodovia – Estrada pavimentada, Caminho, Rua Pavimentada, Rua sem pavimentação, Eixo de logradouro, Rio Perene, Rio Intermitente – Vala, Lago, Açude, Alagado, Barragem, Curvas de Nível Mestras, Curvas de Nível Intermediárias – eqüidistância – 5 metros, Pontos Cotados – NA, Referência de Nível – RN, Marcos Geodésicos, Mineração, Movimento de Terra, Corte-Aterro, Pé corte-aterro, Ponte-Bueiro, Canteiro-Mureta, Escola Pública e Particular, Muro, Cerca, Edificação Rural, Orla de Vegetação, Limite de setor, Limite de bairro, Quadricula de Coordenada.

3.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA TESE

A seguir descreve-se em forma de organograma, como foi desenvolvido o projeto de tese, incluindo todas as suas etapas (Figura 14).

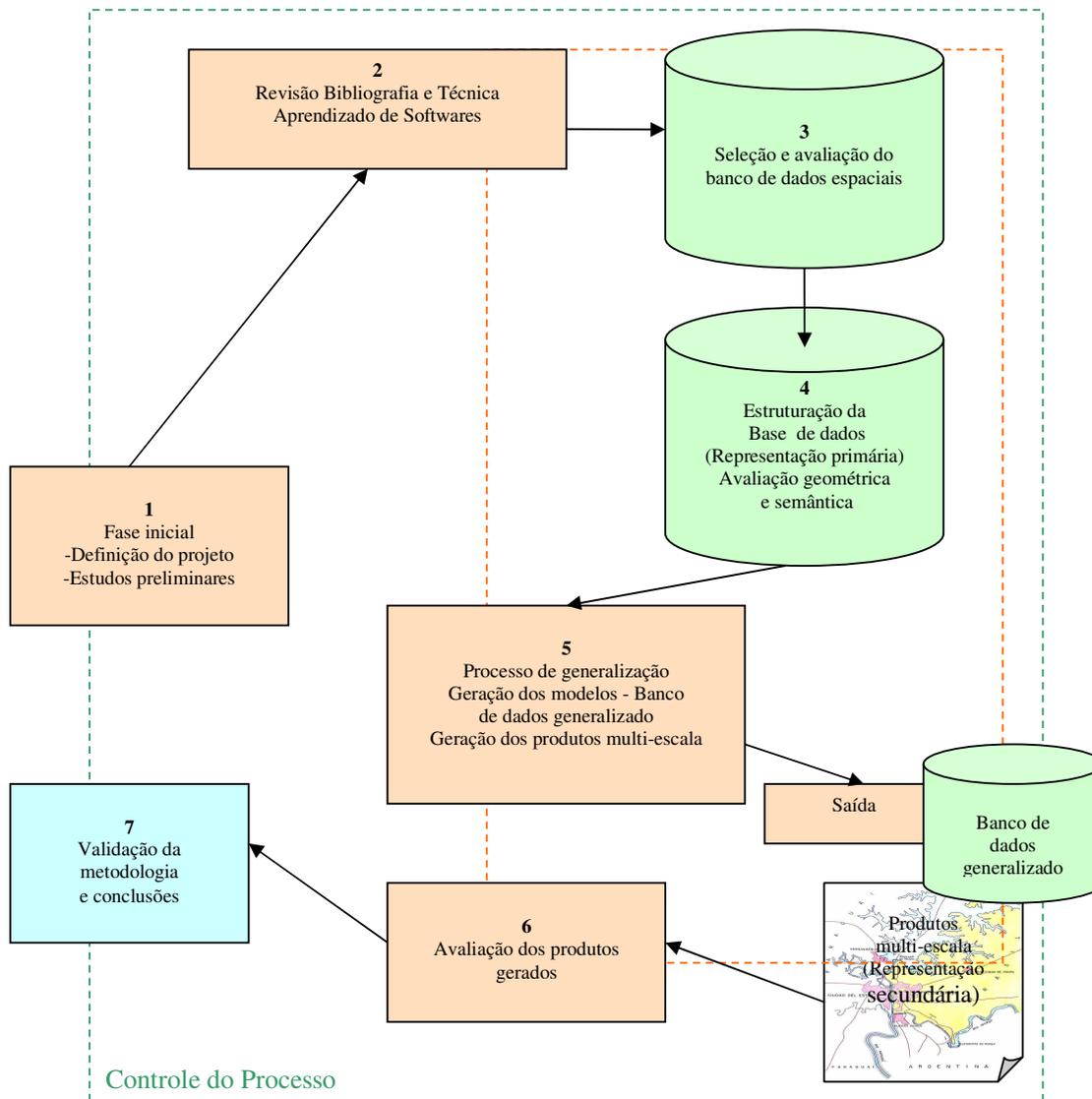


Figura 14 – Organograma geral de desenvolvimento da tese

A seguir descreve-se as etapas gerais de desenvolvimento da tese (Quadro 5).

ETAPAS	METAS - ESPECIFICAÇÃO	IDENTIFICADORES FÍSICOS
1. Fase Inicial do projeto	1.1. Compreende a definição das diretrizes básicas de entendimento do problema. Onde foi demonstrado que a metodologia foi uma ferramenta capaz de atender as necessidades de integrar os critérios da generalização cartográfica para servir de subsídio a elaboração do banco de dados.	Informações coletadas, armazenadas e disponibilizadas sobre as fases de planejamento, execução e ação de metodologias e tecnologias de generalização cartográfica.
	1.2. Esta fase compreendeu os estudos preliminares para a concepção e viabilidade da tese. A configuração desta etapa de desenvolvimento foi compreendida pelo levantamento e análise dos requisitos necessários para alcançar os objetivos.	Informações e dados sobre a temática cartográfica.
2. Revisão bibliográfica e técnica	2.1. Pesquisas bibliográficas sobre o assunto, calcada nos principais autores nacionais e internacionais que desenvolvem estudos e técnicas na área.	Desenvolvimento do conhecimento da temática a nível nacional e internacional.
	2.2. Além disso, nesta fase foram estudados os manuais técnicos de softwares que embasaram as atividades práticas e o a aplicação dos algoritmos necessários às transformações.	Análise e aprendizagem de softwares
3. Planejamento e avaliação dos dados digitais	3.1. Seleção, hierarquização e avaliação do banco de dados digitais, prestando atenção na escala e qualidade geométrica.	Organização do banco de dados cadastral e documentos.
4. Estruturação da base de dados espacial	4.1. Estruturação da base cartográfica digital da área de estudos: seguindo e adaptando as especificações técnicas do IBGE.	Estruturação da base cartográfica cadastral em meio digital.

	4.2. As base de dados cartográfica e alfanumérica foi estruturada com recursos do ArcInfo (ESRI). O desenvolvimento das aplicações foi feito nos módulos SpatialAnalyst e no que se refere a edição, visualização e análise foi utilizado o ArcView (ArcMap).	Estruturação da base cartográfica digital no software.
	4.3. A partir da definição da área de estudos, foi realizada a validação dos dados da base cartográfica cadastral embasada na Metodologia de Avaliação da Vetorização apresentada pelo IBGE.	Avaliação geométrica e semântica dos dados da base cartográfica digital.
5. Geração dos modelos - Generalização Cartográfica do Banco de Dados Espacial	5.1. Desenvolvimento dos modelos de generalização da altimetria, rede hidrográfica e rede urbana da escala 1:5.000 par 1:10.000 e 1:25.000	Geração dos modelos de generalização automatizados
ETAPAS	METAS - ESPECIFICAÇÃO	IDENTIFICADORES FÍSICOS
	5.2. Generalização do Banco de Dados Espacial e Generalização Cartográfica em ambiente SIG nas escalas determinadas.	Geração de um banco de dados espaciais generalizados.
6. Avaliação dos produtos gerados	6.1. Avaliação do banco de dados generalizado nas escalas especificadas	Avaliação do banco de dados gerado em softwares específicos
	6.2. Configuração dos bancos de dados e conferência da integridade dos dados e sua ligação gráfica e alfanumérica.	Configuração e formatação de um banco de dados generalizado e verificação da correlação banco de dados e representação gráfica.
7 . Resultados	7.1. Esta etapa culminou na apresentação dos resultados.	Apresentação e avaliação dos resultados.

Quadro 5 – Etapas do desenvolvimento geral da tese

CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DE GENERALIZAÇÃO

Nesta tese após estudarem-se os modelos de generalização aplicados por vários pesquisadores, desenvolveu-se o método utilizando como premissa o modelo de Brassel e Weibel (1988) por tratar a generalização, num sentido mais amplo, como um processamento mental de informações que envolvem ordenação ou disposição, distinção, comparação, combinação, reconhecimento de relações, delineamento ou esboço de conclusões e abstração. O modelo assume a generalização como um processo intelectual que estrutura a realidade em certas entidades individuais, selecionando as que são importantes e representando-as sob uma nova forma (Quadro 6).

MODELO DE BRASSEL E WEILBEL (1988)	MODELOS DESENVOLVIDOS
1) Reconhecimento de estruturas	Preparação e análise do banco de dados fonte (representação primária) ² ;
2) Reconhecimento de processos	Definição dos critérios e índices a serem adotados nas transformações
3) Modelagem de processos	Método para generalização e geração dos modelos
4) Execução do processo	Avaliação, análise e conclusão de cada método;
5) Visualização dos dados	Compilação do banco de dados generalizado (representação secundária) ³ .

Quadro 6 – Organização das etapas dos modelos desenvolvidos – adaptação do modelo de Brassel e Weibel

Desta forma, neste capítulo apresenta-se os métodos para desenvolvimento dos modelos e da transição automatizada da escala 1:5.000 para 1:10.000 e 1:25.000, enfatizando as soluções encontradas no decorrer desta redução. Para atingir os objetivos, foi estabelecida uma área teste na Planta Cadastral do Município de Criciúma na escala 1:5.000, do ano de 2003, folha 1413, onde foram definidas as variáveis sobre as quais foram aplicados os métodos propostos, sendo que os produtos gerados foram analisados e comparados com o original para avaliação dos

2 Representação primária – termo utilizado por Davis e Laender (2000), para definir o banco de dados original.

3 Representação secundária – termo utilizado por Davis e Laender (2000), para definir o banco de dados resultante.

resultados encontrados. A escolha da folha 1413 deu-se por esta apresentar elementos de altimetria variáveis, ou seja, áreas com declives acentuados e áreas planas, assim como áreas com maior ou menor densidade de ocupação e rede de drenagem dividida em rios, canais, lagos e represas.

4.1 PREPARAÇÃO E ANÁLISE DO BANCO DE DADOS FONTE (REPRESENTAÇÃO PRIMÁRIA)

Segundo Slocum et al. (2005.) em um processo de generalização é necessário uma etapa de análise do banco de dados fonte (representação primária), para verificar a estrutura dos dados, a sua consistência topológica e geométrica e realizar os ajustes necessários para agilizar o processo de generalização.

O primeiro passo foi selecionar, na Planta Cadastral do Município de Criciúma, em meio digital, na escala 1:5.000, folha 1413, os *layers* pertinentes as classes, que foram objeto da generalização cartográfica. Desta forma foram selecionados 22 *layers*, conforme apresentados no Quadro 7.

<i>FID</i>	<i>ENTITY</i>	<i>LAYER</i>	<i>COLOR</i>	<i>LINETYPE</i>	<i>WIDTH</i>
1	polyline	5201_Rio Perene	5	Continuous	1,0
2	polyline	5102_Rua sem Pavimento	7	Continuous	1,0
3	polyline	5102_Caminho	1	Continuous	1,0
4	polyline	5103_Eixo de Logradouro	2	Continuous	1,0
5	polyline	5903_Limite de Setor	8	Continuous	1,0
6	polyline	5204_Lago	152	Continuous	1,0
7	polyline	5206_Alagado	254	Continuous	1,0
8	polyline	5202_Rio Intermitente- Vala - Canal	152	Continuous	1,0
9	polyline	5102_Rua Pavimentada	7	Continuous	1,0
10	polyline	5735_Cerca	1	Continuous	1,0
11	polyline	5101_Quadra Definida	6	Continuous	1,0
12	polyline	2301_Lote	7	Continuous	1,0
13	polyline	5734_Muro	7	Continuous	1,0
14	polyline	5205_Açude - Reservatório - Represa	152	Continuous	1,0
15	polyline	5308_Marco Geodésico	1	Continuous	1,0
16	polyline	5739_Muro de Arrimo	7	Continuous	1,0
17	polyline	5101_Rodovia - Estrada Pavimentada	1	Continuous	1,0
18	polyline	5303_Ponto Cotado	7	Continuous	1,0
19	polyline	5303_Ponto Cotado (NA - Lagos - Reservatórios)	5	Continuous	1,0
20	polyline	5504_Quadricula de Coordenada	7	Continuous	1,0
21	polyline	5302_Curva Intermediária	16	Continuous	1,0
21	polyline	5301_Curva Mestra	16	Continuous	1,0
22	polyline	5904- Limite de Bairro	8	Continuous	1,0

Quadro 7 - *Layers* selecionados para a generalização cartográfica

Após este procedimento separaram-se os *layers* por categorias: *layers* de altimetria, *layers* da rede hidrográfica e *layers* da rede urbana. (Figura 15). Os *layers*

selecionados passaram por uma validação prévia de seus elementos, utilizando-se como parâmetro uma adaptação da validação dos elementos da base cartográfica digital – desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007).

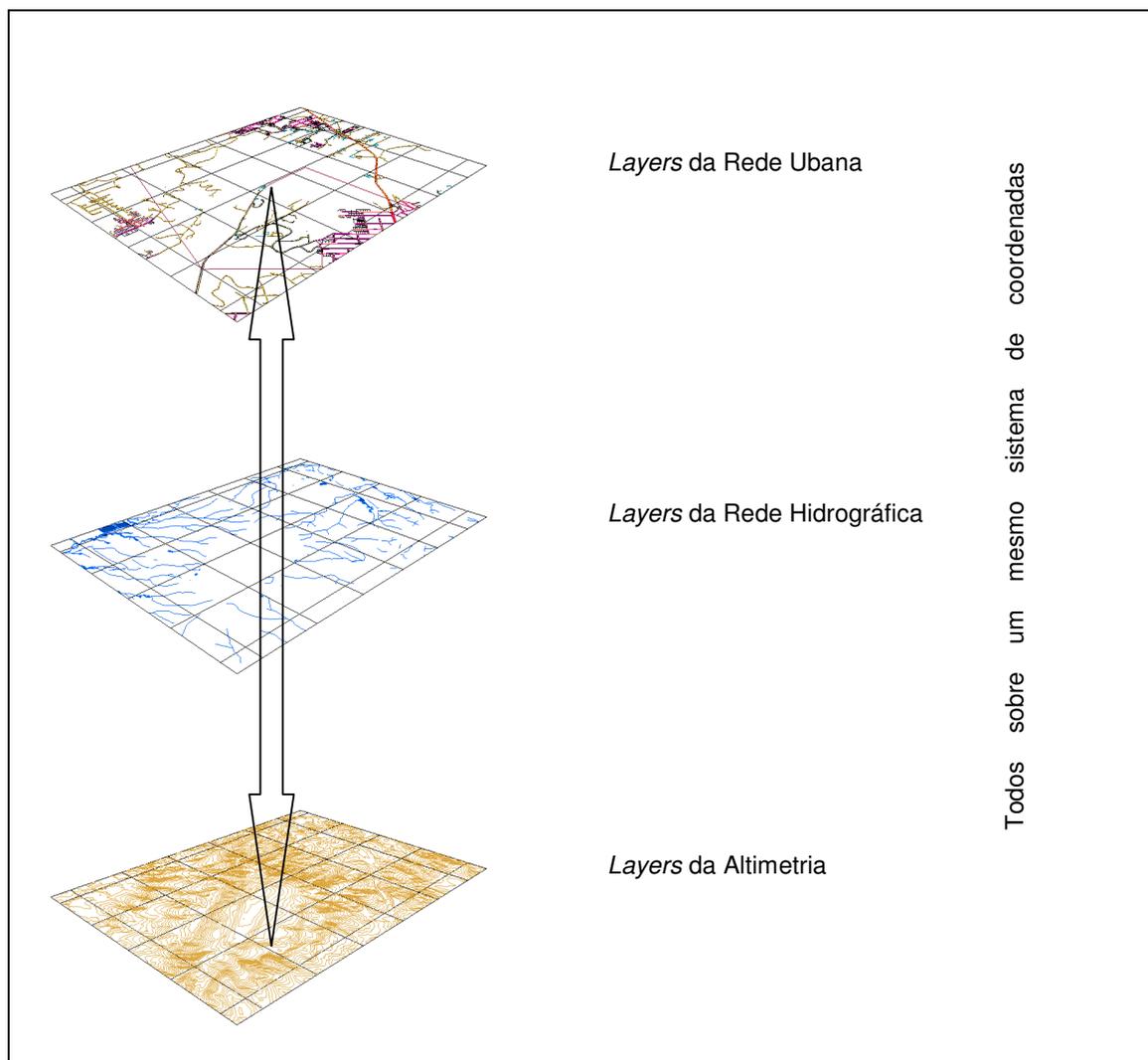


Figura 15 - Representação dos *layers* por categoria

4.2 METODOLOGIA DE VALIDAÇÃO DA VETORIZAÇÃO

A partir da organização dos arquivos digitais, no *ArcGis* foi aplicada uma metodologia de validação da vetorização adaptada do IBGE e descrita a seguir:

A validação dos arquivos (Quadro 8), provenientes da vetorização foi executada através de inspeções visuais, para a verificação de erros na execução da vetorização, bem como efetuar a correção dos erros detectados. Alguns procedimentos foram executados através de funções automatizadas, especialmente na verificação da estruturação dos elementos cartográficos organizados por categorias e níveis de informação, e nos requisitos de topologia dos arquivos que armazenam os dados representados nos mapeamentos.

ETAPA	PROCESSO
1) Avaliação da organização e estruturação dos arquivos vetoriais	<ul style="list-style-type: none"> - mídia magnética acesso aos arquivos vetorizados - estrutura dos projetos/organização dos diretórios/ arquivos vetoriais/denominação dos arquivos - unidades de trabalho dos arquivos vetoriais
2) Avaliação do referenciamento dos arquivos em relação ao Sistema Geodésico	<ul style="list-style-type: none"> - referenciamento dos arquivos vetoriais - cantos de folha
3) Inspeção visual dos dados vetoriais em confronto com os arquivos raster, através da tela do monitor	<ul style="list-style-type: none"> - reticulado da projeção/dados marginais - deslocamento de elementos - nível, cor, estilo, peso, fonte, tamanho e tipo (ponto, linha, polígono, célula, texto) dos elementos vetoriais - "ligação" de elementos que têm continuidade nas folhas adjacentes - elementos que se superpõem, total ou parcialmente, no mesmo arquivo ou em arquivos diferentes
4) Avaliação dos requisitos dos dados vetoriais para SIG, para verificação de questões do tipo:	<ul style="list-style-type: none"> - conectividade de linhas - fechamento de polígonos - supressão de vértices excedentes
5) Correção dos erros existentes nos arquivos vetoriais detectados nas etapas anteriores	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir, através de funções de edição vetorial, os erros em cada um dos arquivos vetoriais

Quadro 8 – Metodologia de validação dos arquivos vetoriais da área de estudos
Fonte: Adaptado de IBGE (2005)

Como o banco de dados já foi adquirido vetorizado, existe a necessidade de correção e validação do mesmo. Aconselha-se que bancos de dados elaborados

visando generalização cartográfica sejam gerados obedecendo alguns parâmetros, que auxiliam na otimização da aplicação das funções.

Entre estes parâmetros destacamos que para a vetorização de linhas a distância máxima entre os vértices não deve exceder a metade do erro gráfico da carta, exceto nos trechos retos que podem ser definidos por vértices espaçados por distâncias maiores. A Tabela 4 define as distâncias máximas toleradas para espaçamento entre os vértices das linhas.

Tabela 4 – Distâncias máximas para espaçamento entre vértices

<i>ESCALA</i>	<i>TOLERÂNCIA</i>
1: 5.000	0,5 metros
1:10.000	1 metro
1:25.000	2,5 metros

Fonte: IBGE (2005)

Quando a conectividade verificou-se se todos os elementos do tipo linha que se interceptam no mesmo nível e na mesma categoria estão conectados através de nós. Para cada interseção de linhas foi inserido um nó para finalizar as linhas e conectá-las.

Quanto a integridade dos elementos, verificou-se se todos os elementos do tipo linha estavam completos no arquivo vetorial, sem falhas, interrupções ou discontinuidades. Alguns elementos na área urbana, como canais da rede hidrográfica apresentam-se seccionados devido a presença de canalização, o que é representado pela entrada de bueiros.

Quanto ao fechamento de polígonos, verificou-se se todos os elementos do tipo área estavam fechados, isto é, o nó final da linha que delimita cada polígono deve coincidir com o nó inicial.

Quanto a duplicação de elementos, verificou-se se todos os elementos não se apresentavam duplicados, o que geraria uma informação incorreta na classificação quantitativa dos elementos.

Após a validação, classificação e seleção dos elementos em grupos foi criado um método de generalização para cada grupo de elementos, os quais serão descritos a seguir.

4.3 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA ALTIMETRIA

O primeiro modelo a ser descrito é o método para generalização da altimetria, segundo o organograma demonstrado na Figura 16.

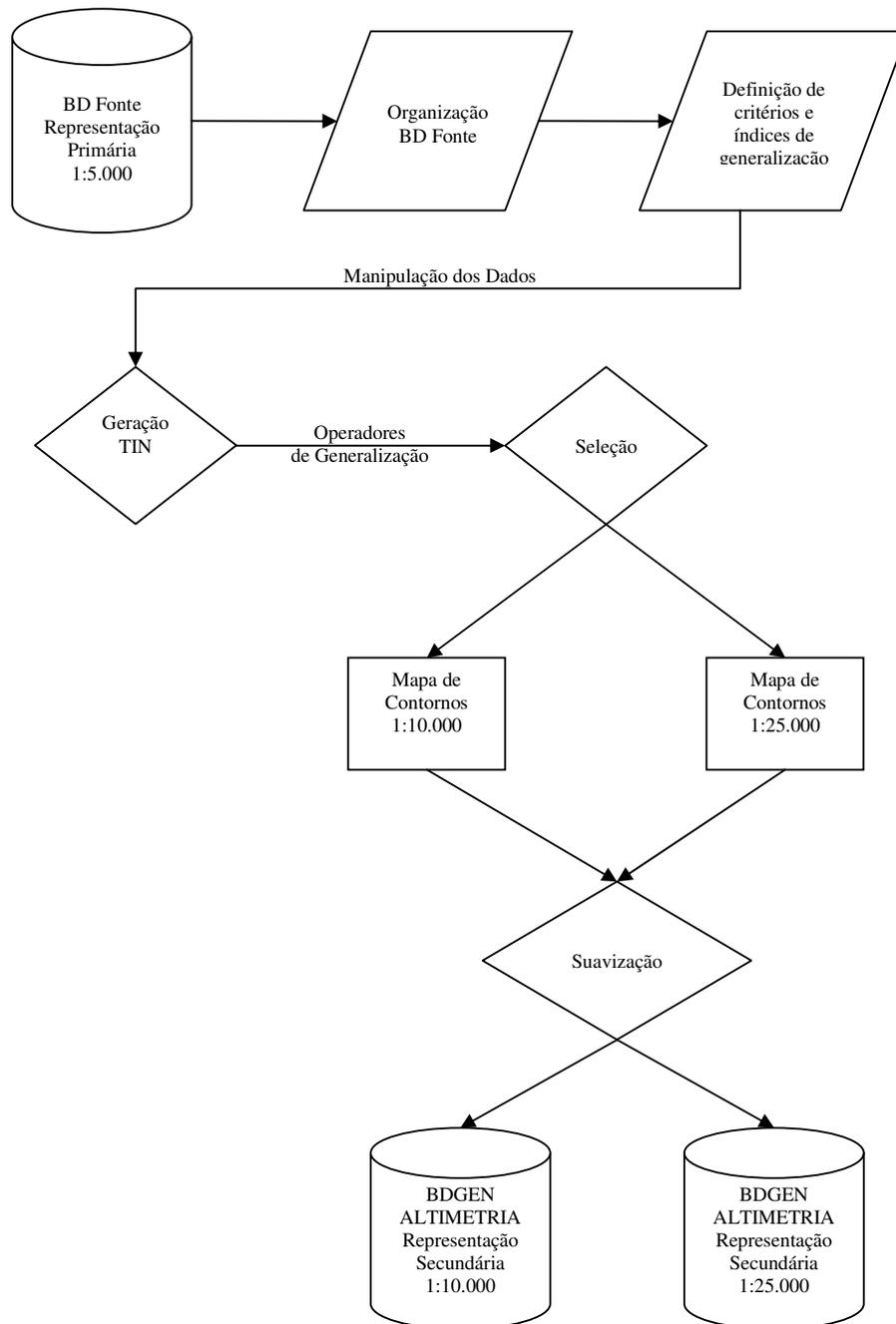


Figura 16 – Organograma do Modelo BDGEN ALTIMETRIA⁴

⁴ Denominação do banco de dados (representação secundária) dentro do software.

O modelo desenvolvido teve como objetivos:

- a) Diminuir a densidade visual dos elementos nas escalas determinadas;
- b) Manter a topologia entre os elementos;
- c) Manter a geometria dos elementos dentro de parâmetros aceitáveis da legislação cartográfica nacional.

A seguir descrevem-se os passos do desenvolvimento do modelo.

4.3.1 Organização do banco de dados fonte

O primeiro passo foi selecionar os *layers* pertinentes as informações altimétricas (Quadro 9), conforme pré-seleção realizada em etapa anterior:

<i>FID</i>	<i>ENTITY</i>	<i>LAYER</i>	<i>COLOR</i>	<i>LINETYPE</i>	<i>WIDTH</i>
1	polyline	5303_Ponto Cotado	7	Continuous	1,0
2	polyline	5303_Ponto Cotado (NA - Lagos - Reservatórios)	5	Continuous	1,0
3	polyline	5308_Marco Geodésico	1	Continuous	1,0
5	polyline	5302_Curva Intermediária	16	Continuous	1,0
6	polyline	5301_Curva Mestra	16	Continuous	1,0

Quadro 9 – Elementos da altimetria (representação primária)

4.3.2 Definição dos critérios e índices a serem adotados nas transformações

O próximo passo foi definir os critérios e índices a serem adotados nas transformações (Tabela 5), seguindo as especificações da Legislação Cartográfica - Lei 89817 de 20/06/1984 – Classificação do PEC planimétrico Classe A.

Tabela 5 – Critérios e índices adotados nas transformações

<i>Escala Original</i>	<i>Escala Generalizada</i>
Escala 1:5.000 – Eqüidistância de 5 metros - PEC Planimétrico – Classe A = 2,5 metros	Escala 1:25.000 – Eqüidistância de 20 metros - para geração do mapa de contornos PEC Planimétrico – Classe A – 12,5 metros – para definir o índice de suavização
	Escala 1:25.000 – Eqüidistância de 10 metros - para geração do mapa de contornos PEC Planimétrico – Classe A – 5 metros – para definir o índice de suavização

Fonte: IBGE – Lei 89.817 de 20 de junho de 1984.

4.3.3 Manipulação dos dados

Para o desenvolvimento do método a operação de transformação utilizada foi a geração da grade Triangular (TIN).

4.3.3.1. Geração da grade triangular (TIN)

Nesta etapa foi gerada uma grade triangular (Figura 17) utilizando-se o banco de dados original na escala 1:5.000. A grade triangular foi construída a partir da triangulação dos valores dos pontos que representam a superfície altimétrica. Os pontos utilizados na triangulação foram os valores dos pontos que formam as isolinhas e os pontos cotados. A grade triangular foi escolhida como suporte e desenvolvimento dos passos seguintes, devido ao fato da mesma apresentar uma boa resolução para áreas em que a superfície é muito variável e onde maiores detalhes do relevo são desejados.

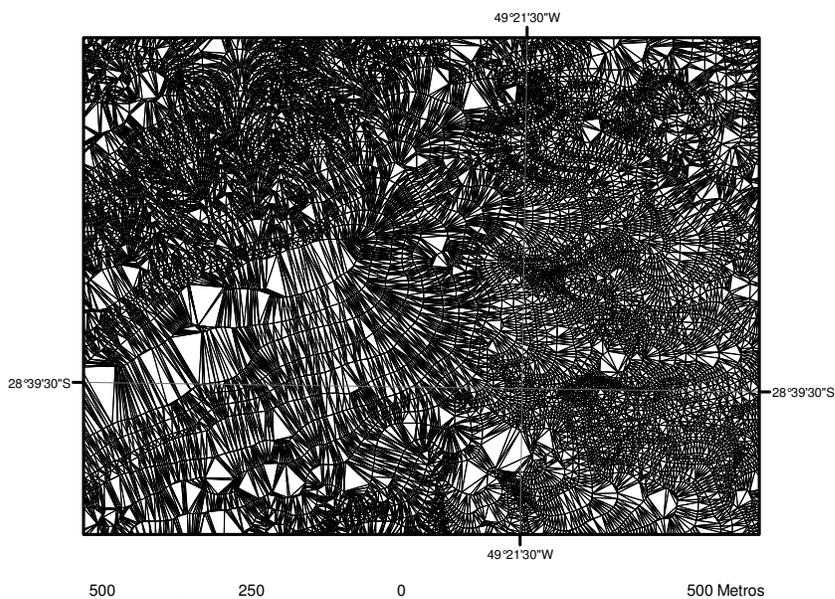


Figura 17 – Grade triangular gerada

Os valores, da base de dados original, utilizados para criar a TIN são os mesmos valores e possuem a mesma posição na grade gerada. A grade triangular preserva toda a precisão dos dados originais ao mesmo tempo em que interpola valores entre os pontos conhecidos. Isto pode incluir a precisão de feições em uma superfície. Grades triangulares (TIN) são usadas quando se necessita modelos de

alta precisão em pequenas escalas como projetos de engenharia, onde são necessárias soluções rápidas para o cálculo de superfície e volumes.

4.3.4 Aplicação das operações de generalização

As operações de generalização utilizadas foram a seleção, através da geração de mapas de contornos (mapas de curvas de nível) e a operação de suavização das isolinhas.

4.3.4.1 Geração dos mapas de contornos (seleção)

O próximo passo foi a geração dos mapas de contornos. Mapas de contornos são formados por linhas que conectam pontos de igual valor. A distribuição destas linhas mostra como estes valores mudam através da superfície como um mapa de curvas de nível. Desta forma foi gerado um mapa de contorno a partir da grade triangular na escala 1:5.000, com equidistância das curvas de nível de 5 em 5 metros, resultando em dois mapas de isolinhas (curvas de nível) derivados: um na escala 1:10.000 com equidistância das curvas de nível de 10 em 10 metros (Figura 18) e outro na escala 1:25.000, com equidistância das curvas de nível de 20 em 20 metros (Figura 19).

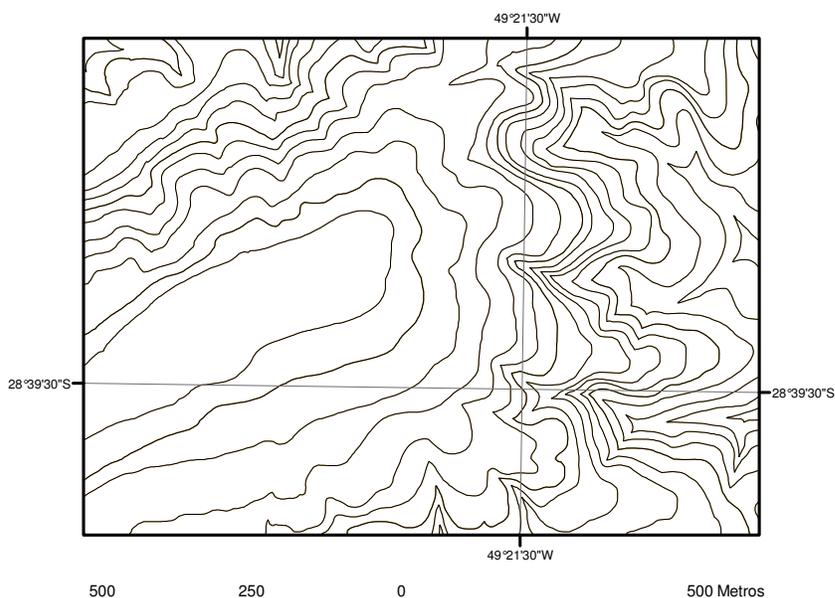


Figura 18 – Mapa de contornos na escala 1:10.000 – Equidistância das curvas de nível – 10 metros

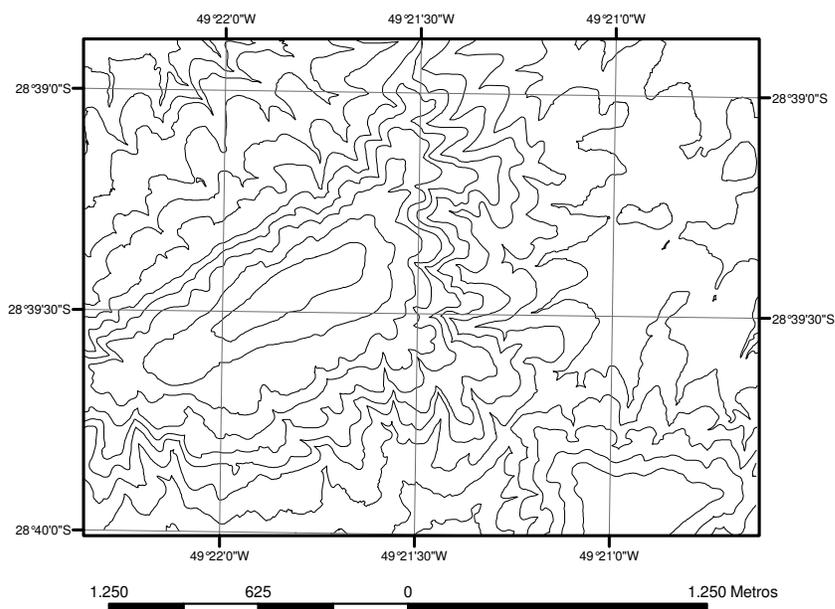


Figura 19 – Mapa de contornos na escala 1:25.000 – Equidistância das curvas de nível – 20 metros

4.3.4.2. Suavização de linhas (*Smooth Line*)

Após a geração dos mapas de contornos (isolinhas representado as curvas de nível) nas escalas 1:10.000 e 1:25.000 o mesmos passaram pelo processo de suavização de linhas.

A suavização de linhas é usada na generalização para tornar a linha mais estética e com um padrão cartográfico de melhor qualidade visual. Porém o objetivo também foi o de alcançar um padrão cartográfico geométrico.

Para aplicações em escalas cadastrais, utilizou-se o algoritmo *PAEK - Polynomial Approximation with Exponential Kernel* (Bodansky et al, 2002), que usa a estimação de *kernel* para suavizar linhas usando uma técnica que calcula a média paramétrica contínua e uma aproximação com polinômio de segundo grau. Desta forma as coordenadas dos pontos da linha resultante são calculadas utilizando a média da distância entre as coordenadas de todos os pontos da linha original. Os pesos de cada ponto diminuem com a distância ao longo da linha ao ponto atual. A linha suavizada resultante não contém necessariamente todos os vértices da linha original, mas mantém os pontos de extremidade. O resultado da suavização depende da escolha de um parâmetro de distância entre os eventos pontuais.

A tolerância na suavização especifica o comprimento do movimento do trajeto dos pontos ao longo da linha original, que é usado para calcular as coordenadas suavizadas pelo algoritmo de *PAEK*. Quanto maior a distância entre os pontos, mais suavizadas são as linhas resultantes. Cada nova posição é calculada usando a média da distância entre as coordenadas dos pontos. (ESRI, 2007).

Foram realizados testes com valores aleatórios entre os eventos pontuais das isolinhas que representam as curvas de nível na escala 1:5.000 (representação primária). Para a escala 1:10.000 (representação secundária), os valores aleatórios foram respectivamente de 5, 10, 15 e 20 metros e para a escala 1:25.000 (representação secundária), os valores aleatórios foram respectivamente de 25, 35, 45 e 55 metros (Figura 20).

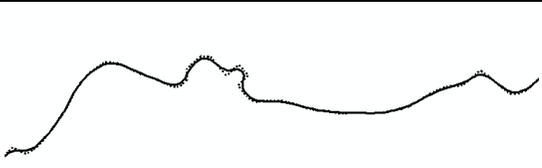
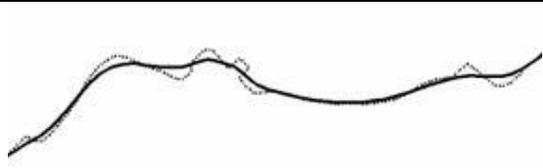
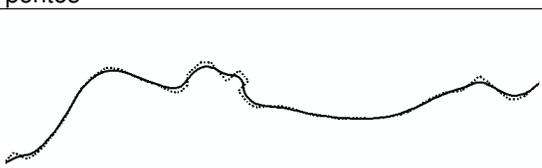
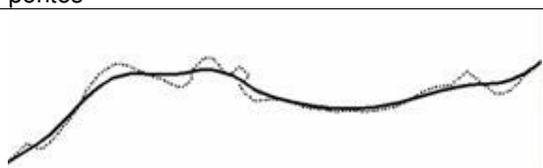
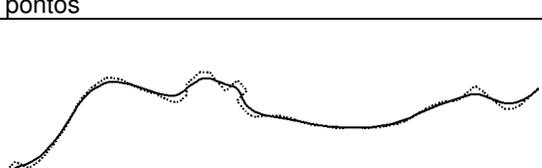
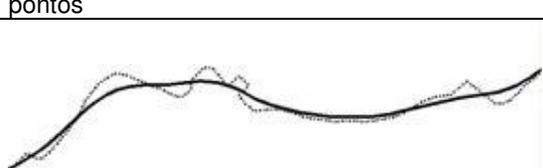
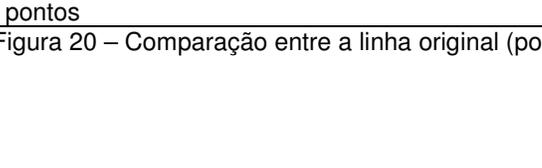
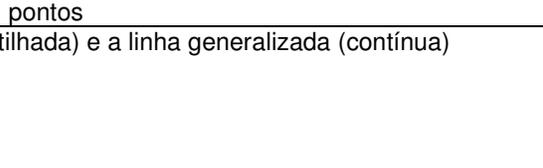
Generalização para a escala 1:10.000	Generalização para a escala 1:25.000
	
a) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 5 metros entre os pontos	b) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 25 metros entre os pontos
	
c) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 10 metros entre os pontos	d) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 35 metros entre os pontos
	
e) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 15 metros entre os pontos	f) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 45 metros entre os pontos
	
g) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 20 metros entre os pontos	h) Comparação entre a linha original e a linha suavizada - distância de 55 metros entre os pontos
	

Figura 20 – Comparação entre a linha original (pontilhada) e a linha generalizada (contínua)

A seguir apresenta-se graficamente a visualização dos dados originais (Figura 21), aqui denominados representação primária, na escala 1:5.000 enfatizando a densidade dos dados que prejudica a representação cartográfica dos mesmos na escala 1:10.000 e a visualização dos dados generalizados (Figuras 22 a 25), aqui denominados representação secundária, para a escalas 1:10.000 seguindo o método descrito anteriormente e demonstrando a clareza na densidade de representação dos dados.

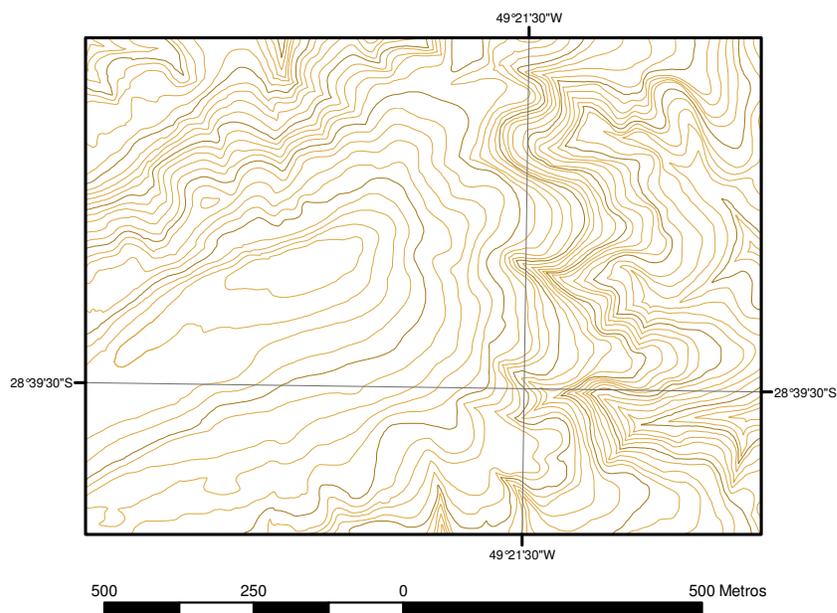


Figura 21- Visualização dos *layers* do banco de dados original (representação primária)
- Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 5 metros

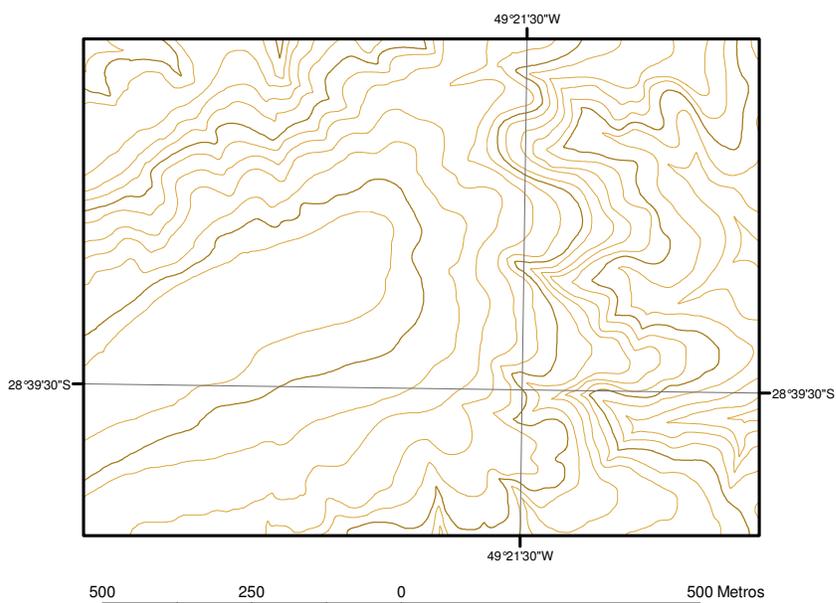


Figura 22 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 5 metros

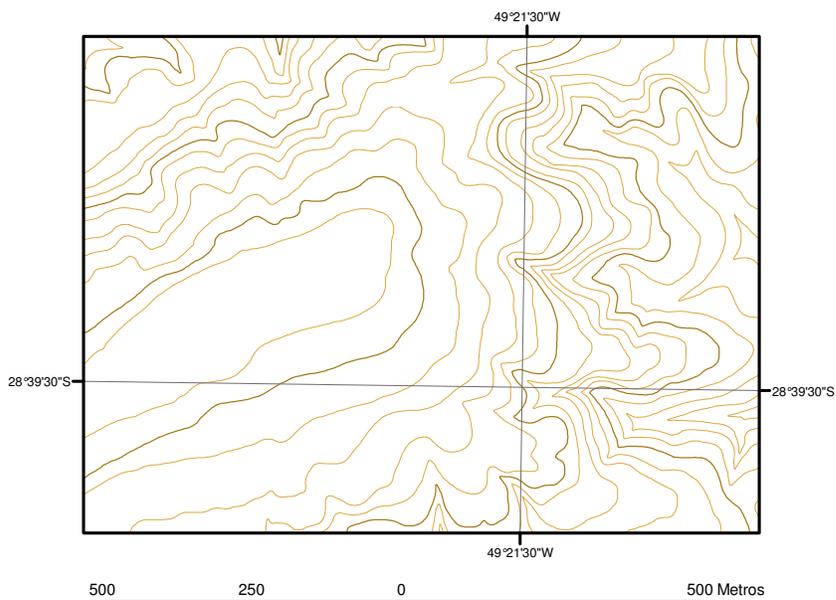


Figura 23 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 10 metros

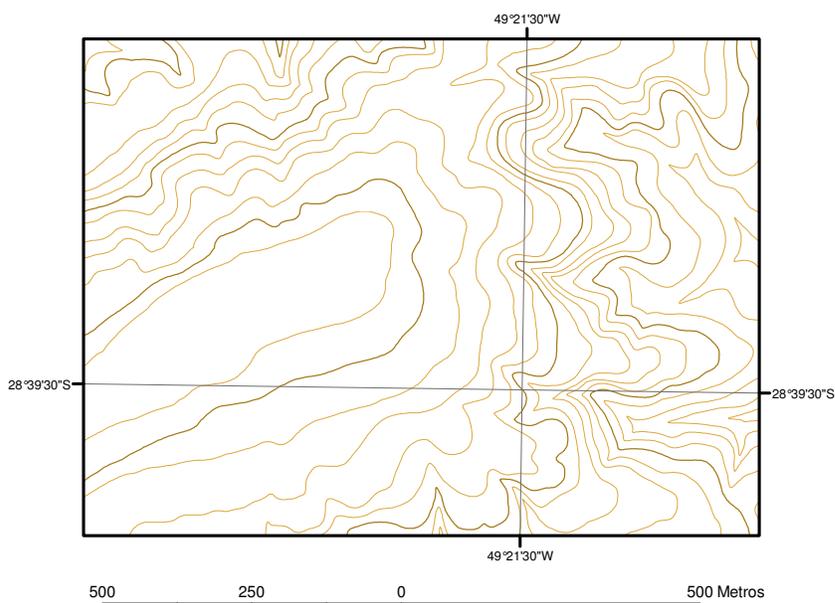


Figura 24 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Equidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 15 metros

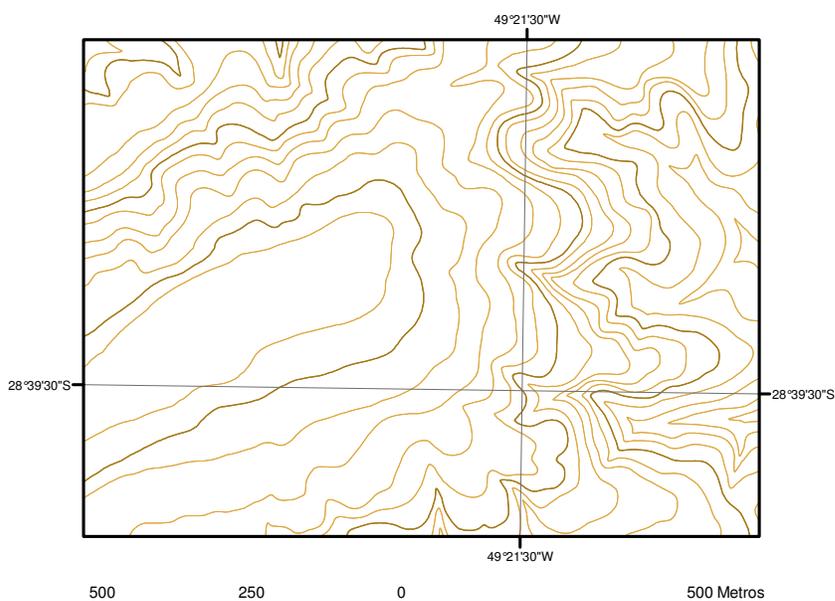


Figura 25 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:10.000 - Equidistância das curvas de nível = 10 metros - Parâmetro de Suavização - 20 metros

A seguir apresenta-se graficamente a visualização dos dados originais (Figura 26), aqui denominados representação primária, na escala 1:5.000 enfatizando a densidade dos dados que prejudica a representação cartográfica dos mesmos na escala 1:25.000 e a visualização dos dados generalizados (Figuras 27 a 30), aqui

denominados representação secundária, para as escalas 1:25.000 seguindo o método descrito anteriormente e demonstrando a clareza na densidade de representação dos dados.

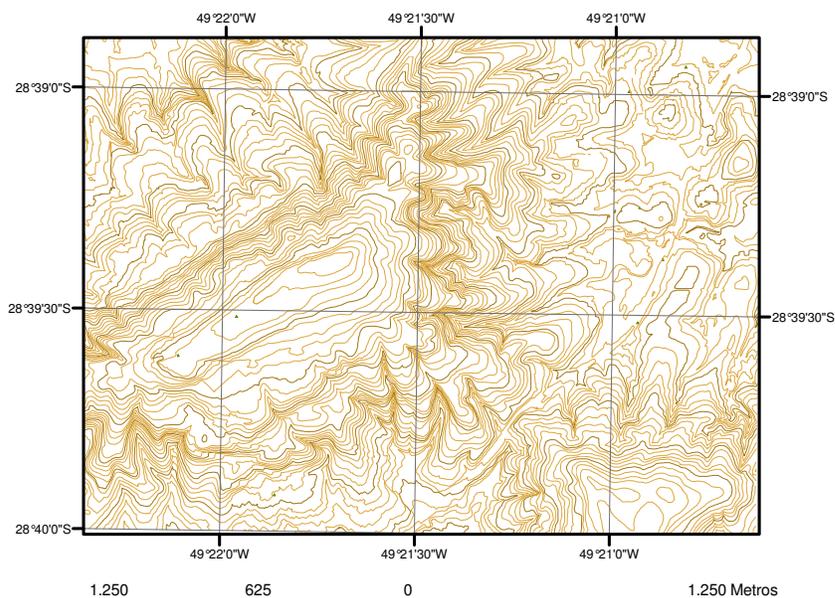


Figura 26 – Visualização dos *layers* do banco de dados original (representação primária) - Escala 1:25000 - Equidistância das curvas de nível = 5 metros

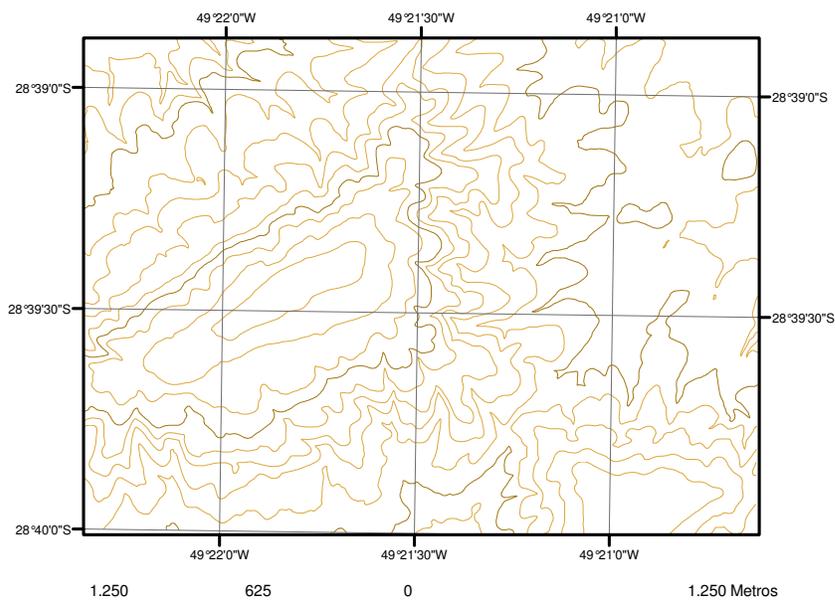


Figura 27 – Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Equidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 25 metros

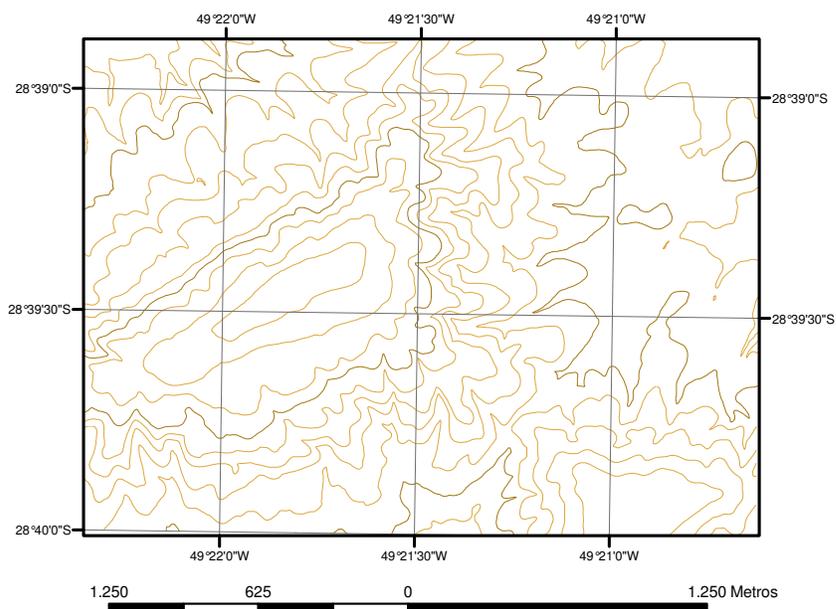


Figura 28 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 35 metros

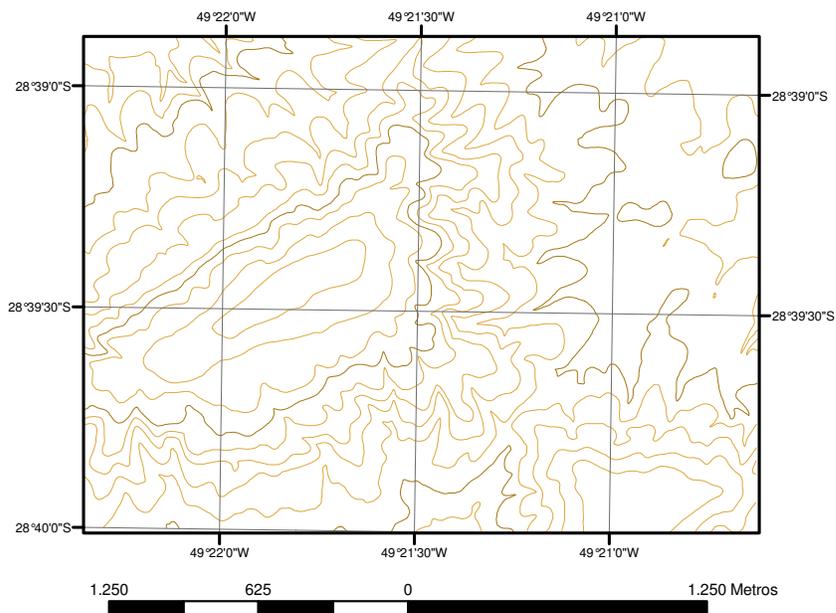


Figura 29 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 45 metros

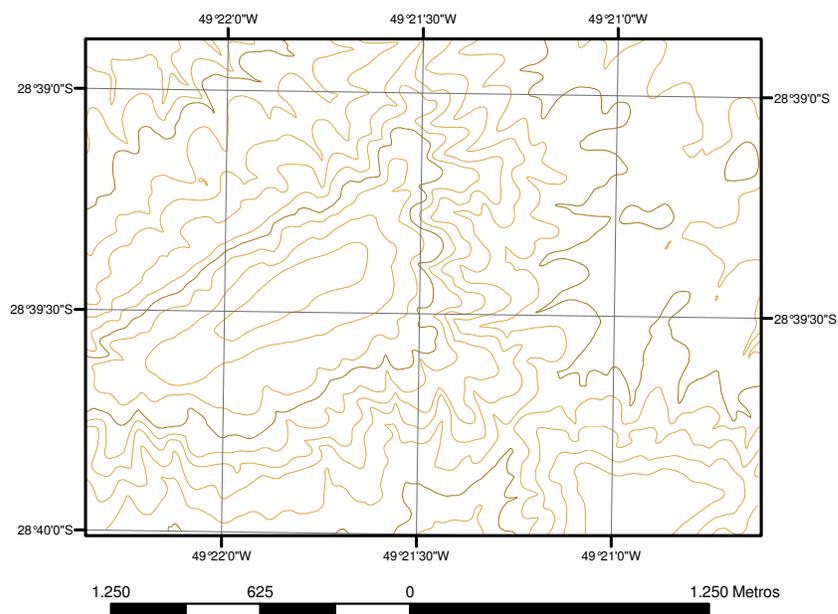


Figura 30 - Visualização dos *layers* do banco de dados generalizado (representação secundária) - Escala 1:25.000 - Eqüidistância das curvas de nível = 20 metros - Parâmetro de suavização - 55 metros

4.4 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA

O segundo modelo a ser descrito é o método para generalização da rede hidrográfica, segundo o organograma demonstrado na Figura 31.

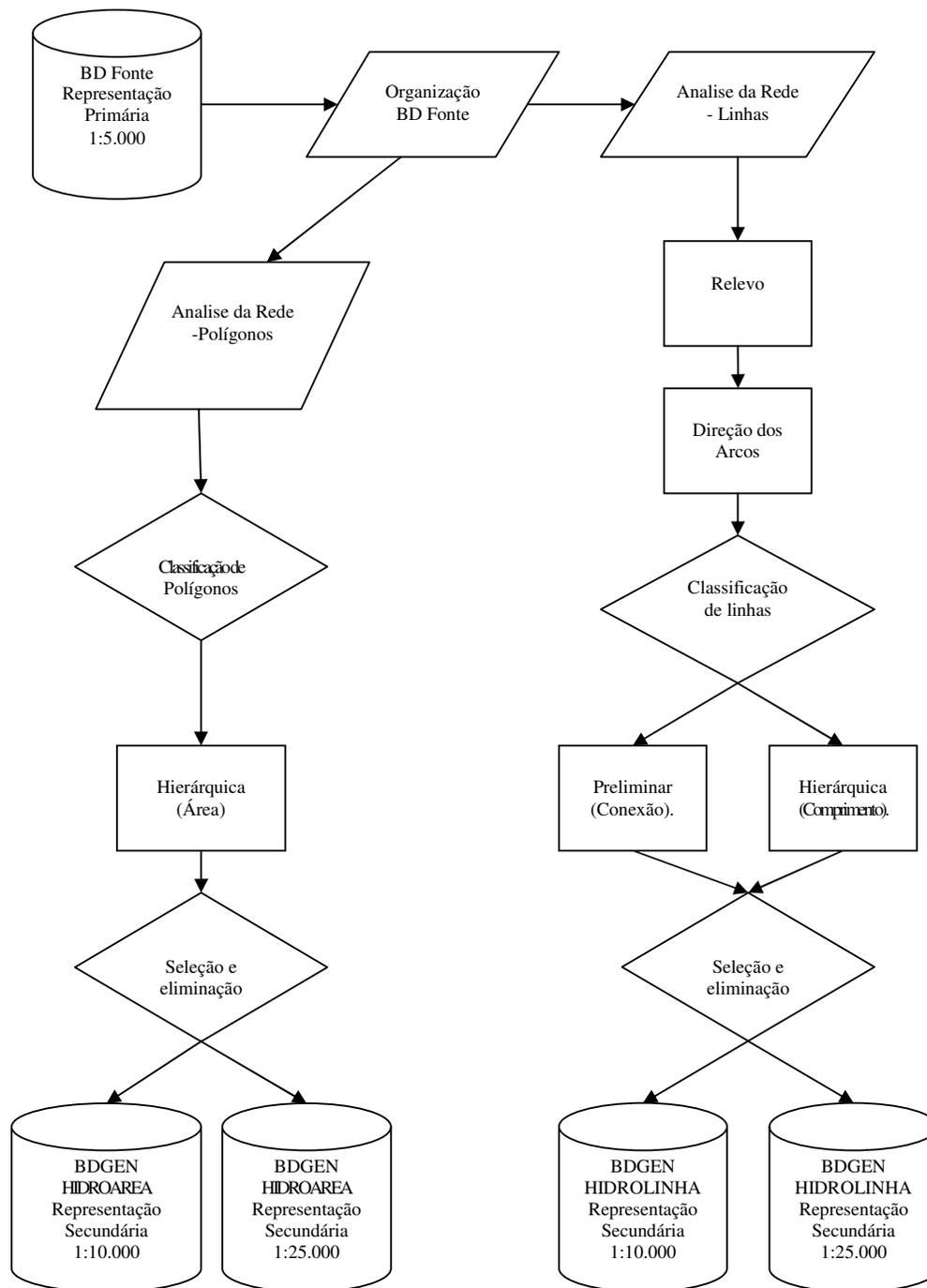


Figura 31 – Organograma do Modelo BDGEN HIDROAREA/HIDROLINHA⁵

⁵ Denominação do banco de dados (representação secundária) dentro do software.

O método desenvolvido teve como objetivos:

- a) Diminuir a densidade visual dos elementos nas escalas determinadas;
- b) Manter a topologia entre dos elementos;
- c) Manter a geometria dos elementos em relação ao banco de dados original (representação primária).

A seguir descrevem-se os passos do desenvolvimento do modelo.

4.4.1. Organização do banco de dados fonte

O primeiro passo foi selecionar, os *layers* pertinentes a representação da rede hidrográfica – previamente separados na primeira etapa, conforme Quadros 10 e 11, a seguir:

<i>FID</i>	<i>ENTITY</i>	<i>LAYER</i>	<i>COLOR</i>	<i>LINETYPE</i>	<i>WIDTH</i>
1	polyline	5201_Rio Perene	5	Continuous	1,0
2	polyline	5202_Rio Intermitente- Vala - Canal	152	Continuous	1,0

Quadro 10 - *Layers* da rede hidrográfica representados por arcos (linhas)

<i>FID</i>	<i>ENTITY</i>	<i>LAYER</i>	<i>COLOR</i>	<i>LINETYPE</i>	<i>WIDTH</i>
1	poligon	5204_Lago	152	Continuous	1,0
2	poligon	5206_Alagado	254	Continuous	1,0
3	poligon	5205_Açude - Reservatório - Represa	152	Continuous	1,0

Quadro 11 - *Layers* da rede hidrográfica representados por polígonos (áreas)

4.4.2. Análise da rede hidrográfica

Para modificar a escala é necessário analisar as características geométricas e topológicas da rede hidrográfica, usando como material fonte as cartas cadastrais. O objetivo desta análise é encontrar as particularidades e identificar com clareza os objetos que as compõem. As redes hidrografias são compostas por vários objetos: rios, corpos de água naturais e artificiais, etc. O resultado desta análise deve mostrar as características que definem o conhecimento de redes hidrológicas e o padrão da rede em questão. Esta análise será usada para implementar procedimentos futuros. As características analisadas foram as seguintes:

- O fluxo segue sempre em uma única direção;
- Todos os fluxos têm uma única saída;
- Todos os sistemas hidrográficos são limitados por bacias hidrográficas;

- Áreas fechadas compõem bacias hidrográficas;
- A altura onde a rede começa é maior do que a altura onde termina.

Considerou-se também que redes hidrográficas apresentam diferentes configurações, dependendo da escala e, em sistemas digitais, são compostas de arcos, pontos e áreas. Algumas redes são compostas apenas de arcos. Elas são chamadas de configuração arco-arco e representam fluxos. Outras configurações são chamadas de arco-área-arco, ponto-arco-área, etc. dependendo dos objetos que a compõem.

Assim, os objetos da rede (rios principais, secundários, intermitentes, etc.) que podem ser representados por linhas ou áreas dependendo da escala, sempre se conectam com outros objetos (lagos, lagoas, açudes etc.) que são representados por áreas.

4.4.2.1 Análise da rede hidrográfica considerando o relevo (TIN)

Utilizando os *layers* de altimetria, da etapa anterior, a partir da grade TIN, foi gerado um modelo 3D com o objetivo de analisar a sub-bacia considerando o relevo onde a mesma está inserida a fim de determinar as áreas de maior altitude e o grau de declividade das vertentes (Figura 32).

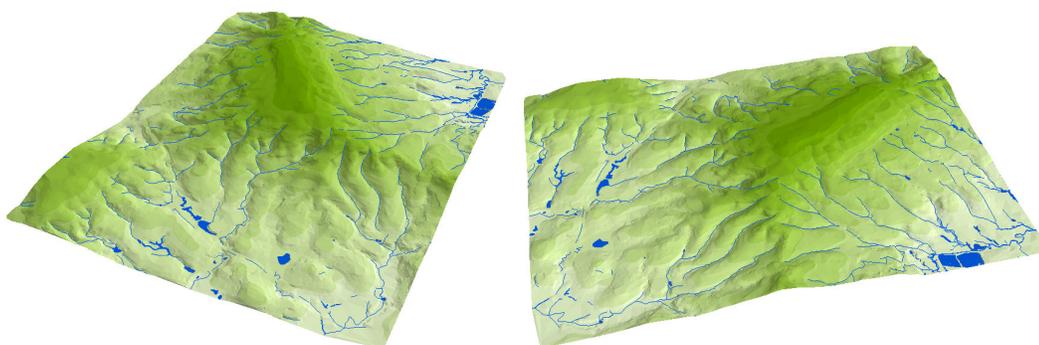


Figura 32 - Análise da rede considerando a declividade das vertentes e o relevo (TIN 3D).

4.4.2.2 Correção da direção dos arcos (fluxos)

Dados vetoriais são suscetíveis a erros. Por exemplo, erros de direcionamentos dos arcos podem originar uma classificação incorreta. Devido a isto, é importante desenvolver um processo de correção automática do

direcionamento dos arcos. Neste processo de correção utilizaram-se os *layers* de altitude, usando um *buffer* do nó do *layer* de fluxo. Os arcos foram corrigidos usando a tabela de valores dos atributos. Para todos os arcos, a altura do nó inicial deve ser maior do que a altura do nó final. O processo forneceu a correção automática dos fluxos e melhorou a qualidade dos dados (Figura 33).

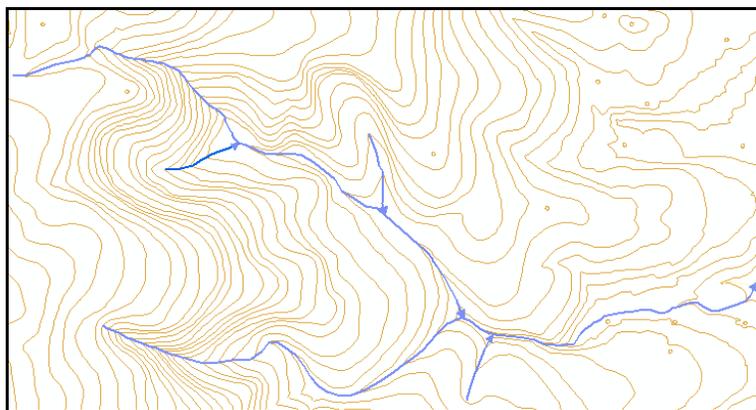


Figura 33 - Análise da rede considerando a direção do fluxo (Flow Direction)

4.4.2.3 Classificação

Este processo foi usado com uma finalidade específica e envolve geralmente a aglomeração de valores dos dados em categorias. Na classificação dois processos foram usados. O primeiro foi a classificação preliminar, para facilitar a execução da sistemática de generalização e o segundo, foi a classificação hierárquica, para quantificar os objetos da rede, o que resultou na identificação dos elementos mais importantes segundo a escala.

4.4.2.3.1 Classificação preliminar – conexões entre os arcos (*input/ output*)

A fim de classificar os arcos, estes devem ser arcos aglomerados nos subsistemas. A aglomeração foi usada para definir as conexões entre os arcos. Um subsistema consiste em elementos com algumas conexões possíveis entre elas, entre arcos. Duas alternativas foram usadas. Primeiro foi utilizado um processo automático de classificação, onde um identificador original é atribuído a cada subsistema e segundo os arcos foram classificados por sua posição na rede hidrográfica. São classificados pelas entradas (i), pelas saídas (O) e (P) por arcos incompletos. Desta forma foram atribuídos valores correspondentes a cada objeto.

4.4.2.3.2 Classificação hierárquica dos comprimentos dos arcos

O processo de quantificação foi desenvolvido utilizando uma classificação hierárquica dos comprimentos dos canais (arcos), que permite quantificar os elementos da rede considerando os comprimentos em conjunto. O processo deve classificar os arcos com rota mais longa da entrada à saída (no trajeto predominante). A rota mais longa é classificada como de primeira ordem, seguida das ramificações de segunda ordem, terceira ordem, quarta ordem, e assim sucessivamente. O processo é aplicado aos arcos classificados do mesmo subsistema. Em consequência da classificação o comprimento e a ordem são armazenados nos objetos como atributos. Esta classificação preserva as características topológicas de rede hidrográfica. Para classificar o comprimento dos arcos foi usada a função – Cálculo de distâncias no *Arctoolbox*. A seguir, foi feita a classificação por comprimento dos canais, seguindo os parâmetros estipulados. Após a classificação os arcos foram divididos em duas sub-classes: Rios Perenes e Rios Intermitentes - Vala - Canal (Quadro 12), após foram classificados por comprimento. Ver Tabela na íntegra do comprimento dos canais nos Apêndices 1 e 2 no CDROM.

FID	ENTITY	LAYER	NÚMERO DE POLÍGONOS
1	polyline	5201_Rio Perene	70
2	polyline	5202_Rio Intermitente- Vala - Canal	153

Quadro 12 - Elementos da rede hidrográfica representados por arcos (linhas)

4.4.2.3.3 Classificação hierárquica do tamanho dos polígonos

Os polígonos do tipo área, foram divididos e classificados em três sub-classes (Quadro 13) representados por Lagos, Alagados, Açudes, represas e barragens após foram classificados por tamanho. Ver Tabela na íntegra do tamanho dos polígonos nos Apêndices 3,4 e 5 no CDROM.

FID	ENTITY	LAYER	NÚMERO DE POLIGONOS
1	poligon	5204_Lago	47
2	poligon	5206_Alagado	11
3	poligon	5205_Açude - Reservatório - Represa	7

Quadro 13 - Elementos da rede hidrográfica representados por polígonos (áreas)

4.4.3 Funções de generalização - seleção e eliminação de arcos

Para resolver o problema dos limites da percepção visual e ao mesmo tempo que se diminui a densidade de informações nas escalas derivadas, utilizou-se os parâmetros descritos nas etapas a seguir.

4.4.3.1 Seleção e eliminação dos arcos

4.4.3.1.1 Definição dos critérios de seleção e eliminação

Depois que a rede foi classificada em tamanho e comprimento, desenvolveram-se os critérios de seleção e eliminação dos canais e áreas, utilizando como referência o Manual Técnico T34-700 (DSG, 1998), (1ª Parte) que versa sobre as Normas para Emprego dos Símbolos, nos seus CAPITULO 3 – Infra-Estrutura e CAPITULO 7 – Artigo IV – Elementos Hidrográficos Interiores:

CAPITULO 3 – INFRA-ESTRUTURA

ARTIGO VII

REPRESAS e AÇUDES

3-13. GENERALIDADES E DEFINIÇÕES

...a. Represa – massa d'água formada pelo acúmulo das águas de um rio, tendo como objetivo principal o aproveitamento do potencial energético das mesmas, embora possa, secundariamente, ser utilizada para irrigação, piscicultura, abastecimento d'água, regularização de cursos d'água e etc.

b. Açude – massa d'água formada pelo acúmulo das águas pluviais, tendo como objetivo principal o aproveitamento das águas para irrigação ou piscicultura, sendo secundárias as demais finalidades....

3-14. REPRESENTAÇÃO

a. As represas e açudes são representados em escala por meio da mesma convenção (Símbolos 615 a 618).

b. As represas e açudes cujas áreas, na escala da carta, sejam menores que 5mm x 5mm, só deverão ser representados quando possuírem nomes próprios ou se situarem em áreas carentes de detalhes hidrográficos (Símbolos 615 a 618)...

CAPITULO 7 - ARTIGO IV

ELEMENTOS HIDROGRÁFICOS INTERIORES

7-14. GENERALIDADES E DEFINIÇÕES

a. Para fins de representação cartográfica, são considerados elementos hidrográficos interiores, aqueles encontrados internamente à linha marginal de costa, nos quais a água seja o principal elemento componente.

b. Os elementos hidrográficos podem ser naturais ou artificiais, permanentes ou temporários e de aluvião.

c. Elemento permanente ou perene – elemento que nunca seca, mesmo no período de estiagem, podendo ser de nível variável:

Permanente de nível variável - não obstante possuir água durante todo o ano, apresenta grande variação de nível em função do regime de chuvas da região.

d. Elemento temporário – elemento que possui volume de água inconstante em função do regime de chuvas da região, podendo ser intermitente ou periódico:

(1) Temporário intermitente - o volume de água é irregular, dependendo da intensidade das chuvas, que não têm período definido. Assim, pode apresentar-se cheio numa determinada época do ano e, no ano seguinte, durante a mesma época, encontrar-se seco;

(2) Temporário periódico - o volume de água é reduzido progressivamente com a estiagem, podendo até secar, voltando a pleno na estação chuvosa, que obedece a períodos bem definidos.

e. Elemento de aluvião ou de enxurrada – elemento que se caracteriza pela existência condicionada às enxurradas do período chuvoso, passado o qual, geralmente, seca ou fica reduzidos a um filete d'água, sendo que seu leito está sujeito a mudança de posição, mais ou menos freqüente...

7-15. LAGOS E LAGOAS

7-15.1. GENERALIDADES E REPRESENTAÇÃO

a. Para fins de representação cartográfica, são considerados lagos e lagoas, as massa d'água naturais e artificiais, formadas pelo acúmulo de águas de represas e açudes.

b. Os lagos e lagoas permanentes são representados em escala, sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal e seus interiores preenchidos com a cor prevista (Símbolos 615 e 616)...

d. Os lagos e lagoas permanentes de nível variável são representados em escala, sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal indefinida, traçada....

i. Os lagos e lagoas cujas áreas, na escala da carta, sejam menores que 5mm x 5mm, só deverão ser representados quando possuírem nomes próprios ou se situarem em áreas carentes de detalhes hidrográficos (Símbolos 615 a 618).

7-16. CURSOS D'ÁGUA

7-16.1. GENERALIDADES

a. Durante a restituição, visando a facilitar o traçado do relevo, são representados o maior número possível de cursos d'água e fundos de vale, que, ao final, devem passar por uma criteriosa seleção para omitir aqueles elementos carentes de importância, cuja permanência, além de sobrecarregar o desenho final daria uma idéia errônea da drenagem da região.

b. Em regiões de relevo pouco movimentado, as redes de drenagem devem ser representadas até suas origens. Nas demais áreas, é permitida a omissão das mesmas dentro da distância de aproximadamente 5mm das linhas divisoras d'água.

7-16.2. REPRESENTAÇÃO

a. Cursos d'água permanentes:

(1) Os cursos d'água que não excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados por meio de linha simples com a mesma convenção de linha marginal (margem simples), podendo se apresentar como linha marginal indefinida (Símbolo 621), mantendo-se, no entanto, a configuração linear correta (Símbolos 619 e 621);

(2) Os cursos d'água que excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados em escala (margem dupla), sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal e seus interiores preenchidos com a cor prevista (Símbolos 620 e 622);

(3) As linhas marginais de cursos d'água de margem dupla devem corresponder ao estado normal das águas durante a maior parte do ano, podendo se representarem como linhas marginais indefinidas, de acordo com o constante dos itens "(1)" e "(2)" da letra "d.", do Parágrafo "7-12." (Símbolos 612 e 613);

(4) Nos trechos entrelaçados, os cursos d'água de margem dupla, se necessário, podem ser representados por meio de linha simples, de modo que seja mantida a configuração das linhas formadas por seus meandros;

(5) A direção de corrente de um curso d'água ou canal é representada por meio de uma seta, que deve apontar naquela direção. Nos cursos d'água de margem dupla largos a seta deve ser colocada no interior da corrente e, nos de margem simples e dupla estreitos, junto e paralelamente aos mesmos (Símbolo 644).

b. Cursos d'água temporários e de aluvião:

(1) Os cursos d'água cujas larguras, na escala da carta, não excedam de 0,80mm, devem ser representados por meio de linha simples com convenção específica (margem simples), mantendo-se, no entanto, a configuração linear correta (Símbolo 623).

(2) Os cursos d'água cujas larguras, na escala da carta, excedam de 0,80mm, devem ser representados em escala (margem dupla), sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal indefinida, traçada na posição que ocupe na estação chuvosa, e seus interiores preenchidos com a mesma convenção de areia (Símbolo 624).

(3) Qualquer leito permanente, existente dentro de um curso d'água temporário ou de aluvião, deve ser representado por meio da convenção de curso d'água permanente, traçada segundo seu desenvolvimento (Símbolo 625).....

e. Todos os cursos d'água permanentes devem ser representados e os temporários só deverão quando possuírem:

(1) Comprimento, na escala da carta, maior ou igual a 2cm;

(2) Nome próprio;

(3) Obra-de-arte construída que deva ser representada.

7-18. CANAIS E VALAS

7-18.1. DEFINIÇÕES

a. Canal - escavação natural ou artificial ligando massas d'água, podendo ser navegável ou não.

b. Vala - canaleta artificial, revestida ou não, usada para a irrigação ou drenagem de zonas pantanosas.

7-18.2. REPRESENTAÇÃO

a. Canais permanentes:

(1) Os canais que não excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados por meio de linha simples com a mesma convenção de linha marginal (margem simples), mantendo-se, no entanto, a configuração linear correta (Símbolo 632);

(2) Os canais que excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados em escala (margem dupla), sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal e seus interiores preenchidos com a cor prevista (Símbolo 633); (3) As linhas marginais dos canais de margem dupla devem

corresponder ao estado normal das águas durante a maior parte do ano (Símbolo 633).

b. Canais temporários e secos:

(1) Os canais que não excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados por meio de linha simples com a mesma convenção de curso d'água temporário e de aluvião (margem simples), mantendo-se, no entanto, a configuração linear correta (Símbolo 634);

(2) Os canais que excedam, na escala da carta, de 0,80mm, devem ser representados em escala (margem dupla), sendo delimitados por meio da convenção de linha marginal indefinida, traçada na posição que ocupe na estação chuvosa, e seus interiores preenchidos com a mesma convenção de areia (Símbolo 635);

c. Nos canais de margem dupla, adotar os procedimentos a seguir:

(1) A convenção de canal deve ser omitida, na representação final, dentro dos limites abrangidos pela convenção de ponte (Símbolos 115, 136 e 143);

(2) As curvas de nível devem ser omitidas, na representação final, dentro dos limites abrangidos pela convenção de canal (Símbolos 633 e 635).

d. Valas:

(1) Para fins de representação cartográfica, as valas são divididas em permanentes e intermitentes;

(2) As valas são representadas por meio de linha contínua, se permanentes, ou por convenção específica, se intermitentes (Símbolos 636 e 637);

(3) Em zonas áridas, onde o objetivo primordial é o abastecimento de água, devem ser representadas as valas de irrigação permanentes e intermitentes. Em zonas pantanosas, onde o objetivo principal é drenar o excesso de água, devem ser representadas as principais valas de drenagem, escolhidas de modo a não sobrecarregar a malha;

(4) Nas regiões de hidrografia normal, em princípio, só devem ser representadas as valas principais de irrigação. Contudo, nos grandes projetos, objetivando proporcionar uma representação mais fidedigna, as valas secundárias também podem ser representadas.

7-19. TERRENOS SUJEITOS A INUNDAÇÃO

7-19.1. REPRESENTAÇÃO

a. Os terrenos sujeitos a inundação são representados em escala por meio de convenção específica (Símbolo 638).

b. Os terrenos sujeitos a inundação natural, durante a época das chuvas, somente deverão ser representados se a inundação permanecer por um período considerável de tempo e seus limites forem constantes ano após ano...

e. Os terrenos sujeitos a inundação, natural ou controlada, só deverão ser representados quando possuírem área, na escala da carta, maior ou igual a 1cmx1cm.

Seguindo as normas especificadas acima, desenvolveram-se os critérios de generalização da rede hidrográfica (seleção e eliminação).

4.4.3.1.2. Generalização da rede hidrográfica dos elementos do tipo linhas

Para a rede hidrográfica, representada pelos rios perenes, como definido no Manual, para as escalas especificadas deve-se manter todos os canais. Desta forma utilizou-se o critério de visualização e dimensões da representação para os arcos de acordo com a escala, dentro dos parâmetros de precisão gráfica, estipulados pela Legislação Cartográfica Nacional - IBGE (2007) e pelas Normas Técnicas da NBR 13133, ABNT (1994) que considera a menor dimensão gráfica percebida pelo olho humano e a menor dimensão capaz de ser representada em um mapa. Segundo a NBR 13133, a mínima precisão gráfica possível de ser observada a olho nu é de 0,2mm como o erro admissível nas medições gráficas pode ser conhecido, aplicando-se a seguinte relação:

$$\Theta a = 0,2mm \times N \quad (1)$$

Onde: N é o denominador da escala adotada.

Desta forma para as escalas estabelecidas, tem-se que: (Tabela 6)

Tabela 6 - Cálculo da precisão gráfica para linhas

ESCALA	$N \times 0,2mm^*$ (*Erro Gráfico)	PRECISÃO GRÁFICA*
1:10.000	10.000 x 0,2mm= 2.000mm	2 m
1:25.000	25.000 x 0,2 mm= 5.000mm	5 m

Fonte: Adaptado de IBGE (2007)

Os detalhes cujas dimensões gráficas forem inferiores ao erro admissível definido pelos critérios anteriormente estipulados, não terão representação gráfica e serão eliminados do mapa.

Para a rede hidrográfica, representada pelos rios intermitentes - vala - canal, utilizou-se os valores do Manual do DSG (1998), conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Cálculo dos critérios de seleção e eliminação das linhas do tipo rio intermitente - vala - canal

ESCALA	$N \times 0,5 \text{ cm}$	Menor tamanho
1:10.000	10.000 x 2 cm= 20.000cm	20 m
1:25.000	25.000 x 2 cm= 50.000 cm	50 m

Dentro dos parâmetros estipulados nas tabelas, foi usada a função “select” vinculada a ferramentas “analises tools” do arctoolbox, onde se desenvolveram “scripts” através das seguintes cláusulas (Quadro 14):

LAYERS	PARA A ESCALA 1:10.000	PARA A ESCALA 1:25.000
Rios perenes	"Length" <= 2 m	"Length" <= 5 m
Rios Intermitentes – Vala _ Canal	"Length" <= 20 m	"Length" <= 50 m

Quadro 14 – Cláusulas para a generalização de linhas

Após a aplicação dos algoritmos de seleção e eliminação houve uma diminuição da densidade dos elementos conforme Tabela 8:

Tabela 8 – Representação da densidade dos atributos após a generalização das linhas

Layers	Escala 1:5.000	Escala 1:10.000	Escala 1:25.000
Rio Perene	70	70	69
Rio Intermitente – Vala-Canal	153	140	112
Total	223	210	181

Verificou-se também que o modelo aplicado manteve a topologia e geometria dos elementos do tipo linha, como pode ser verificado nas Figuras 34 e 35.

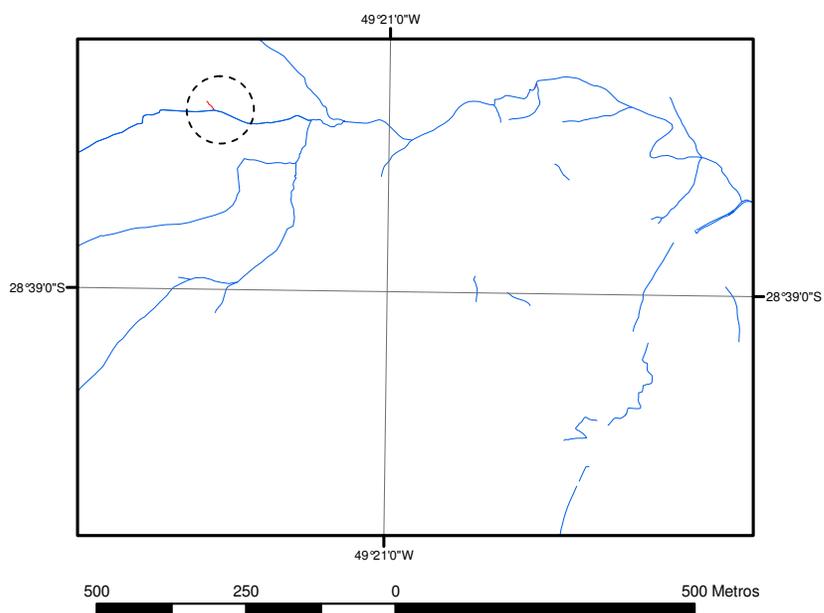


Figura 34 – Visualização dos *layers* do banco de dados da rede hidrográfica - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.
(Observação: Linhas em vermelho foram eliminadas)

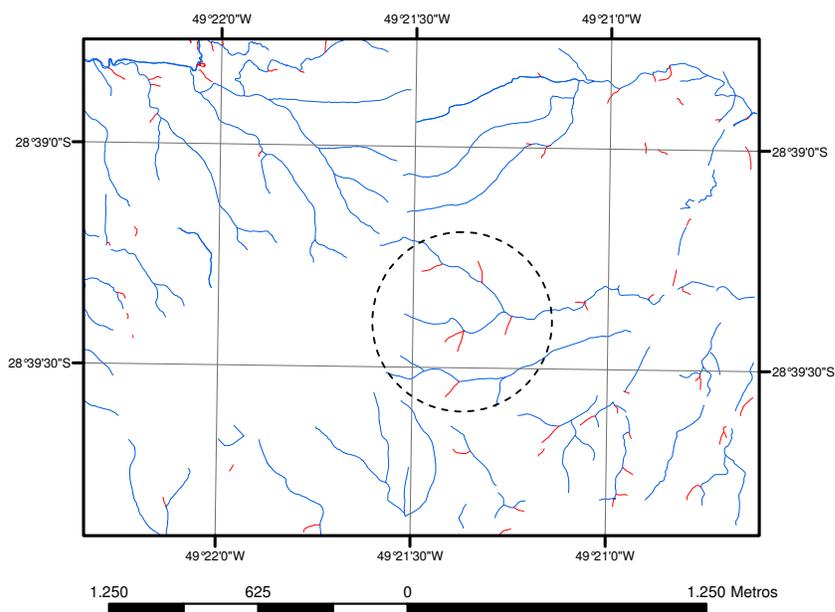


Figura 35 – Visualização dos *layers* do banco de dados da rede hidrográfica - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização. (Observação: Linhas em vermelho foram eliminadas)

4.4.3.1.3. Generalização da rede hidrográfica dos elementos tipo áreas

Para a generalização da rede hidrográfica dos elementos do tipo área, utilizaram-se os valores do Manual do DSG (1998), conforme Tabelas 9, 10, e 11.

Tabela 9 - Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo lagos

ESCALA	$N \times 0,5 \text{ cm}$	Menor tamanho
1:10.000	$10.000 \times 0,5 \text{ cm} = 5.000 \text{ cm}$	$(5\text{m})^2 = 25 \text{ m}^2$
1:25.000	$25.000 \times 0,5 \text{ cm} = 12.500 \text{ cm}$	$(12,5\text{m})^2 = 156,25 \text{ m}^2$

Tabela 10 - Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo alagados

ESCALA	$N \times 0,5 \text{ cm}$	Menor tamanho
1:10.000	$10.000 \times 1 \text{ cm} = 5.000 \text{ cm}$	$(10\text{m})^2 = 100 \text{ m}^2$
1:25.000	$25.000 \times 1 \text{ cm} = 25.000 \text{ cm}$	$(25)^2 = 156,25 \text{ m}^2$

Tabela 11 - Cálculo dos critérios de seleção e eliminação dos polígonos do tipo represas e açudes

ESCALA	$N \times 0,5 \text{ cm}$	Menor tamanho
1:10.000	$10.000 \times 0,5 \text{ cm} = 5.000 \text{ cm}$	$(5\text{m})^2 = 25 \text{ m}^2$
1:25.000	$25.000 \times 0,5 \text{ cm} = 12.500 \text{ cm}$	$(12,5\text{m})^2 = 156,25 \text{ m}^2$

Dentro dos parâmetros estipulados nas tabelas, foi usada a função “select” vinculada a ferramentas “analises tools” do *arctoolbox*, onde se desenvolveram “scripts” através das seguintes cláusulas (Quadro 15):

LAYERS	PARA A ESCALA 1:10.000	PARA A ESCALA 1:25.000
Lagos	“Área” <= 25 m2	“Área” <= 156,25 m2
Alagados	“Área” <= 100 m2	“Área” <= 625 m2
Açude/Represa/Barragem	“Área” <= 25 m2	“Área” <= 156,25 m2

Quadro 15 – Cláusulas para a generalização de áreas

Após a aplicação dos algoritmos de seleção e eliminação houve uma diminuição da densidade dos elementos do tipo polígono, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Representação da densidade dos atributos após a generalização dos polígonos

Layers	Escala 1:5.000	Escala 1:10.000	Escala 1:25.000
Lagos	47	43	26
Alagados	11	11	7
Açude/Represa/Barragem	7	7	5
Total	65	61	38

Verificou-se também que o modelo aplicado manteve a topologia e geometria dos elementos do tipo polígono, como pode ser verificado nas Figuras 36 e 37.

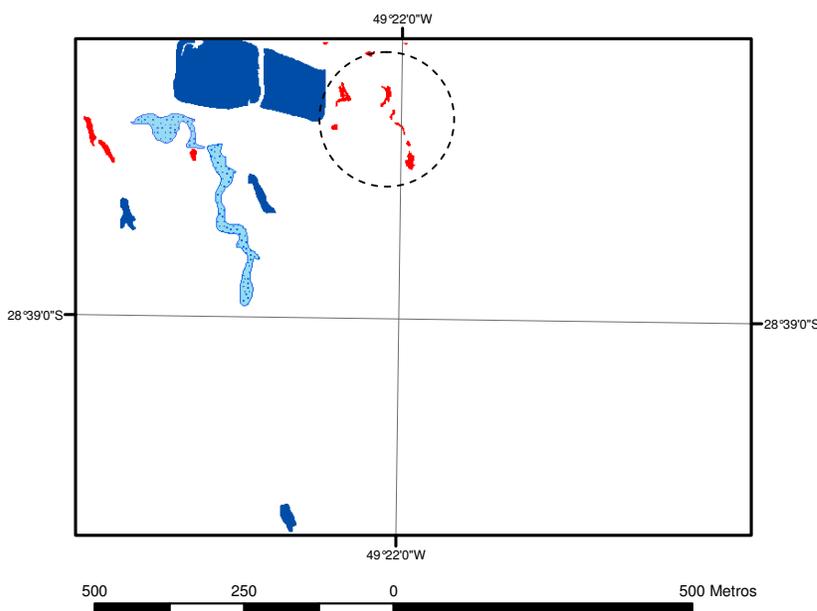


Figura 36 – Visualização dos *layers* do banco de dados da hidrografia (áreas) - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.
(Observação: Polígonos em vermelho foram eliminados)

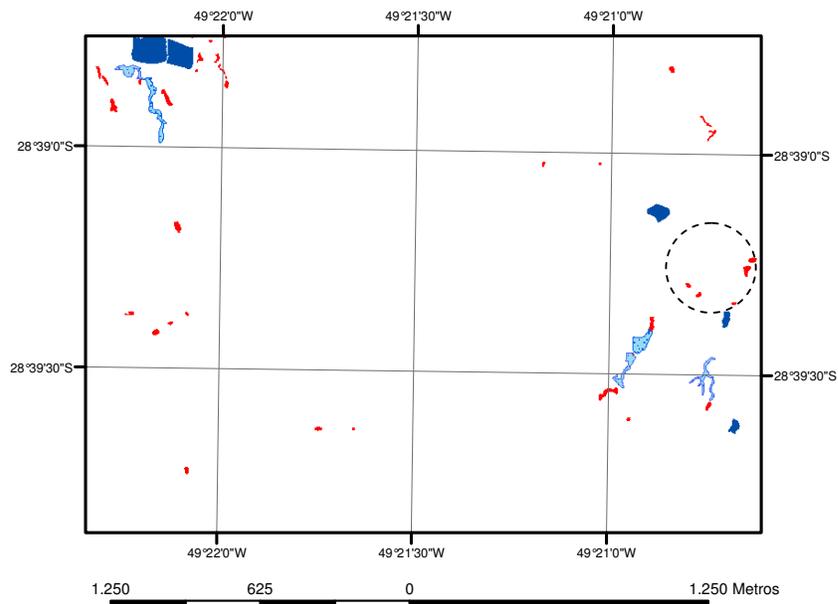


Figura 37 – Visualização dos *layers* do banco de dados da hidrografia (áreas) - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.
(Observação: Polígonos em vermelho foram eliminados)

4.5 MODELO PARA A GENERALIZAÇÃO DA REDE URBANA

O terceiro modelo a ser descrito é o método para generalização da rede urbana, segundo o organograma demonstrado na Figura 38.

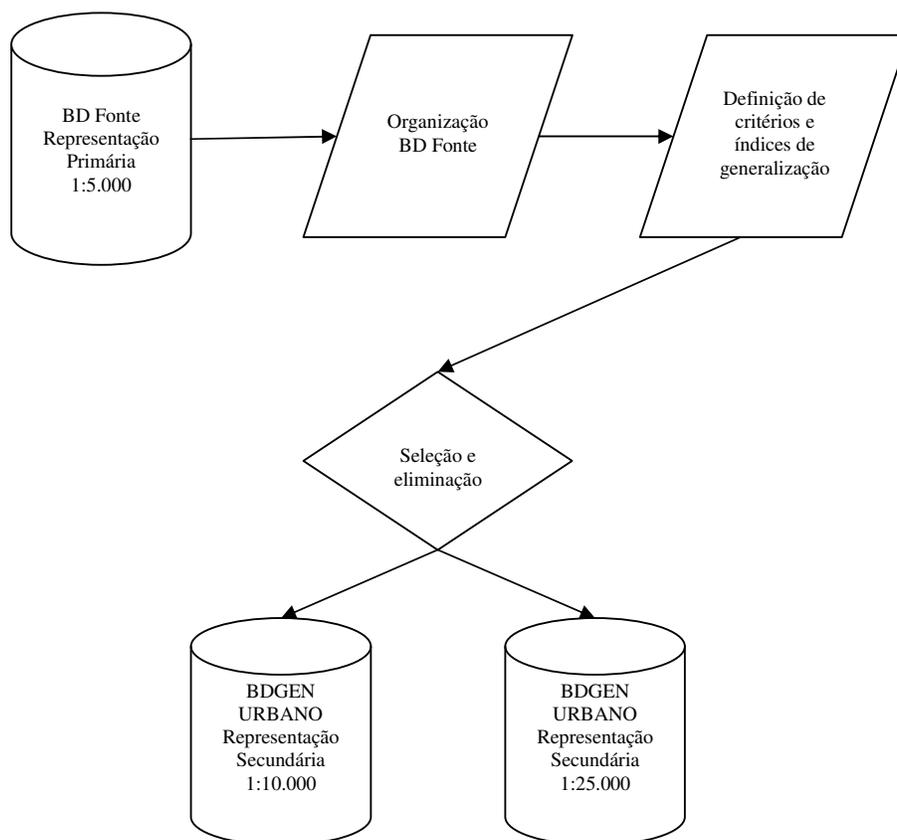


Figura 38 – Organograma do Modelo BDGEN URBANO⁶

O método desenvolvido teve como objetivos:

- a) Diminuir a densidade visual dos elementos nas escalas determinadas;
- b) Manter a topologia entre dos elementos;
- c) Manter a geometria dos elementos em relação ao banco de dados original (representação primária).

A seguir descrevem-se os passos do desenvolvimento do modelo.

4.5.1 Organização e análise do banco de dados fonte

O primeiro passo foi selecionar, os objetos (*layers*) pertinentes a representação da rede urbana – previamente separados na primeira etapa. A

⁶ Denominação do banco de dados (representação secundária) dentro do software.

topologia urbana composta pelas informações referentes a malha urbana e seus limites, na escala 1:5.000 é representada pelos *layers* listados no Quadro 16, com suas respectivas características de representação. Ver Tabelas completas de atributos dos *layers* da rede urbana nos Apêndices 6 a 18 no CDROM.

<i>FID</i>	<i>ENTITY</i>	<i>LAYER</i>	<i>COLOR</i>	<i>LINETYPE</i>	<i>WIDTH</i>
1	polyline	5102_Rua sem Pavimento	7	Continuous	1,0
2	polyline	5102_Caminho	1	Continuous	1,0
3	polyline	5103_Eixo de Logradouro	2	Continuous	1,0
4	polyline	5903_Limite de Setor	8	Continuous	1,0
5	polyline	5102_Rua Pavimentada	7	Continuous	1,0
6	polyline	5735_Cerca	1	Continuous	1,0
7	polyline	5101_Quadra Definida	6	Continuous	1,0
8	polyline	2301_Lote	7	Continuous	1,0
9	polyline	5734_Muro	7	Continuous	1,0
10	polyline	5739_Muro de Arrimo	7	Continuous	1,0
11	polyline	5101_Rodovia - Estrada Pavimentada	1	Continuous	1,0
12	polyline	5504_Quadricula de Coordenada	7	Continuous	1,0
13	polyline	5904- Limite de Bairro	8	Continuous	1,0

Quadro 16 - *Layers* da rede urbana/limites

4.5.2 Critérios para a generalização da rede urbana

Assim como o método aplicado aos *layers* referentes à rede hidrográfica, a finalidade da generalização destas informações é a de diminuir a densidade da informação, sem perder as características topológicas e geométricas da representação primária (carta base na escala 1:5.000), quando da redução dos mapas para a escalas 1:10.000 e 1:25.000 (representação secundária).

Desta forma optou-se, também, por generalizar estas informações utilizando como referência o Manual Técnico T34-700 (DSG, 1998), (1ª Parte) que versa sobre as Normas para Emprego dos Símbolos, no seu CAPITULO 2 - SISTEMA DE TRANSPORTE:

CAPÍTULO 2

SISTEMA DE TRANSPORTE...

ARTIGO II

RODOVIAS

2-2. GENERALIDADES

a. Denomina-se rodovia de uma só faixa aquela que apresente, no terreno, leito com largura igual ou superior a 3m e inferior a 6m. Quando a largura for menor que 3m, ficará caracterizado o caminho carroçável, trilha ou picada.

b. O número de faixas de uma rodovia é determinado pelo menor múltiplo de 3m, abrangido pela largura do leito. Assim, uma rodovia com 10m de leito (menor múltiplo abrangido - 9m) tem 3 faixas.

2-3. CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÕES

a. As rodovias são classificadas em relação à possibilidade de tráfego que ofereçam, ao número de faixas e ao tipo de revestimento, como se segue:

(1) Trilha e picada - Classe 5 - via sem revestimento ou conservação, com piso e traçado irregulares, só permitindo o tráfego a pé ou de animais;

(2) Caminho carroçável - Classe 4 - via transitável somente em tempo bom e seco, sem revestimento, caracterizada pela inexistência de conservação permanente, largura média inferior a 3m, com piso e traçado irregulares, geralmente dificultando o tráfego de veículos comuns a motor;

(3) Rodovia de tráfego periódico - Classe 3 - rodovia transitável somente em tempo bom e seco, com revestimento solto ou sem revestimento, largura mínima de 3m, com pouca ou nenhuma conservação e de traçado irregular;

(4) Rodovia não pavimentada - Classe 2 - rodovia transitável durante todo ano com revestimento solto ou leve, conservado de modo a permitir o tráfego mesmo em época de chuvas, com um número variável de faixas;

(5) Rodovia pavimentada - Classe 1 - rodovia de revestimento sólido (asfalto, concreto ou calçamento), com um número variável de faixas, sem separação física entre as pistas de tráfego; concreto ou calçamento), com um mínimo de 4 faixas, apresentando separação física entre as pistas de tráfego, representável em escala ou não.

2-4. REPRESENTAÇÃO

a. As trilhas, picadas e caminhos carroçáveis são representados por meio de convenções específicas (Símbolos 100 e 101).

b. As rodovias de tráfego periódico, não pavimentadas, pavimentadas, autoestradas e arruamentos são representados por meio de convenções específicas, acrescidas, à exceção das de tráfego periódico e arruamentos, das correspondentes legendas (Símbolos 102 a 106 e 109).

c. A classificação de uma rodovia deve ser mantida na maior extensão possível. Assim, são irrelevantes pequenos trechos de categoria superior ou inferior à classificação preconizada para aquela (Símbolos 100 a 106)

d. Caso haja uma mudança de categoria próxima aos limites da carta, convém verificar como se comporta a rodovia na carta vizinha, a fim de serem evitados erros de ligação (Símbolos 100 a 108).

e. A escolha das trilhas, picadas e caminhos carroçáveis a serem representados numa carta é tarefa difícil, já que depende do critério inerente a cada operador ou revisor (Símbolos 100 e 101). É recomendável, porém, que nesta escolha sejam adotados os procedimentos a seguir:

(1) Representar os caminhos carroçáveis de maior extensão, mesmo que não conduzam a acidentes relevantes e sejam interrompidos por culturas, clareiras e etc;

(2) Representar os caminhos carroçáveis que sirvam de ligação entre rodovias ou entre caminhos mais extensos;

(3) Representar os caminhos carroçáveis que, embora não sejam extensos, conduzam a acidentes ou objetos sabidamente importantes;

(4) Representar os caminhos carroçáveis que, mesmo sem serem importantes, apresentem pontos cotados em seus cruzamentos;

(5) Representar as trilhas e picadas somente onde houver escassez de vias de cesso ou quando estas servirem de ligação entre pontos importantes da região;

(6) Representar as picadas por meio da mesma convenção de trilha, observando o critério para representação destas últimas;

(7) Nas escalas de 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000, em regiões de rede viária de boa densidade, as trilhas, picadas e caminhos carroçáveis só deverão ser representados quando possuírem comprimento, na escala da carta, maior ou igual a 1cm, à exceção dos casos citados nos Itens "(3)" e "(4)" anteriores.

(8) Verificar o equilíbrio ou estética da carta, para, se for o caso, fazer acréscimo ou retirada de trilhas, picadas e caminhos carroçáveis;

f. As regiões de rede viária densa oferecem maiores dificuldades na seleção de caminhos carroçáveis, pois a malha resultante deve ser equilibrada e estética, sem se tornar sobrecarregada. Nestas áreas, é permitida a eliminação de caminhos carroçáveis com pontos cotados em cruzamentos, exceto em regiões muito planas, quando a eliminação deve ser parcimoniosa (Símbolo 101)....

i. Quando uma rodovia passar por uma barragem de represa ou açude, ou por um dique, representável em escala, esta, deverá interromper, na representação final, o traçado daquela (Símbolos 238 e 240). A trilha, picada e caminho carroçável devem ser interrompidos pela barragem representável em escala ou não (Símbolos 237 a 240).

j. As rodovias pavimentadas (Classe 1) e auto-estradas (Classe Especial) que tenham seus traçados perfeitamente definidos dentro de áreas edificadas, devem ser representadas por meio dos correspondentes símbolos (Símbolos 104 a 107).

l. Nos loteamentos existentes, adotar os procedimentos a seguir:

(1) Caso a densidade média das construções seja menor que uma casa por quarteirão, as vias de circulação devem ser representadas por meio dos correspondentes símbolos de rodovias (Símbolos 101 a 104);

(2) Caso a densidade média seja maior ou igual a uma casa por quarteirão, pressupõe-se que o loteamento seja um núcleo em desenvolvimento, devendo as vias de circulação serem representadas por meio da convenção de arruamento (Símbolo 109).

m. As rodovias projetadas e em construção são representadas por meio de convenções específicas, acrescidas das correspondentes legendas, indicando-se a posição aproximada ou correta, se possível, do eixo da rodovia, de acordo com a fonte de informação que exista (Símbolos 107 e 108)...

Para a rede urbana, considerando-se os elementos que não constam no Manual do DSG (1998) para a escala 1:10.000, utilizou-se uma adaptação dos valores conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Cálculo dos critérios de seleção e eliminação das linhas da rede urbana

ESCALA	$N \times 0,5 \text{ cm}$	Menor tamanho
1:10.000	$10.000 \times 1 \text{ cm} = 10.000 \text{ cm}$	10 m
1:25.000	$25.000 \times 1 \text{ cm} = 25.000 \text{ cm}$	25 m

Dentro dos parâmetros estipulados nas tabelas, desenvolveram-se “scripts” através das cláusulas relacionados no ítem 4.5.3.

4.5.3 Aplicação e resultados

a) Para a escala 1:10.000, aplicou-se a função “*select*” vinculada a ferramenta “*analises tools*” do *arctoolbox* e desenvolveu-se um “*script*” através da seguinte cláusula - “*Length*” \leq 10 m, a qual aplicou-se ao conjunto de *layers* e eliminou-se todos os elementos menores que 10 metros.

b) Para a escala 1:25.000, aplicou-se a função “*select*” vinculada a ferramenta “*analises tools*” do *arctoolbox* e desenvolveu-se um “*script*” através da seguinte cláusula - “*Length*” \leq 25 m, a qual aplicou-se ao conjunto de *layers* e eliminou-se todos os elementos menores que 25 metros.

Assim obteve-se uma diminuição da densidade das informações, sem se perder a geometria dos elementos, conforme pode ser observado na Tabela 15 e Figura 39.

Tabela 14 – Representação da densidade dos layers após a generalização

<i>Layers</i>	<i>Escala 1:5.000</i>	<i>Escala 1:10.000</i>	<i>Escala 1:25.000</i>
Cerca	336 arcos	257 arcos	166 arcos
Eixo de logradouro	525 arcos	446 arcos	316 arcos
Limite de bairro	3 arcos	3 arcos	3 arcos
Limite de setor	13 arcos	13 arcos	13 arcos
Quadra definida	65 arcos	60 arcos	58 arcos
Quadra indefinida	2 arcos	2 arcos	2 arcos
Lote	593 arcos	360 arcos	44 arcos
Muro	143 arcos	80 arcos	34 arcos
Rua pavimentada	114 arcos	101 arcos	84 arcos
Caminho	168 arcos	140 arcos	90 arcos
Rua sem pavimentação	270 arcos	227 arcos	202 arcos
Rodovia estrada	2 arcos	2 arcos	2 arcos
Muro de arrimo	46 arcos	23 arcos	7 arcos

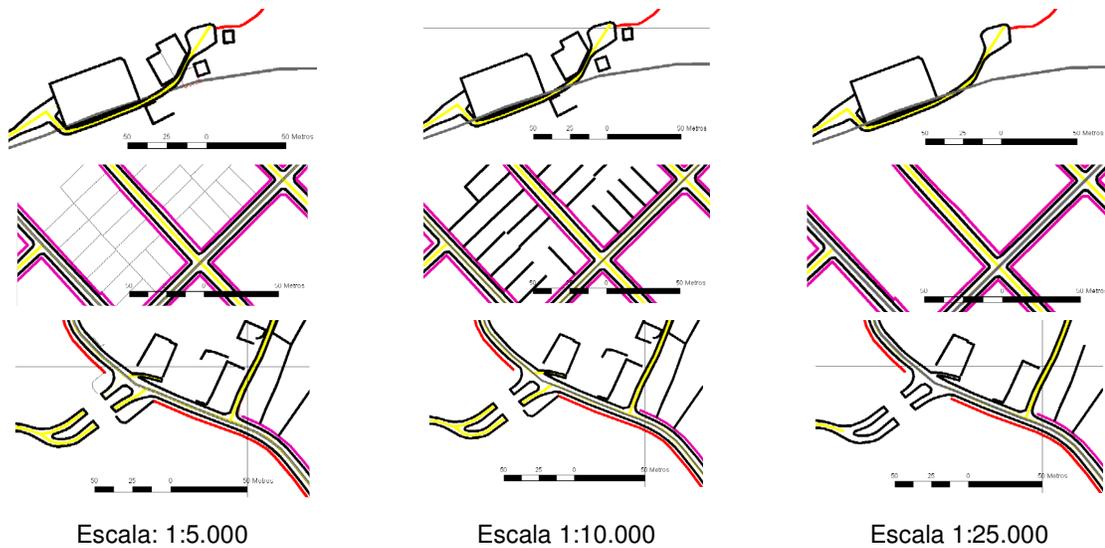


Figura 39 – Comparação da representação visual da escala original (representação primária) para as escalas generalizadas (representação secundária).

A seguir apresenta-se uma comparação visual entre os *layers* do banco de dados original (representação primária) e os *layers* resultantes do banco de dados generalizado (representação secundária) nas escalas determinadas (Figuras 40 a 43).

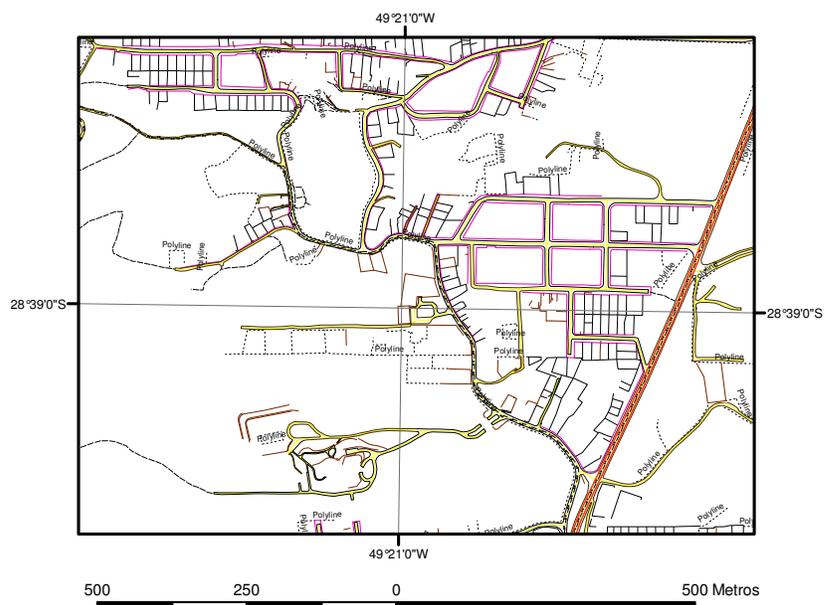


Figura 40 – Visualização dos *layers* do banco de dados original da rede urbana (representação primária) - Escala 1:10.000.

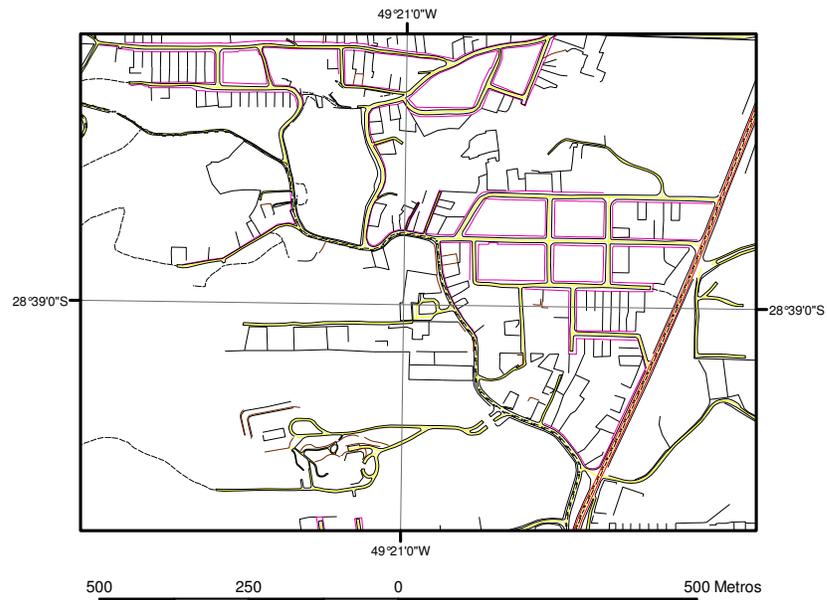


Figura 41 – Visualização dos *layers* do banco de dados da rede urbana - Escala 1:10.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.

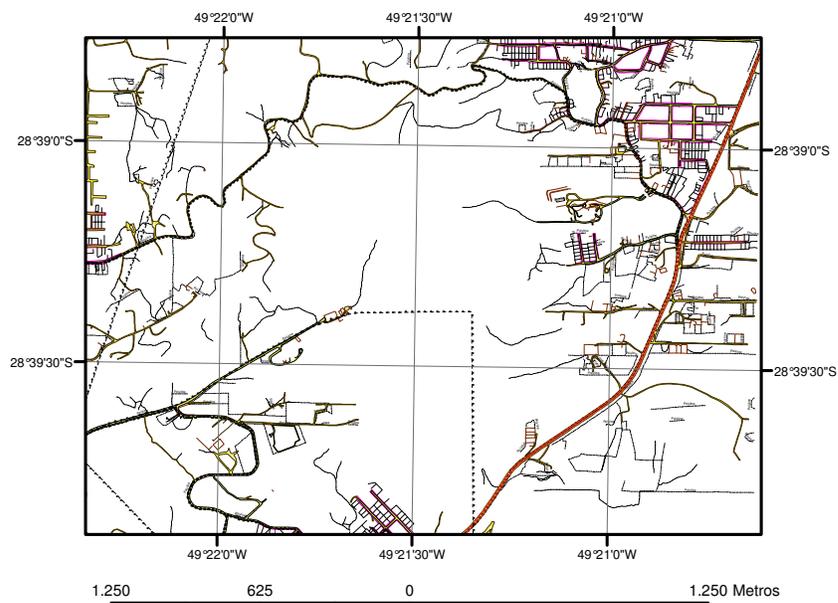


Figura 42 – Visualização dos *layers* do banco de dados original da rede urbana (representação primária) - Escala 1:25.000

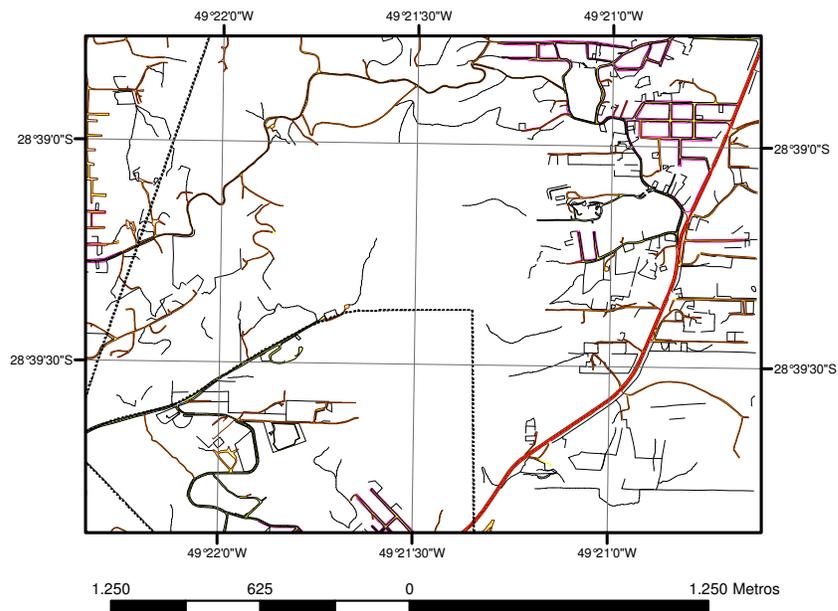


Figura 43 – Visualização dos *layers* do banco de dados da rede urbana - Escala 1:25.000 (representação secundária) após aplicação dos parâmetros de generalização.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE GENERALIZAÇÃO

A seguir apresenta-se a análise e avaliação de cada modelo desenvolvido e aplicado.

5.1 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA ALTIMETRIA

O modelo de generalização da altimetria resultou numa diminuição da densidade das informações, elaborada a partir da eqüidistância das curvas de nível para as escalas 1:10.000 e 1:25.000, segundo a legislação vigente. A aplicação do método permitiu manter-se a topologia entre os elementos ao mesmo tempo em que os dados passaram por uma transformação geométrica através da função de suavização de linhas. Para avaliar esta transformação geométrica, este modelo foi analisado estatisticamente, considerando-se a planimetria, ao nível da escala cadastral. A avaliação foi executada, comparando-se os valores encontrados no PEC em função da resultante em mm, com aqueles valores estipulados para a classe A. Observou-se, também o número de pontos utilizados, e o seu valor percentual para a determinação do PEC.

5.1.1. Definição dos critérios de avaliação

O PEC, no Brasil, é definido pelo decreto 89.817 de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Em síntese este decreto define os principais conceitos e os aspectos de precisão aceitos para trabalhos de cartografia em território nacional. Entre estes conceitos o Padrão de Exatidão Cartográfica e o Erro Padrão são básicos para trabalhos de entrada de dados e para controle da qualidade final do produto.

Conforme a escala de trabalho, a escala da carta que está sendo utilizada ou mesmo para a escala de saída de um projeto admite-se um erro de posicionamento das feições gráficas conhecido como Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). O PEC está diretamente ligado à classificação de uma carta quanto à sua exatidão, conforme definido no:

Art. 8 - Classificação de uma carta quanto à exatidão.

1) 90 % dos pontos bem definidos, quando testados no terreno não deverão apresentar erro superior ao PEC-Planimétrico.

2) 90 % dos pontos isolados da altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC- Altimétrico.

1 O PEC é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos; # 2 A probabilidade de 90% corresponde a 1.6449 vezes o Erro Padrão (EP). Ou seja, $PEC=1.6449*EP$; # 3 O EP isolado num trabalho cartográfico não ultrapassará 60.8% do PEC;

Art. 9 – Classificação das Cartas (Tabela 15)

Tabela 15 – Classificação das cartas classe A - PEC Planimétrico

<i>Classe A</i>	<i>Planimétrico</i>
	PEC 0.5mm na escala da carta
	EP 0.3mm na escala da carta

Em resumo pode-se definir que o EP consiste no erro aceitável para elementos isolados na carta e o PEC o erro total, considerando uma amostra dos erros individuais. Deve-se utilizar estes parâmetros como forma de manter a confiabilidade dos dados de entrada e durante a manipulação gráfica dos mesmos. Conforme demonstrado nas Tabela 16:

Tabela 16 – PEC para cartas classe A (Feições gráficas planimétricas)

<i>Escala</i>	<i>1 cm na carta</i>	<i>1mm na carta</i>	<i>EP</i>	<i>PEC</i>
1:5000	50 m	5 m	01.5 m	02.5 m
1:10000	100 m	10 m	03.0 m	05.0 m
1:25000	250 m	25 m	07.5 m	12.5 m

5.1.2. Análise estatística – Obtenção da amostragem aleatória

Para a avaliação dos resultados da generalização, obteve-se 90 amostras aleatórias das coordenadas dos vértices das isolinhas originais na escala 1:5.000 (x_1, y_1) e 90 amostras das coordenadas dos vértices correspondentes nas isolinhas generalizadas na escala 1:10.000 (x_2, y_2); e 90 amostras das coordenadas dos vértices correspondentes nas isolinhas generalizadas na escala 1:25.000 (x_2, y_2).

O critério utilizado para a escolha das amostras foi através da visualização e medição em tela da maior distância entre os vértices correspondentes a maior curvatura das coordenadas das isolinhas originais e os vértices das coordenadas das isolinhas generalizadas (Figuras 44 e 45).

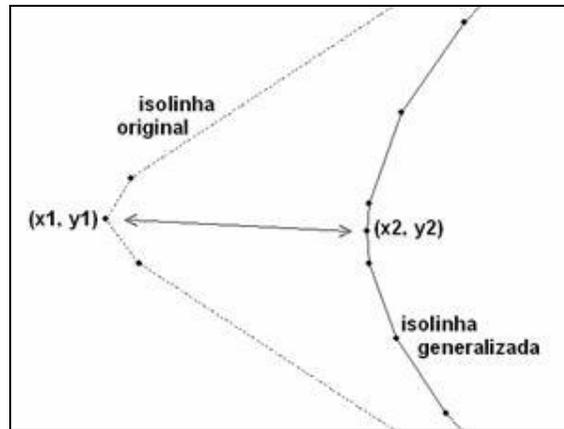


Figura 44 – Representação da amostragem aleatória

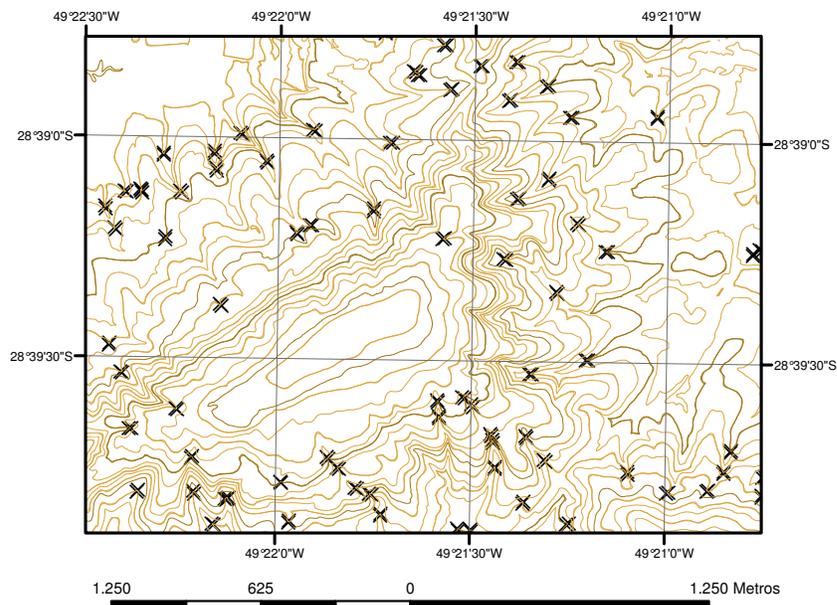


Figura 45 - Distribuição dos pontos da amostragem aleatória

5.1.3. Análise estatística – Obtenção dos valores do PEC e Erro Padrão

Na etapa seguinte executaram-se os cálculos das coordenadas que foram objeto de análise, onde foram relacionadas as coordenadas dos pontos da planta original executadas através de levantamento aerofotogramétrico, na escala 1:5000 e as coordenadas dos pontos das cartas generalizadas na escala 1:10.000 e 1:25.000, para se obter os valores de delta N e delta E .

O primeiro passo foi determinar os valores da média aritmética de delta $N = \bar{y}$ e de delta $E = \bar{x}$, onde:

O Erro médio Quadrático ou Desvio Padrão/Erro Padrão (S) é dado pela fórmula:

$$S_n = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum \bar{y}^2 - (\sum \bar{y})^2 / n \right]} \quad (2)$$

O Desvio Padrão em relação a delta N é o valor de S_n . O valor do PEC em relação a delta N será: 1,6449 vezes o Desvio Padrão(Erro Padrão). $PEC = 1,6449 \times EP$.

O Erro médio Quadrático ou Desvio Padrão/Erro Padrão (E) é dado pela fórmula:

$$S_e = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum \bar{x}^2 - (\sum \bar{x})^2 / n \right]} \quad (3)$$

O Desvio Padrão em relação a delta E é o valor de S_e . O valor do PEC em relação a delta E será: 1,6449 vezes o Desvio Padrão(Erro Padrão). $PEC = 1,6449 \times EP$.

A partir destes resultados foi calculado o Desvio Padrão em função da resultante (Ri) em relação a delta N e delta E para verificação do PEC final, onde:

O Desvio Padrão (Erro Padrão) em relação a

(N, E) resultante, será o valor de S , segundo a fórmula:

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} \quad (4)$$

Portanto o valor do PEC (Tabela 8) para o mapeamento será: 1.6449 vezes o Erro Padrão.

$$PEC = 1,6449 \times EP \quad (5)$$

Após a aplicação das fórmulas temos os seguintes resultados (Tabela 17):

TABELA 17 – Valor do PEC para os índices de suavização utilizados

Suavização p/ escala 1:10.000	5 m	10 m	15 m	20 m	Suavização p/ escala 1:25.000	25 m	35 m	45 m	55 m
Desvio Padrão em Y x 1,6449 = PEC em Y	0,6350	1,3538	2,0751	2,7084	Desvio Padrão em Y x 1,6449 = PEC em Y	3,4688	4,4134	6,2090	7,8035
Desvio Padrão em X x 1,6449 = PEC em X	0,5856	1,2884	2,0228	2,8168	Desvio Padrão em X x 1,6449 = PEC em X	3,1713	4,8536	5,9766	7,2352
Desvio Padrão da Resultante	0,6103	1,3211	2,0490	2,7626	Desvio Padrão da Resultante	3,3200	4,6335	6,09281	7,5193
PEC da Carta (m)	1,0039	2,1731	3,3704	4,5442	PEC da Carta (m)	5,4612	7,6218	10,0221	12,3686
Classe	A	A	A	A	Classe	A	A	A	A

Avaliação do Erro Padrão para cada uma das cartas generalizadas:

Generalização para a escala 1:10.000

Erro Padrão aceitável para a Classe A = 3 metros

Suavização de 5 metros:

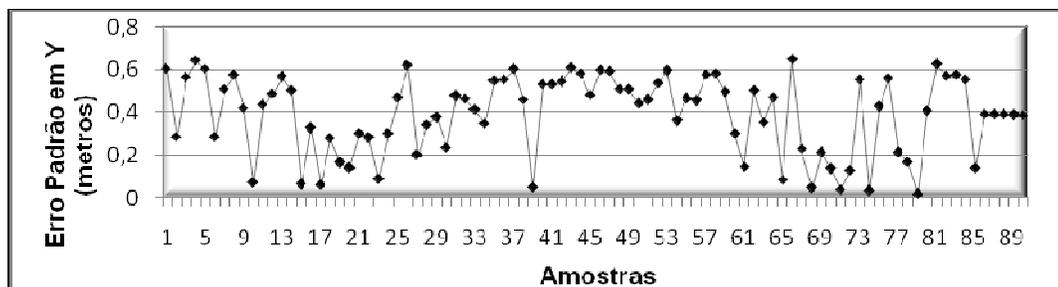


Gráfico 1 - Erro Padrão em Y

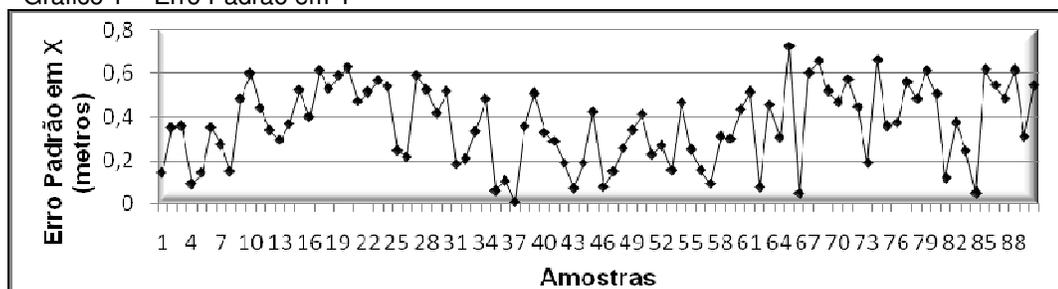


Gráfico 2 - Erro Padrão em X

Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável, tanto em X como em Y.

Suavização de 10 metros:

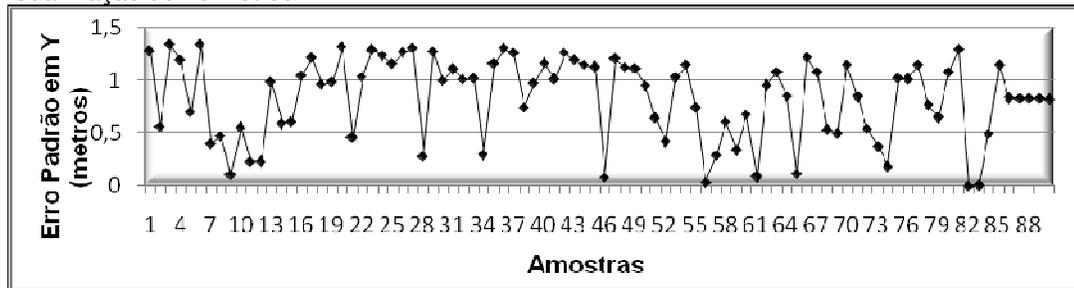


Gráfico 3 - Erro Padrão em Y

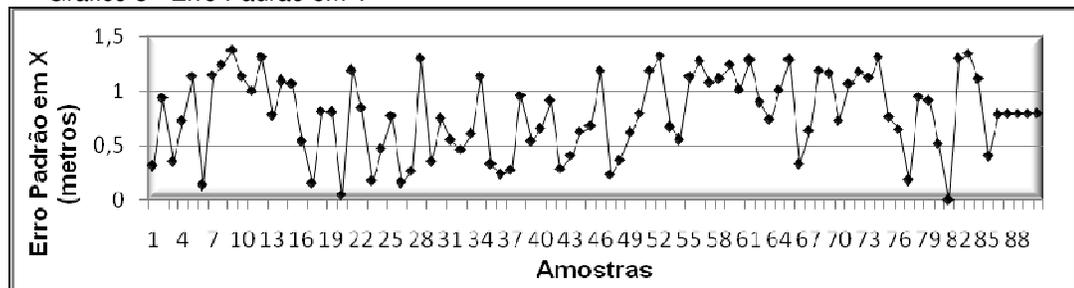


Gráfico 4 - Erro Padrão em X

Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável, tanto em X como em Y.

Suavização de 15 metros:

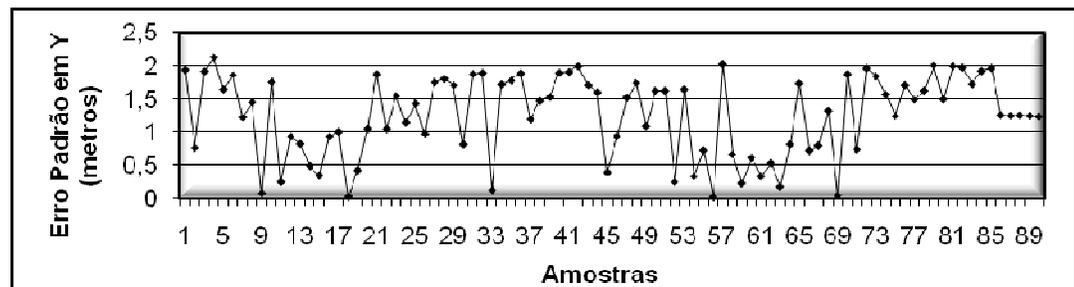


Gráfico 5 - Erro padrão em Y

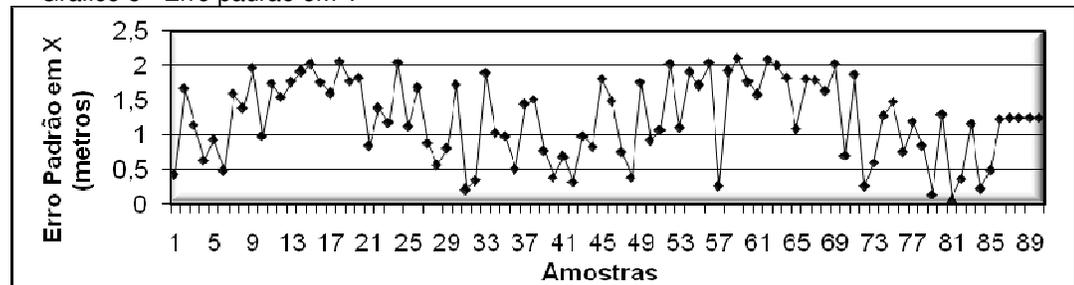
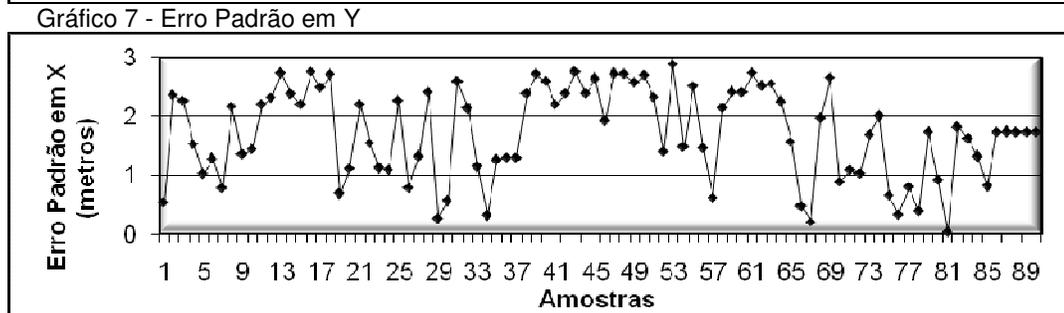
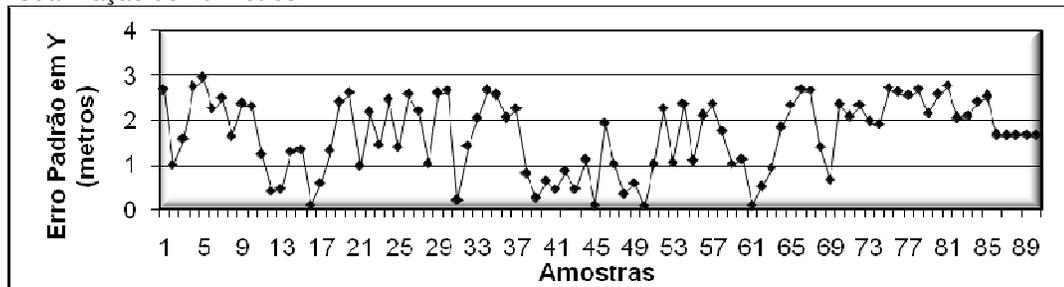


Gráfico 6 - Erro Padrão em X

Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável, tanto em X como em Y.

Suavização de 20 metros:

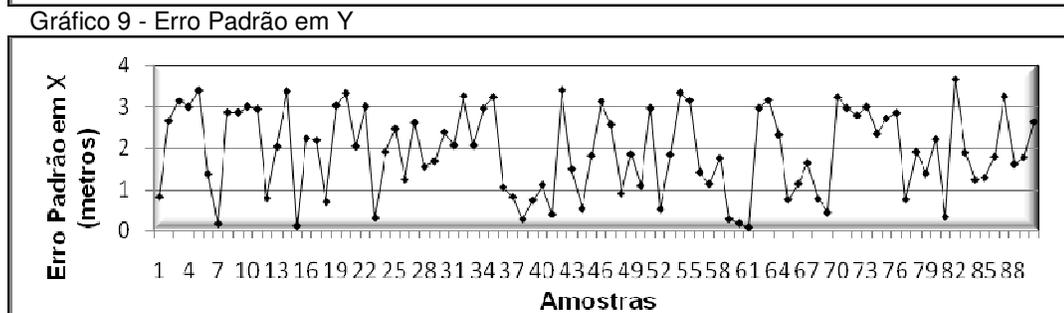
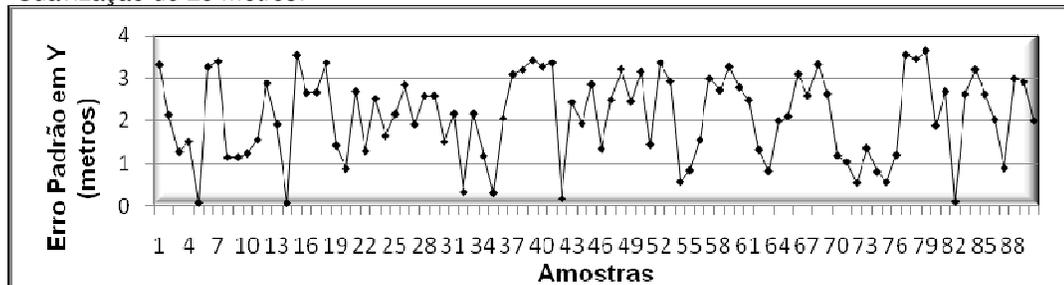


Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável, tanto em X como em Y.

Generalização para a escala 1:25.000

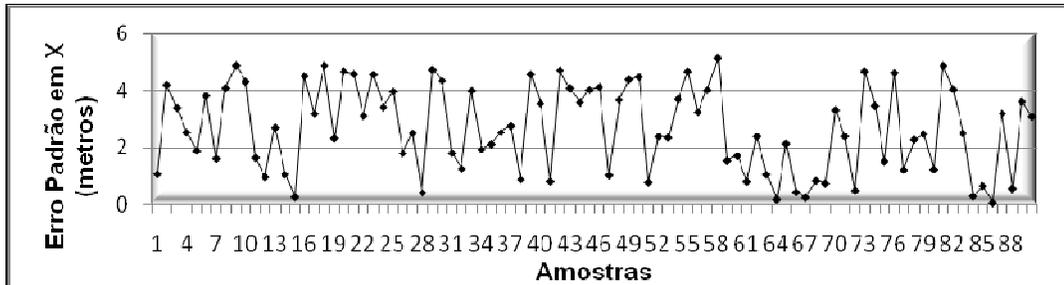
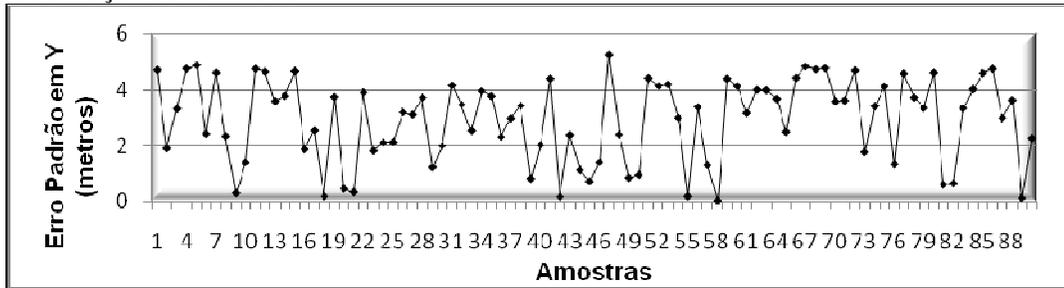
Erro Padrão aceitável para a Classe A = 7,5 metros

Suavização de 25 metros:



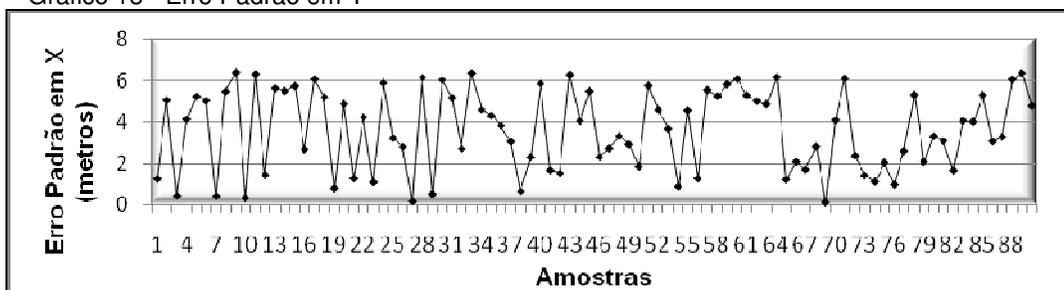
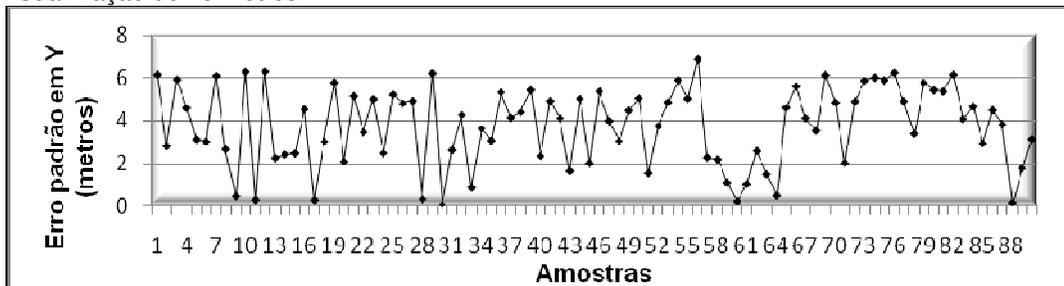
Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável tanto em X como em Y.

Suavização de 35 metros:



Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável tanto em X como em Y.

Suavização de 45 metros:



Observação: Verifica-se que 100% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável, tanto em X como em Y.

Suavização de 55 metros:

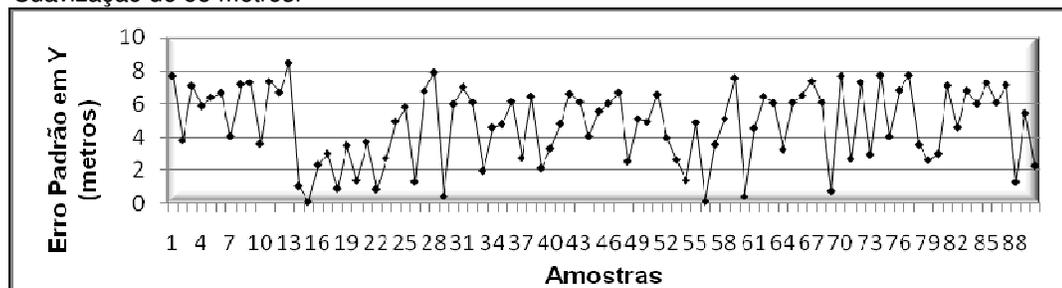


Gráfico 15 - Erro Padrão em Y

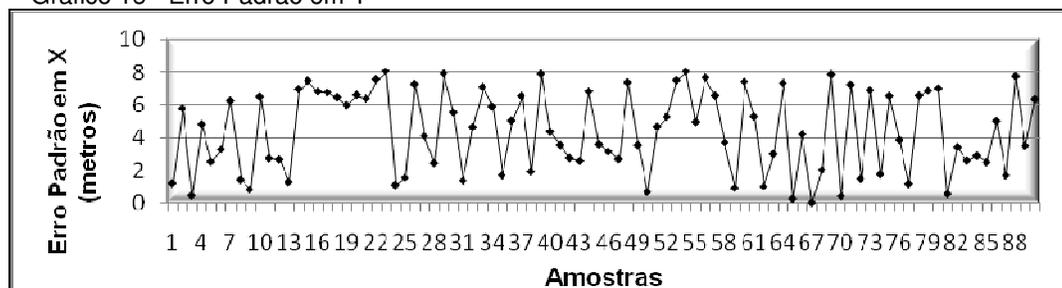


Gráfico 16 - Erro Padrão em X

Observação: Verifica-se que 90% das amostras estão abaixo do Erro Padrão aceitável.

De todo o exposto pode-se concluir que o modelo desenvolvido permitiu obter elementos cartográficos generalizados em que se atinge os requisitos impostos pelas normas cartográficas para as cartas de padrão classe A.

Procurou-se estabelecer índices de transformação e generalização que obedecessem aos parâmetros ditados pela Legislação Cartográfica Nacional com relação ao nível do PEC Planimétrico e ao Erro Padrão. Desta forma foram estipulados e aplicados valores procurando atingir o Nível A de precisão cartográfica.

Os resultados são apresentados na íntegra nos Apêndices de números 19 a 26 no CDROM.

5.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA

A seguir descreve-se o método de avaliação do modelo de generalização da rede hidrográfica.

5.2.1 Definição dos critérios de avaliação

Como o método de generalização da rede hidrográfica foi desenvolvido de forma a não ocorrer transformação geométrica e topológica dos elementos, mas sim apenas para diminuir a densidade de representação dos dados obedecendo aos parâmetros da legislação cartográfica nacional quanto a precisão e acurácia, e os valores estipulados no Manual Técnico T34-700 (DSG, 1998), não foi utilizado para sua análise e avaliação o Padrão de Exatidão Cartográfica e Erro Padrão. Para a análise e avaliação da generalização dos dados da rede hidrográfica (linhas e áreas) desenvolveu-se um método, adaptado de Lazzarotto (2005) que leva em consideração a relação entre as escalas, para avaliar quantitativamente os resultados.

Partindo-se desta relação, desenvolveu-se um índice de generalização (Ig) definido pela relação entre o denominador da escala de origem e o denominador da escala generalizada através da fórmula:

$$I_g = D_o/D_g \quad (6)$$

Onde:

D_o – denominador da escala de origem;

D_g – denominador da escala generalizada;

A partir deste índice, e conhecendo-se o número de elementos representados na escala de origem (X_o) pode-se calcular a quantidade real de elementos a serem representados na escala generalizada (X_{gr}), através da fórmula:

$$X_{gr} = X_o * I_g \quad (7)$$

Conhecendo-se a quantidade real de elementos a serem representados na escala generalizada, pode-se fazer a relação, com a quantidade de elementos

resultantes da aplicação do modelo de generalização (Xg) para avaliar quantitativamente o resultado da generalização.

Com isto, pode-se classificar o documento generalizado comparativamente ao número encontrado para Xg , ou seja, se o documento generalizado apresentar um número maior que Xgr , entende-se haver uma sub generalização comparativamente à densidade desta informação no documento original. Da mesma forma, se o documento generalizado apresentar um número de elementos inferior a Xgr , entende-se que houve uma super generalização. Na seqüência deste processo, observa-se a necessidade de se estabelecer um limite superior e um inferior para os possíveis valores de Xg . Assim, adota-se como limite superior de Xgr , o produto de Xo com o dobro do índice de generalização ($2lg$) correspondendo à sub-generalização, e como limite inferior de Xgr o produto de Xo com a metade do índice de generalização ($(1/2)lg$) correspondendo à super generalização. Estes limites foram estabelecidos com base na observação de que para uma dada escala ao documento generalizado e sendo $1/x$ a escala do documento de origem tem-se que, o valor de lg é igual a y e o valor de Xg é igual a z , então sendo $1/2x$ (duas vezes menor) a escala de origem o valor de lg é igual a $2y$ e o valor de Xd é igual $2z$, e sendo $1/(x/2)$ (duas vezes maior) a escala de origem o valor de lg é igual a $y/2$ e o valor de Xg é igual a $z/2$. Com isto, observa-se que a variação múltipla de Xo corresponde à mesma variação múltipla de lg e de Xg . Para os casos em que o dobro do índice de generalização de escala ($2lg$) for maior que 1 , então, o índice de generalização lg assumirá o valor 1 e não haverá generalização, pois, pela equação (x), Xgr será igual a Xo , o que determina o número máximo de elementos a serem representados no processo de generalização. Com isto, ficam estabelecidas as seguintes considerações:

a) $[(1/2)lg$ a $2lg]$: intervalo de classificação da Generalização;

b) $Xgr = Xo * lg$: quantidade média (real) de elementos a ser representada no documento cartográfico generalizado.

c) $Xgr = Xo * 2lg$: quantidade máxima de elementos a ser representada no documento cartográfico generalizado. Para os caso em que $2lg$ resultar um valor maior que 1 , então assume-se o valor 1 para lg ($lg=1$);

d) $Xgr = Xo * (1/2)lg$: quantidade mínima de elementos a ser representada no documento cartográfico generalizado;

e) se $X_{gr} < 1$, a representação não poderá ser feita com a preservação das dimensões reais da unidade de feição, então se houver necessidade daquela representação, esta, deverá ser feita por meio de símbolo.

f) se X_{gr} for um número fracionário, então a quantidade de unidades de feição a ser representada será igual ao primeiro inteiro seguinte. Exemplo: se $X_{gr} = 3,4$, então o próximo inteiro é 4 ($X_{gr} = 4$).

5.2.2. Aplicação do método de avaliação para a generalização de linhas

O primeiro passo para a avaliação foi somar o número de arcos totais da escala 1:5.000 (representação primária) e o número de arcos resultantes nas escalas generalizadas (representação secundária).

O segundo passo foi a aplicação das fórmulas descritas anteriormente, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 18, 19 e 20.

Tabela 18 – Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:10.000	$lg=Do/Dg$	$X_{gr}=lg*X_o$
Total	223 arcos	210 arcos	0,5	112 arcos

Tabela 19 – Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:25.000	$lg=Do/Dg$	$X_{gr}=lg*X_o$
Total	223 arcos	181 arcos	0,2	45 arcos

Tabela 20 – Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas

Do	Dg	lg	Se $X_o=223$ $X_{gr}=lg*X_o$ (Médio)	Sub-gener. $X_{gr}=2lg*X_o$ (Máximo)	Super-gener. $X_{gr}=(1/2)lg*X_o$ (Mínimo)
1:5.000	1:10.000	0,5	112	223	56
1:5.000	1:25.000	0,2	45	89	23

5.2.2.1 Análise e avaliação dos resultados

Após a avaliação quantitativa conclui-se que para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:10.000, o valor de 210 arcos alcançados com a metodologia utilizada, está 87% acima do valor médio que é o de 112 arcos, 8 % abaixo do valor máximo de 223 (resultante de $2lg=1$) e 275 % acima do valor mínimo de 56 arcos.

Para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:25.000, o valor de 181 arcos alcançados com a metodologia utilizada, está 302% acima do valor médio que

é o de 45 arcos, 103 % acima do valor máximo de 89 e 686 % acima do valor mínimo de 23 arcos.

Desta forma constou-se que na redução da escala pra 1:10.000, houve uma sub-generalização e considerando-se que em casos de haver grande afastamento entre os elementos, pode ocorrer situações em que no processo de generalização cartográfica seja possível a representação de uma quantidade de elementos maior ou igual a estabelecida pelo limite máximo, dado por $X_{gr}=2lg*X_o$, como no caso da redução para a escala 1:10.000 em que $2lg=1$, considerou-se o resultado satisfatório.

No entanto para a redução da escala para 1:25.000, a aplicação dos parâmetros utilizados, não foram satisfatórios para diminuir a densidade dos dados referentes as linhas da rede hidrográfica. Para solucionar o problema acrescenta-se ao método a alternativa de reclassificação de eliminação das ordens dos canais segundo a classificação de comprimento estipulada anteriormente, até atingir um valor aproximado da quantidade real (média) de elementos a ser representado na escala generalizada.

Para alcançar este valor executou-se uma nova seleção na classificação das ordens dos elementos da rede hidrográfica (canais) da seguinte forma:

Para a escala 1:25.000, desenvolveu-se um novo script, utilizando a cláusula - "Length" <= 200 m, resultando em 42 canais para a classe = Rio Intermitente-Vala-Canal e em 18 canais para a Classe = Rio Perene. Resultando numa densidade 60 linhas. Valor considerado satisfatório para a generalização dos elementos da rede de drenagem (linhas) da escala 1:5.000 para 1.25.000, ficando mais próximo do valor médio, segundo resultado da avaliação utilizando o índice de generalização (lg) e segundo critérios de visualização em tela.

A seguir apresenta-se a visualização dos *layers* após a reclassificação e eliminação das classes. Figuras 46 e 47.

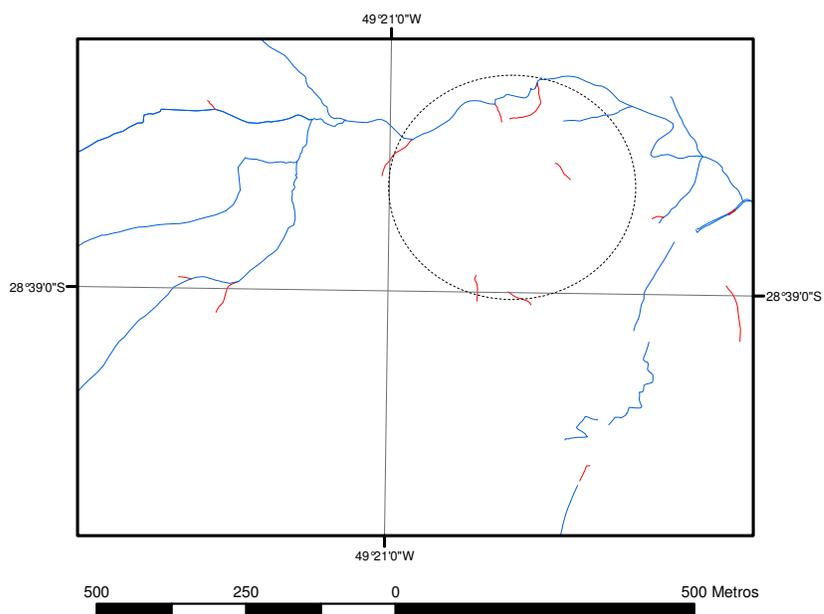


Figura 46 - Visualização dos layers da rede hidrográfica (linhas), em escala 1:10.000 após a reclassificação
Observação: os canais em vermelho foram eliminados

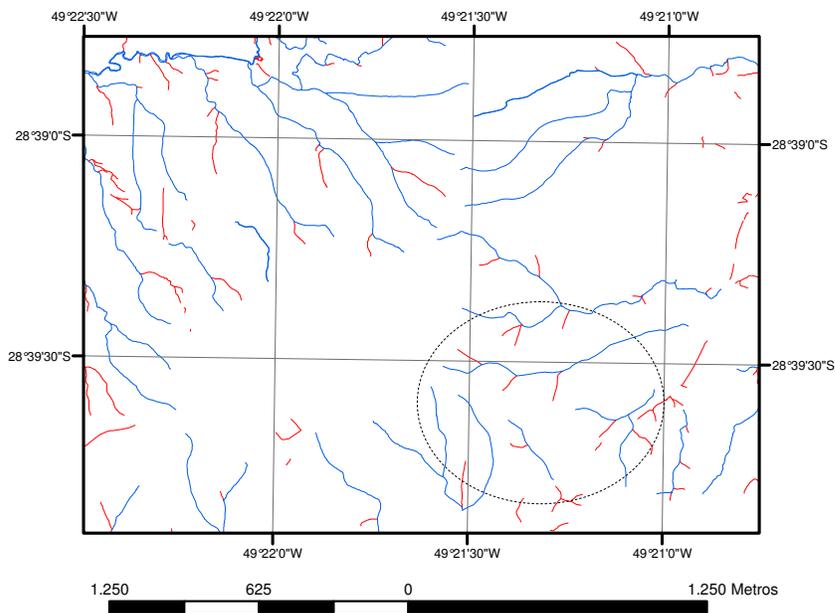


Figura 47 - Visualização dos layers da rede hidrográfica (linhas), em escala 1:25.000 após a reclassificação.
Observação: os canais em vermelho foram eliminados

5.2.3. Aplicação do método de avaliação para a generalização de áreas

O primeiro passo para a avaliação foi somar o número de polígonos totais da escala 1:5.000 (representação primária) e o número de polígonos resultantes nas escalas generalizadas (representação secundária).

O segundo passo foi a aplicação das fórmulas descritas anteriormente, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 21, 22 e 23.

Tabela 21 – Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:10.000	$lg=Do/Dg$	$X_{gr}=lg*X_o$
Total	65 arcos	61 arcos	0,5	33 arcos

Tabela 22 – Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:25.000	$lg=Do/Dg$	$X_{gr}=lg*X_o$
Total	65 arcos	38 arcos	0,2	13 arcos

Tabela 23 – Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas

Do	Dg	lg	Se $X_o=65$ $X_{gr}=lg*X_o$ (Médio)	Sub-gener. $X_{gr}=2lg*X_o$ (Máximo)	Super-gener. $X_{gr}=(1/2)lg*X_o$ (Mínimo)
1:5.000	1:10.000	0,5	33	65	16
1:5.000	1:25.000	0,2	13	26	7

5.2.3.1 Análise e avaliação dos resultados

Após a avaliação quantitativa conclui-se que para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:10.000, o valor de 61 arcos alcançados com a metodologia utilizada, está 96 % acima do valor médio que é o de 33 arcos, 7% abaixo do valor máximo de 65 arcos (resultante de $2lg=1$) e 212% acima do valor mínimo de 16 arcos, constatando-se que o resultado está mais próximo do valor Máximo, ou seja próximo de uma sub-generalização.

Para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:25.000, o valor de 38 arcos alcançados com a metodologia utilizada, está 192% acima do valor médio que o de 13 arcos, 46% acima do valor máximo de 26 arcos e 442 % acima do valor mínimo de 7 arcos.

Após a avaliação dos resultados constatou-se que houve uma sub-generalização para as escalas 1:10.000. Já para a escala 1:25.000 os resultados alcançaram uma super-generalização.

Desta forma a aplicação do parâmetro de menor polígono a ser representado, não foi satisfatório para diminuir a densidade dos dados referentes aos polígonos da rede hidrográfica, na redução da escalas para 1:25.000. Para solucionar o problema acrescentamos ao método a alternativa de reclassificação dos polígonos segundo a classificação de tamanho das áreas estipuladas anteriormente, até atingir um valor aproximado da quantidade real de elementos a ser representado nas escalas generalizadas.

Observa-se que em casos de haver grande afastamento entre os elementos, pode ocorrer situações em que no processo de generalização cartográfica seja possível a representação de uma quantidade de elementos maior ou igual a estabelecida pelo limite máximo, dado por $X_{gr}=2lg*X_o$, como no caso da redução para a escala 1:10.000 em que $2lg=1$.

Para alcançar um valor otimizado executou-se uma nova seleção na classificação das ordens dos elementos da rede hidrográfica (polígonos) da seguinte forma:

Para a escala 1:25.000, do *layer* - alagados foram eliminados os polígonos 1 a 4, do *layer* - lagos foram eliminados os polígonos de 1 a 38 e do *layer* - açudes/reservatório/ barragem foram eliminados os polígonos de 1 a 6. Todos os polígonos selecionados ficaram dentro do intervalo estipulado pela cláusula = "*Length*" <= 450 m². Desta forma atingiu-se o numero médio de 17 polígonos, um valor aproximado do valor médio (real de 13 polígonos, sendo esta uma boa densidade de generalização para a escala 1.25.000.

A seguir apresenta-se a visualização dos polígonos após a eliminação e reclassificação (Figuras 48 e 49).

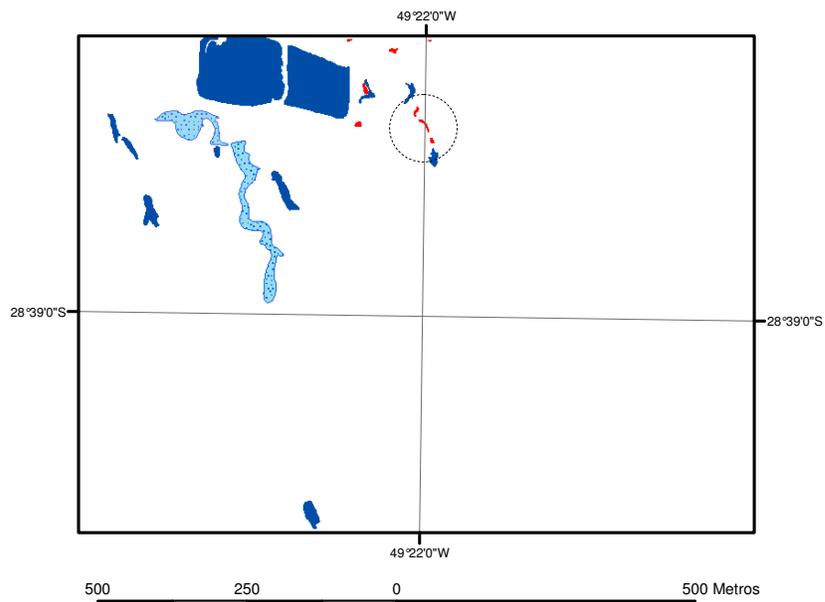


Figura 48 – Visualização dos *layers* da rede hidrográfica (áreas) - Escala 1:10.000 (representação secundária) após a reclassificação.
Observação: os polígonos em vermelho foram eliminados.

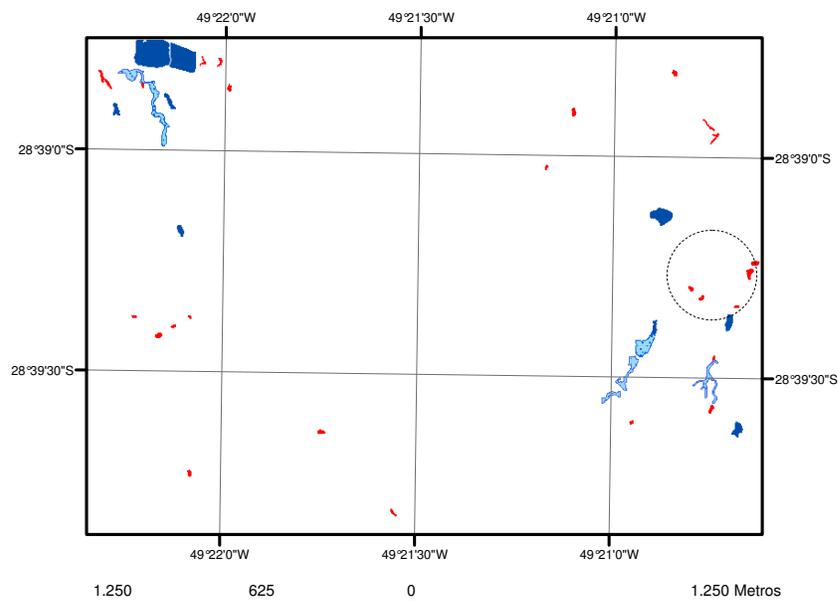


Figura 49 – Visualização dos *layers* da rede hidrográfica (áreas) - Escala 1:25.000 (representação secundária) após a reclassificação.
Observação: os polígonos em vermelho foram eliminados.

5.3 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO MODELO DE GENERALIZAÇÃO DA REDE URBANA

A seguir descreve-se o método de avaliação do modelo de generalização da rede urbana.

5.3.1 Definição dos critérios de avaliação

Para a avaliação da generalização dos layers da rede urbana utilizou-se o mesmo método utilizado para avaliação dos *layers* da rede hidrográfica.

O primeiro passo para a avaliação foi somar o número de linhas da escala 1:5.000 (reapresentação primária) e o número de linhas resultantes nas escalas generalizadas (representação secundária).

O segundo passo foi a aplicação das fórmulas descritas anteriormente, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 24, 25 e 26.

Tabela 24 – Resultado dos cálculos para a escala 1:10.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:10.000	$Ig=Do/Dg$	$Xg=Xo*Ig$
Total	2280 arcos	1714arcos	0,5	1.140arcos

Tabela 25 – Resultado dos cálculos para a escala 1:25.000

Arcos	X_o 1:5000	X_g 1:25.000	$Ig=Do/Dg$	$Xg=Xo*Ig$
Total	2280 arcos	1021arcos	0,2	456 arcos

Tabela 26 – Resultado geral da avaliação para as escalas generalizadas

Do	Dg	Ig	Se $X_o= 2280$ $Xg=Ig*X_o$ (Médio)	Sub-gener. $Xg=2Ig*X_o$ (Máximo)	Super-gener. $Xg=(1/2)Ig*X_o$ (Mínimo)
1:5.000	1:10.000	0,5	1140	2280	570
1:5.000	1:25.000	0,2	456	912	228

5.3.2. Análise e avaliação dos resultados

Após a avaliação quantitativa conclui-se que para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:10.000, o valor de 1714 arcos alcançados com a metodologia utilizada, está 50% acima do valor médio que é o de 1140 arcos, 25% abaixo do valor máximo de 2280 (resultante de $2Ig=1$) e 200% acima do valor mínimo de 570.

Para a transformação de escala de 1:5.000 para 1:25.000, onde ocorre uma densidade maior de elementos, o valor de 1021 arcos alcançados com a

metodologia utilizada, está 123% acima do valor médio que é o de 456 arcos, 11% acima do valor máximo de 912 arcos e 347% acima do valor mínimo de 228 arcos.

Como já foi observado anteriormente, em casos de haver grande afastamento entre os elementos, podem ocorrer situações em que no processo de generalização cartográfica seja possível a representação de uma quantidade de elementos maior do que a estabelecida pelo limite máximo, dado por $X_{gr}=2lg*X_o$, ou até mesmo de se representar a totalidade deles, como no caso da redução para a escala 1:10.000 em que $2lg=1$.

Desta forma conclui-se que apesar do método adotado, diminuir a densidade visual dos elementos e manter a sua geometria, dentro dos parâmetros especificados pela cartografia nacional, os elementos referentes a rede urbana necessitam de uma análise subjetiva para determinação da sua representação nas escalas definidas, uma vez que percebe-se uma maior dificuldade em manter a sua topologia. Para a transformação da escala de 1:5.000 para 1:10.000 constatou-se que a metodologia foi satisfatória uma vez que os elementos constantes na escala 1:5.000 são passíveis de ser representados na escala 1:10.000, ficando dentro do parâmetro máximo de generalização adotado na avaliação.

Na redução da escala de 1:5.000 para 1:25.000, ocorre uma transformação escalar maior, devido a uma maior concentração de elementos para uma menor unidade de área, constatou-se que as operações de seleção utilizando os parâmetros da legislação cartográfica nacional, não foram suficientes e adequados para a representação otimizada dos dados. Considerando que um mapa não representa a totalidade dos fenômenos existentes no espaço, e reproduz apenas alguns deles, o cartógrafo deve levar sempre em conta os propósitos a que se destina o mapa.

McMaster & Shea (1992) consideram a seleção como um estágio de pré-processamento para as transformações geométricas e topológicas. A generalização ocorre depois do processo de seleção. Observou-se que apesar de identificar e minimizar as condições geométricas, com a aplicação de operadores de generalização cartográfica apresentou-se ainda a necessidade de realizar novamente o processo de seleção, em outras feições que precisavam ser eliminadas, considerando o mapa com um todo. Segundo Nalini (2005), para a gestão urbana é importante a aquisição de uma base cartográfica derivada que englobe toda a área sob gestão, para que o especialista tenha uma visualização

clara e legível. Portanto a avaliação deste usuário quanto à definição das informações que devem ser representadas e sobre a base cartográfica derivada é imprescindível, se não atingir a finalidade do mapa e o objetivo do usuário todo o processo de abstração e generalização cartográfica deve ser realizado novamente, até que o mesmo atinja seu objetivo que é a comunicação cartográfica. A definição de quando e como realizar o processo é muito subjetivo e depende da experiência de cada profissional envolvido, e de como é gerado o mapa mental, ou seja, como o profissional que realiza o processo e o usuário visualiza a realidade. Logo a dificuldade de estabelecer regras para o processo de generalização cartográfica é uma tarefa muito complexa.

Desta forma, visando a manutenção da relação topológica entre os elementos e apresentar uma densidade visual satisfatória optou-se por selecionar os *layers* mais representativos dentro da escala 1:25.000. Ou seja, os *layers* que sirvam de base à implantação de objetivos subseqüentes. Após esta análise subjetiva e visual do banco de dados generalizado optou-se por selecionar e eliminar os *layers* conforme apresentado na Tabela 28.

Após a eliminação resultaram 304 arcos, ou seja, um valor que está quantitativamente categorizado entre o médio e o máximo valor de generalização para a transformação da escala de 1:5.000 para 1:25.000.

Tabela 27 – Seleção e eliminação dos layers generalizados para composição do banco de dados na escala 1:25.000

<i>Layers</i>	<i>Escala 1:25.000</i>	<i>Operador</i>
Cerca	166 arcos	Eliminação
Eixo de logradouro	316 arcos	Eliminação
Limite de bairro	3 arcos	Seleção
Limite de setor	13 arcos	Seleção
Quadra definida	58 arcos	Eliminação
Quadra indefinida	2 arcos	Eliminação
Lote	44 arcos	Eliminação
Muro	34 arcos	Eliminação
Rua pavimentada	84 arcos	Seleção
Caminho	90 arcos	Eliminação
Rua sem pavimentação	202 arcos	Seleção
Rodovia estrada	2 arcos	Seleção
Muro de arrimo	7 arcos	Eliminação

A seguir apresenta-se a representação visual do resultado da generalização da escala de 1:5.000 para 1:25.000 (Figura 50).

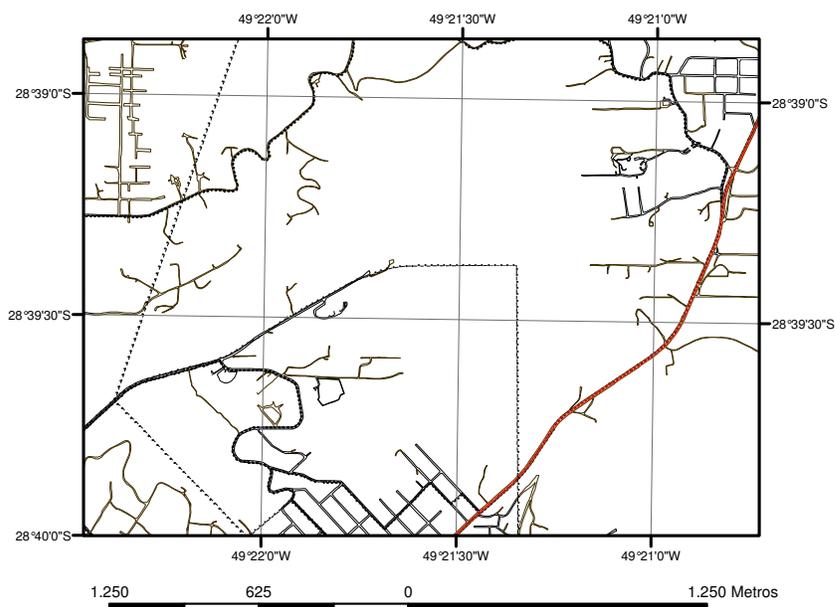


Figura 50 – Visualização dos *layers* da rede urbana na escala 1:25.000 (representação secundária) após a reclassificação

Como pode ser observado na Figura 50, o grau de generalização das informações corresponde àquilo que é possível representar, do elemento em questão em verdadeira grandeza. Como o mapa derivado na escala 1:25.000 tem a finalidade de representar aspectos gerais da circulação e serve como um fundo de referência para representação de outros temas utilizados para o planejamento, para aquilatar esse detalhamento lembra-se aqui o comprimento do terreno, onde 1 cm corresponde a 250 m. Foram excluídas neste novo processo de seleção as cercas, muros, lotes, que foram consideradas feições com informações específicas para um determinado tema e não são adequadas a esta escala, devido à condição geométrica de imperceptibilidade e as quadras e eixos de logradouros e caminhos por já estarem sobrepostas nas feições representadas pelas ruas e rodovias.

CAPÍTULO 6 – COMPILAÇÃO DO BANCO DE DADOS GENERALIZADO (REPRESENTAÇÃO SECUNDÁRIA)

Após a criação dos modelos de generalização, através dos quais foi possível determinar a geometria, a topologia e a densidade das informações a serem apresentadas nas escalas 1:10.000 e 1:25.000, foi criada a tabela de convenções para compilação dos bancos de dados e a reprodução digital, conforme apresentado na Tabela 30.

6.1. NORMAS PARA A COMPILAÇÃO E REPRODUÇÃO DIGITAL

Para a criação das normas para a compilação e reprodução digital, considerou-se os parâmetros de Acuidade Visual (Visibilidade), para a definição da espessura das linhas e das áreas (polígonos).

Segundo Monmonier (1991), a acuidade visual é definida como a habilidade dos olhos para detectar pequenos objetos ou detalhes espaciais, e para discriminar entre objetos adjacentes, colocados próximos ou distantes dos olhos. É expressa como o tamanho mínimo de um objeto que pode ser detectado em uma certa distância de leitura sob certas condições de contraste.

Esta habilidade é influenciada por dois fatores principais:

a) O fator espacial que é representado pelo ângulo visual, que é expresso em termos da relação tamanho (d) e distância (l) do objeto.

Segundo Bos (1984), uma pessoa, com visão normal é capaz de ver objetos com um ângulo mínimo de 1 minuto de arco, à distância de 30 cm. Isso equivale a $d = 0.09 \text{ mm}$, portanto, o limiar da acuidade visual para detectar um objeto corresponde a 0.09 mm. Contudo, na prática cartográfica é melhor usar um valor maior, pois os elementos não aparecem isolados em um fundo de alto contraste (situação ideal: preto x branco). O melhor é assumir um valor maior do que o limiar acima, em torno de, 2 minutos de arco ($\sim 0.2\text{mm}$) conforme Tabela 28.

Tabela 28 – Tamanhos mínimos dos símbolos adotados na cartografia

<i>Símbolo</i>	<i>Dimensão Mínima</i>	<i>Descrição</i>
•	0,2 mm	Diâmetro para símbolos pontuais
—	0,1 mm	Espessura para símbolos lineares
==	0,25 mm	Distancia entre duas linhas paralelas

Fonte: Adaptado de Bos (1984)

b) O fator Espectral que é representado pelo grau de contraste entre os símbolos e o fundo (*background*), assim como o comprimento de onda ou cor adotada. Segundo Bos (1984), a representação da cor preta sobre um fundo branco possui alto contraste, sendo assim de fácil detecção. Contudo, uma linha de mesma espessura na cor amarela, sobre um fundo branco, é mais difícil de perceber, pois a cor amarela tem alto valor de brilho, como o branco, resultando em baixo contraste.

A percepção da linha preta, azul e marrom de mesma espessura não é a mesma, a percepção da linha preta será melhor. Para manter a percepção de constância na largura deve-se fazer a correspondência, conforme Tabela 29.

Tabela 29 - Correspondência da percepção espectral

<i>Cor da linha</i>	<i>Espessura</i>
Preto	0,08 mm
Azul	0,10 mm
Marrom	0,12mm

Fonte: Adaptado de Swiss Society of Cartography (1977)

6.2. COMPILAÇÃO DOS DADOS

A partir da elaboração das normas, as informações foram compiladas de forma a gerar um banco de dados generalizado único (representação secundária), para cada escala estabelecida, como pode ser observados nas Figuras 51 e 52 e Anexos 1, 2, e 3.

Tabela 30 - Normas para a reprodução digital

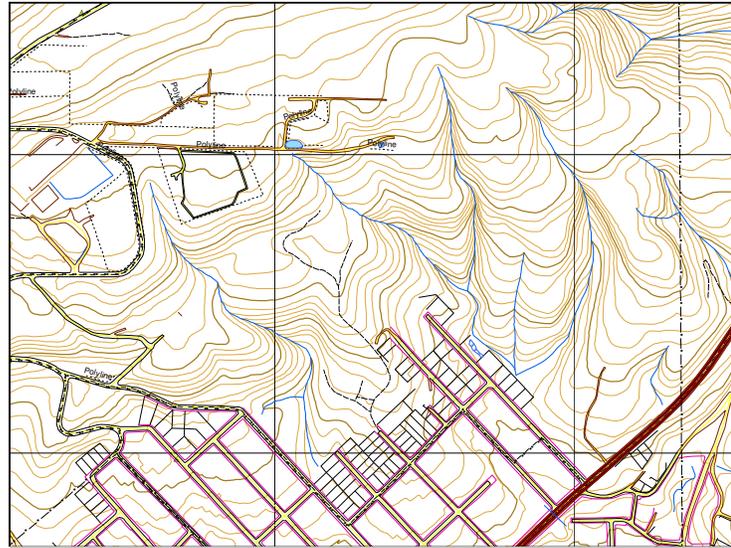
LAYERS				ESCALA 1:10.000		ESCALA 1:25.000	
Altimetria							
FID	Entity	Layer	Color	Linetype	Width (mm)	Linetype	Width (mm)
1	polyline	Curva Mestra	3		1,2		0,5
2	polyline	Curva Intermediária	2		0,4		0,2
Rede Hidrográfica							
3	polyline	Rio Perene, Rio Intermitente – Vala - Canal	14		0,5		0,2
4	polygon	Lago	152		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2
5	polygon	Alagado	152		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2
6	polygon	Açude - Reservatório - Represa	254		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2		Escala do polígono proporcional a escala do mapa – contorno = 0,2
Rede Urbana							
7	polyline	Rodovia - Estrada Pavimentada	1		1,5		1,5
8	polyline	Rua Pavimentada	7		0,2		0,2
9	polyline	Rua sem Pavimento	6		0,2		0,2
10	polyline	Caminho	4		0,5		0,5
11	polyline	Eixo de Logradouro	9		0,5		0,5
12	polyline	Quadra Definida/Indefinida	8		0,5		0,5
13	polyline	Lote	13		0,5		0,5
14	polyline	Muro - Muro de Arrimo	11		0,5		0,5
15	polyline	Cerca	10		0,5		0,5
16	polyline	Limite de Setor	4		0,5		0,5
17	polyline	Limite de Bairro	4		0,5		0,5
Genéricos							
19	polyline	Quadricula de Coordenada	4		0,2		0,2

Obs. A tabela foi construída considerando as normas estabelecidas pela acuidade visual em relação ao fator espacial, que determina o tamanho e a espessura, e a resposta espectral que determina o contraste, entre os elementos apresentados no banco de dados.

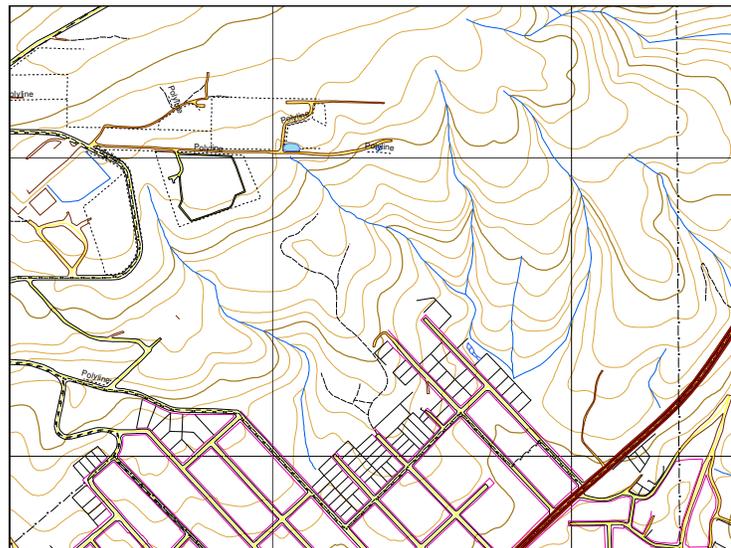
*Banco de dados original
(representação primária)*

↓

*Banco de dados generalizado
(representação secundária)*



1:10.000 – sem generalização



1:10.000 – com generalização

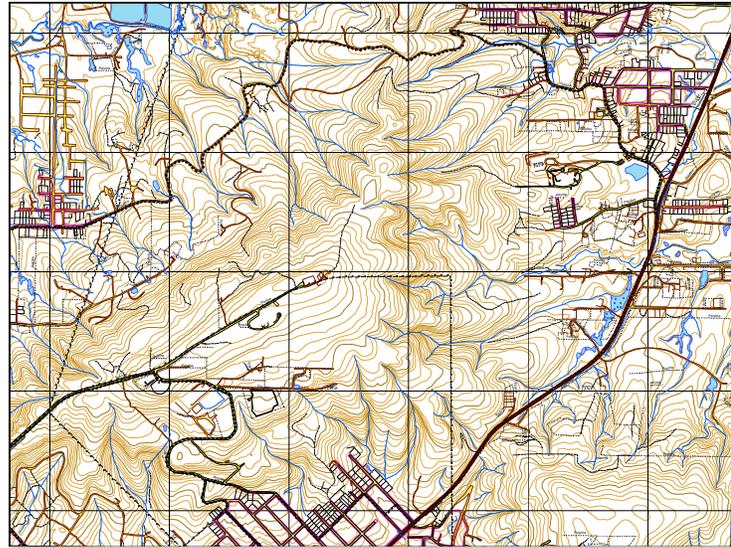
Figura 51 – Compilação do Banco de Dados Generalizado – 1:10.000

Na figura 51, após o processo de aplicação dos modelos de generalização, observa-se uma diminuição da densidade das informações, com relação a equidistância das curvas de nível, de 5 em 5 metros para 10 em 10 metros. Observa-se também uma diminuição das informações referentes a rede hidrográfica, através da seleção e eliminação de canais de drenagem. Já as informações referentes a rede urbana foram mantidas. Uma vez que a densidade de informações é ainda compatível com a escala 1:10.000.

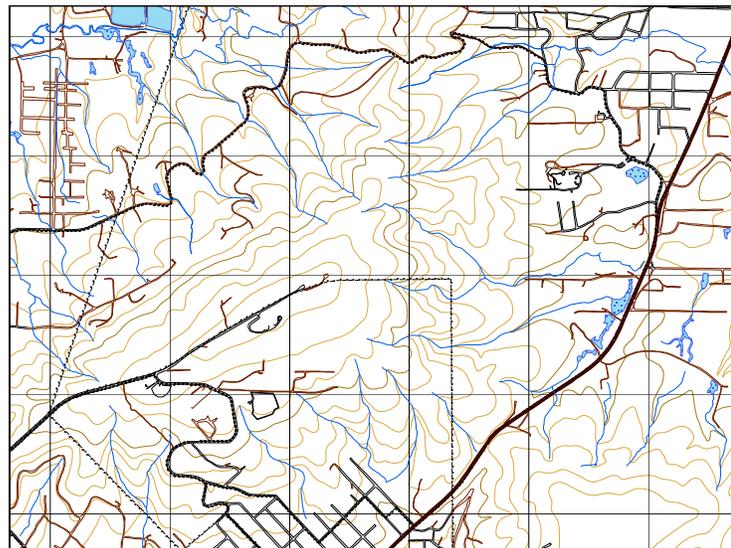
*Banco de dados original
(representação primária)*

↓

*Banco de dados generalizado
(representação secundária)*



1:25.000 – sem generalização



1:25.000 – com generalização

Figura 52 – Compilação do Banco de Dados Generalizado – 1:25.000

Na Figura 52, após o processo de aplicação dos modelos de generalização, observa-se uma diminuição da densidade das informações, com relação a equidistância das curvas de nível, de 5 em 5 metros para 20 em 20 metros; uma diminuição das informações da rede hidrográfica, através da seleção e eliminação de canais de drenagem e de polígonos representados por lagos, açudes e reservatórios; a diminuição da densidade das informações referentes a rede urbana onde foram mantidos os layers referentes, as estradas pavimentadas e sem pavimentação, as rodovias e os limites.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento da metodologia foi baseado num processo interativo e intuitivo de forma a coordenar as diferentes fases do trabalho a serem realizadas. A adoção dos procedimentos respondeu aos quesitos necessários que refletiram a objetividade das tarefas executadas de forma a responder se as etapas de geração, análise e avaliação, através da verificação dos resultados, correspondeu as prerrogativas de um banco de dados espacial automatizado que carregue em si os parâmetros de autonomia, flexibilidade e manutenção, necessários a um processo de planejamento e gestão municipal.

Critérios importantes foram considerados na análise do banco de dados original (representação primária):

O banco de dados original utilizado foi a folha 1413, do mapeamento cadastral do Município de Criciúma, do ano de 2004, na escala 1.5.000, que foi gerado através de aerofotogrametria, com georeferenciamento em SAD 69.

Foram analisadas a topologia e geometria dos elementos do banco de dados original, e realizadas algumas correções como fechamento de nós, direção de fluxo dos canais de drenagem, checagem dos níveis e categorias dos elementos, checagem das cotas das curvas de nível e pontos cotados, checagem de duplicação de elementos. Conclui-se que após este procedimento o produto foi considerado satisfatório para o desenvolvimento dos modelos, que objetivou a geração de modelos gerais, aplicáveis a outras áreas e não especificamente ao Município de Criciúma.

7.1. QUANTO AO ALCANCE DOS OBJETIVOS DA TESE

7.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver modelos de generalização cartográfica automatizada para um banco de dados cadastral, como suporte ao planejamento e a gestão municipal.

Após o desenvolvimento da tese, como pode ser observado nos Capítulos 4, 5 e 6, constatou-se que os modelos gerados foram satisfatórios para o fim a que se destinam, ou seja, a geração de bancos de dados espaciais generalizados a partir

de um banco de dados original, que sirvam de subsídio e suporte ao planejamento municipal.

7.1.2 Objetivos Específicos

a) Avaliar a evolução do conhecimento teórico na área de generalização cartográfica tradicional como subsídio ao desenvolvimento de conceitos bem estruturados para posteriores aplicações em meio digital.

No Capítulo 2, foi apresentada a evolução do conhecimento teórico na área de generalização cartografia analógica e digital, através da descrição do desenvolvimento conceitual do tema e dos principais modelos desenvolvidos.

b) Investigar o tema da generalização digital, envolvendo desde a geração do banco de dados espacial até a produção de bancos de dados generalizados.

No Capítulo 2 foi dada ênfase a estrutura dos dados espaciais e como estes se comportam frente as aplicações de generalização, destacando a geração de banco de dados multi-escala como melhor solução encontrada para a representação de dados espaciais.

c) Criar modelos de generalização de dados espaciais utilizando software SIG.

Quanto a utilização de SIG, constatou-se que este agiliza o processo de generalização. Porém a simples aplicação de algoritmos não responde 100% a generalização dos elementos. Nesta abordagem ainda são necessárias a análise apurada dos resultados e a interferência do cartógrafo no resultado final da generalização.

d) Avaliar a metodologia criada utilizando os seguintes critérios: como os dados em geral são armazenados, a efetividade das operações de recuperação no processo de generalização e se os modelos criados possuem restrições na forma como os dados podem ser acessados e usados. Quanto a interação do método, há uma necessidade da análise apurada dos resultados e a interferência do cartógrafo no resultado final da generalização.

Quanto aos produtos resultantes, na forma de bancos de dados generalizados, ressalta-se que obedeceram aos princípios de precisão, diminuição da densidade das informações e manutenção das relações topológicas.

Conclui-se que quanto a avaliação dos resultados, nas variações escalares a resposta geométrica dos elementos generalizados, deve-se obedecer os parâmetros de precisão ditados pela legislação cartográfica nacional e, também as regras de relacionamentos topológicos definidas no banco de dados espacial.

e) Produzir um banco de dados generalizado em escalas pré-estabelecidas e realizar a avaliação de sua precisão e acurácia através do PEC, bem como a densidade das informações apresentadas frente as relações topológicas e semânticas dos objetos.

Conclui-se que quanto a avaliação dos resultados, nas variações escalares a resposta geométrica dos elementos generalizados, deve-se obedecer aos parâmetros de precisão ditados pela legislação cartográfica nacional e, também as regras de relacionamentos topológicos definidas no banco de dados espacial.

Após o desenvolvimento e avaliação dos modelos, obteve-se a partir de um banco de dados original na Escala 1:5.000 (representação primária), a geração de feições generalizadas, nas escalas 1:10.000 e 1:25.000 (representação secundária), BDGEN ALTIMETRIA para as feições da altimetria, BDGEN HIDROLINHA e BDGEN HIDROAREA, para a representação das feições hidrográficas, e BDGEN URBANO para as feições da rede urbana. Este banco de dados foi estruturado de forma que existem os *layers* na sua escala original (1:5.000) e um segundo e um terceiro grupo de *layers* sobre as mesmas feições nas escalas generalizadas. Ou seja, cada feição possui três representações, sendo cada uma com as características de sua representação definidas pela escala, que passou pela mudança topológica e geométrica, bem como pela determinação do tipo e espessura de linhas e tamanho de áreas (Tabela 30, página 131). Este tipo de representação é denominado de banco de dados multi-escala, ou multi-representações.

A compilação também determina as relações topológicas, após o cruzamento entre os três grupos de *layers* pertencentes aos três modelos que foram desenvolvidos separadamente. A partir deste cruzamento podem-se verificar as relações de adjacência e de resultado visual para as escalas especificadas. Conclui-se que a aplicação dos modelos e as adaptações decorrentes de sua avaliação são favoráveis a aplicação da generalização para a mudança escalar na ordem de 1:5.000 para 1:10.000 e 1:25.000

f) Analisar a eficiência do banco de dados espaciais generalizado como suporte ao planejamento e gestão em empresas privadas e organismos públicos.

As informações de interesse de planejadores municipais provêm de fontes diversas, e as tecnologias de informação além de possibilitar a integração e manipulação destes dados geográficos, permitem a análise visual dos mesmos sob diversas formas, das quais a mais evidente é o banco de dados espacializado.

O acesso e a análise de informação espacial de qualidade são fatores imprescindíveis para o exercício eficaz do planejamento e da gestão municipal, uma vez que asseguram aos agentes intervenientes uma base adequada para o suporte à tomada de decisão.

Pretendeu-se com a geração destes modelos a constituição duma base de dados indexados espacialmente que, através dos recursos utilizados ofereça elevadas capacidades para armazenar, captar, manipular e visualizar dados espaciais.

Deve-se também considerar, nas variações escalares a resposta geométrica dos elementos generalizados, que devem sempre estar definida dentro de parâmetros de precisão e acurácia ditados pela legislação cartográfica nacional e, também a regra de relacionamentos topológicos definidas no banco de dados espacial. Neste caso a aplicação de métodos de generalização e o desenvolvimento de modelos, após a avaliação, mostraram-se favoráveis, enquanto ferramentas de apoio e suporte ao planejamento e a gestão municipal.

g) Disseminar a cultura em cartografia, desde as técnicas da cartografia convencional até as abordadas em um SIG.

As técnicas da cartografia convencional antecedem o desenvolvimento da computação. No decorrer do seu desenvolvimento o SIG foi se apropriando do desenvolvimento das tecnologias de informação baseadas em computadores e, neste processo, a ênfase se desloca do manejo de grandes conjuntos de dados para a análise destes dados. O desenvolvimento dos SIGs nos possibilitou a processar e apresentar visualmente grandes volumes de dados que não seriam possíveis por métodos manuais. Dados digitais são a chave para a plena utilização do potencial hoje disponível com a utilização de Geoprocessamento.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Procurando-se desenvolver um modelo que possa ser aplicado a outros locais, e com a utilização de outros softwares de geoprocessamento, a área de

estudo escolhida para o desenvolvimento deste trabalho, oferece elementos variados de altimetria, hidrografia e ocupação. Desta forma utilizando-se estes modelos, pode-se tornar viável a aplicação através da variação dos valores conforme a apresentação dos elementos e as escalas desejadas.

Recomenda-se que bancos de dados que visem a generalização automatizada sejam preparadas dentro de critérios topológicos e geométricos que facilitem a aplicação dos operadores de generalização. Exemplos disso podem ser citados, como um cuidado na vetorização dos elementos, procurando respeitar suas relações topológicas, completude e exatidão de valores. No caso de redes hidrográficas deve-se ter um cuidado complementar com relação ao relevo, direção de fluxo e ordem dos canais.

Recomenda-se o desenvolvimento de bancos de dados multi-escala, onde cada representação escalar é determinada por suas características, pela facilidade de manipulação e atualização destes bancos de dados.

Em face ao acima exposto, é capital importância a continuidade das atividades em andamento assim como a elaboração de novas metodologias, implementando-se os procedimentos necessários, com vistas ao atendimento das principais necessidades e questões em pauta atualmente, pertinentes aos SIGs, como ferramentas capazes de prover, além da produção cartográfica automatizada, suporte a um Sistema de Informação Geográfica em toda a sua extensão. Entre as quais podemos citar as seguintes:

Aquisição de dados geográficos de diferentes origens: digitalização, escanerização, restituição aerofotogramétrica, imagens de satélites, entre outros;

Portabilidade e interoperabilidade – Integração de sistemas distintos e de dados em diferentes formatos (2D/3D);

Criação de Metadados - Conexão com Bancos de Dados Relacionais;

Definição de regras topológicas e restrições espaciais – garantia de integridade e consistência da Base de Dados e aumento considerável da produtividade com melhor qualidade;

E por último a disponibilidade de dados geográficos em redes corporativas, representada pelas prefeituras e organismos públicos ou privados, e na rede mundial de computadores (World Wide Web), através de diferentes formas e tecnologias modernas como: PDA +, *Mobile Phone*, *Cam Wap*, *Wireless Handheld*, entre outros.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13133, Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, RJ, maio de 1994.

BÄHR, Hans-Peter. Dados - Elementos Cruciais do Cadastro Técnico, Revista Geodésia On-line – Revista da Comissão Brasileira de Geodésia, 1/1997 – <http://www.geodesia.ufsc.br>. Acesso em: 06 maio 2005.

BARD, Sylvain. Méthode d'évaluation de la qualité de données géographiques généralisées Application aux données urbaines. 2004. 206 p. Tese de Doutorado em Informática. Universidade de Paris, Janeiro de 2004.

BEARD, K., "Constraints in rule formation" dans B Buttenfield & R McMaster (Ed.) Map Generalization Longman, p 121-135.

BRASSEL K & R WEIBEL. Review and Conceptual Framework of automated map generalization. IJGIS, Volume 2, 1988.

BODANSKY, Eugene; GRIBOV, Alexander; PILOUK, Morakot, Smoothing and Compression of Lines Obtained by Raster-to-Vector Conversion, LNCS 2390, Springer, 2002.

BOS, E. S. Cartographic Symbol Design. ITC, The Netherlands. 1984

CÂMARA, Gilberto – Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos, Tese de Doutorado, INPE, São Jose dos Campos, 1995.

CÂMARA, Gilberto. Representação computacional de dados geográficos. Em: Banco de Dados Geográficos –Disponível em : <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap1.pdf>, acesso: 25 de abril de 2007.

CAMPBELL, J.C. Map Use & Analysis, 4.ed. McGraw-Hill, New York, 2001.

CLARKE, Keith C. Analytical and Computer Cartography, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Upper Saddle River, NJ, 1998.

CONCAR - DECRETO Nº 89.817 DE 20 DE JUNHO DE 1984 NORMAS CARTOGRÁFICAS, NORMAS TÉCNICAS DA CARTOGRAFIA NACIONAL , <http://www.concar.ibge.gov.br/CCA32.htm>, acesso em: 30 abril 2005.

D'ALGE Júlio Cesar Lima, Inpe, Cartografia para Geoprocessamento, Pagina da Internet: <http://www.dpi.inpe.br>, Acesso em: 04 abril 2005.

DAVIS, C. A. Múltiplas Representações em Sistemas de Informações Geográficos. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 2000.

DAVIS, Jr. C. A; LAENDER, A. H. Extensões ao modelo OMT-G para produção de esquemas dinâmicos e de apresentação. In Anais do II Workshop Brasileiro de Geoinformática, São Paulo, 2000.

DENT, Borden D. Cartography: thematic map design. 4th. ed. Dubuque: WCB, c1995.

DIBIASE, D.; REEVES, C.; KRYGIER, J.; MACEACHREN, A. M. ; VON WYSS, M.; SLOAN, J. et al. Visualization in Modern Cartography. Oxford, UK, Elsevier, 1994.

DOUGLAS , D. H., PEUCKER, T. K. Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Line its Caricatura. The Canadian Cartographer, 1973.

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército. T34700 – I Parte – Convenções Cartográficas, Norma para o Emprego de Símbolos , 1998.

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército. T34700 – II Parte – Convenções Cartográficas, Catálogo de Símbolos , 2000.

DSG - Normas para Estruturação e Validação de Arquivos Digitais . Apêndice II Tabelas da Base Cartográfica Digital (TBDC), 2000.

ERBA, D. A. Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana / Organizadores: Diogo Alfonso Erba [et al.] – Rio de Janeiro, 2007.

ESRI, Environmental Systems Research Group. Automation of Map Generalization—the Cutting- Edge Technology, Software, Write Paper. RedLands, 1996, California, 2000. http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao_/mapgen.pdf, Acesso em: 15 março 2006.

ESRI, Environmental Systems Research Group. Map Generalization in GIS: Practical Solutions with Workstation ArcInfo. Software, Write Paper. RedLands, California, 2000. http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao_/Map_Generalization.pdf, Acesso em: 15 março 2006.

HUDSON, J.C. Scale in Space and Time. In Geography's Inner Worlds: Pervasive Themes in Contemporary American Geography, ed. R.F.Abler, M.G. Marcus and J.M. Olson, NJ: Rutgers University Press, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual de Normas, especificações e Procedimentos técnicos para a Carta Internacional do Mundo, ao Milionésimo - CIM. Manual Técnicos em Geociências, número 2, Rio de Janeiro, 1993.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual de Compilação. Rio de Janeiro, 1996.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapoteca Topográfica Digital. Rio de Janeiro, 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Representação Cartográfica, Precisão Gráfica - In Noções Básicas de Cartografia, Livro on-line, http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html - acesso em 15 de abril de 2007.

JOÃO, Elsa Maria. Causes and Consequences of Map Generalization, Ed. Taylor & Francis Ltd, London, 1998.

KEATES, J. S. Cartographic design and production. 2a Edição. Longman Scientific & Technical. New York, 1989.

KRAAK, M.J. & ORMELING, F. J. Cartography Visualization of spatial data. Addison Wesley Longman, Inglaterra, 1996.

LAZZAROTTO, Deise Regina. Avaliação da Qualidade de Base Cartográfica por Meio de Indicadores e Sistema de Inferência Fuzzy. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LI, Z., OPENSHAW, S. Algorithms for Automated Line Generalization Base on a Natural Principle of Objective Generalization. International Journal of Geographic Information Systems, 1992.

LOCH, Carlos. Cadastro multifinalitário rural como base à organização espacial do uso da terra em nível de propriedade rural. Florianópolis. UFSC, Tese para Professor Titular, 1993.

LOCH, Carlos. Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana: Organizadores: Diego Afonso Erba, Fabrício Leal de Oliveira, Pedro de Novais Lima Junior, Ministério das Cidades, Rio de Janeiro, 2007.

LOCH, Ruth E. Nogueira. Cartografia, Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais, Florianópolis, Ed. da UFSC, 2006.

MACEACHREN, A. M. How Maps Work: Representation, Visualization, and Design. NY, Guilford, 2004.

MACMASTER, R. B. e SHEA, K. S. Generalization in Digital Cartography, Resource Publication in Geography. 1. ed. Washington, Association of American Geographers, 1992. 133p. il. ISBN 8-89291-209- X.

Monmonier, Mark. How to Lie with Maps. 1. ed. Chicago: The University of Chicago, 1991. 176 p. il. ISBN 0-226- 53414-6.

MÜLLER, Jean-Claude; LAGRANGE, Jean-Philippe; WEIBEL, Robert. Gis and Generalization – Methodology and Practice, GISDATA1, European Science Foundation, Ian Masser and François Salgé Series Editors, Taylor & Francis, 1995.

NALINI, Virginia Thereza, Avaliação Cartométrica Da Base Cartográfica Digital Adequada À Gestão Urbana Derivada Por Generalização Cartográfica A Partir Da Escala De Origem 1:2.000. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NOGUEIRA, Breno Cyrino; Estudo de Casos sobre os Objetivos do Planejamento Físico e Territorial. In: Introdução ao Planejamento. Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. FAUUSP, 1980.

OLIVEIRA, Francisco Henrique. Considerações sobre as necessidades municipais em relação à cartografia cadastral urbana. In Financiamento das Cidades: Instrumentos Fiscais e de Política Urbana. SEMINÁRIOS NACIONAIS. Org. CUNHA, Egláisa Micheline Pontes Cunha, DE CESARE, Claudia M. Brasília. Ministério das cidades, 2007.

ROBINSON, Arthur H. Elements of cartography. New York: John Wiley & Sons, 1995.

ROBINSON, The Look of Maps, an Examination of Cartographic Design, Wisconsin, 1952.

RUAS, Anne. Modèle de généralisation de données géographiques à base de contraintes et d'autonomie. 1999. 309 p. Tese de Doutorado em Ciências da Informação Geográfica - Universidade de Marne La Vallée,, Abril de 1999.

SANTOS, Milton. Metamorfoses do Espaço Habitado. 5ª Edição, Ed. Hucitec, São Paulo, SP, 1997.

SLOCUM, Terry A., MCMASTER, Robert B.; KESSLER, Fritz C.; HOWARD, Hugh H., Thematic Cartography and Geographic Visualization. CLARKE, Keith C. Series Editor. Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Upper Saddle River, NJ, 2005.

SWISS SOCIETY OF CARTOGRAPHY .Cartographic Generalization (Topographic Maps). Series of the Swiss Society of Cartography, Zurich, Swiss, 1977

WEIBEL R., e DUTTON G., "Constraint-based automated map generalization" Spatial Data Handling (SDH'98, Vancouver/Canada), p214-224. 1998

VIANNA, Célia Regina Fernandes. Generalização Cartográfica em Ambiente Digital – Escala 1:250.000 a partir de dados cartográficos digitais na escala 1:50.000. Dissertação de Mestrado em Engenharia Cartográfica – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Dezembro de 1997.

ANEXOS

ANEXO 1
Representação dos Dados na Escala Generalizada
1:25.000 (Representação Secundária)

ANEXO 2
Representação dos Dados na Escala Generalizada
1:10.000 (Representação Secundária)

ANEXO 3
Representação dos Dados na Escala Original
1:5.000 (Representação Primária)

APÊNDICES NO CD-ROM

APÊNDICES 1 a 5

Tabelas dos atributos da rede hidrográfica

APÊNDICES 6 a 18

Tabelas dos atributos da rede urbana

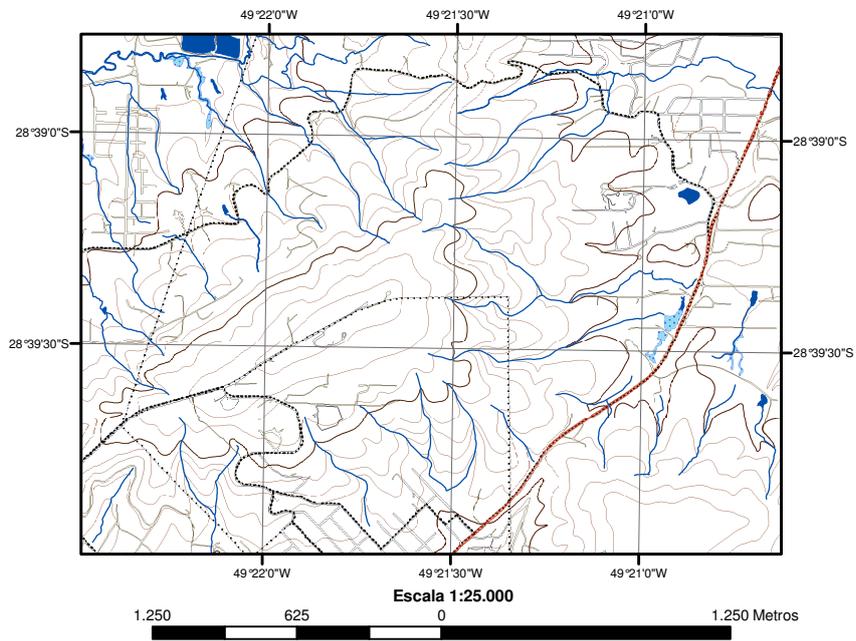
APÊNDICES 19 a 22

Tabelas da Avaliação da transformação da escala – suavização de linhas utilizando o parâmetro 5, 10, 15 e 20 metros para a escala 1:10.000

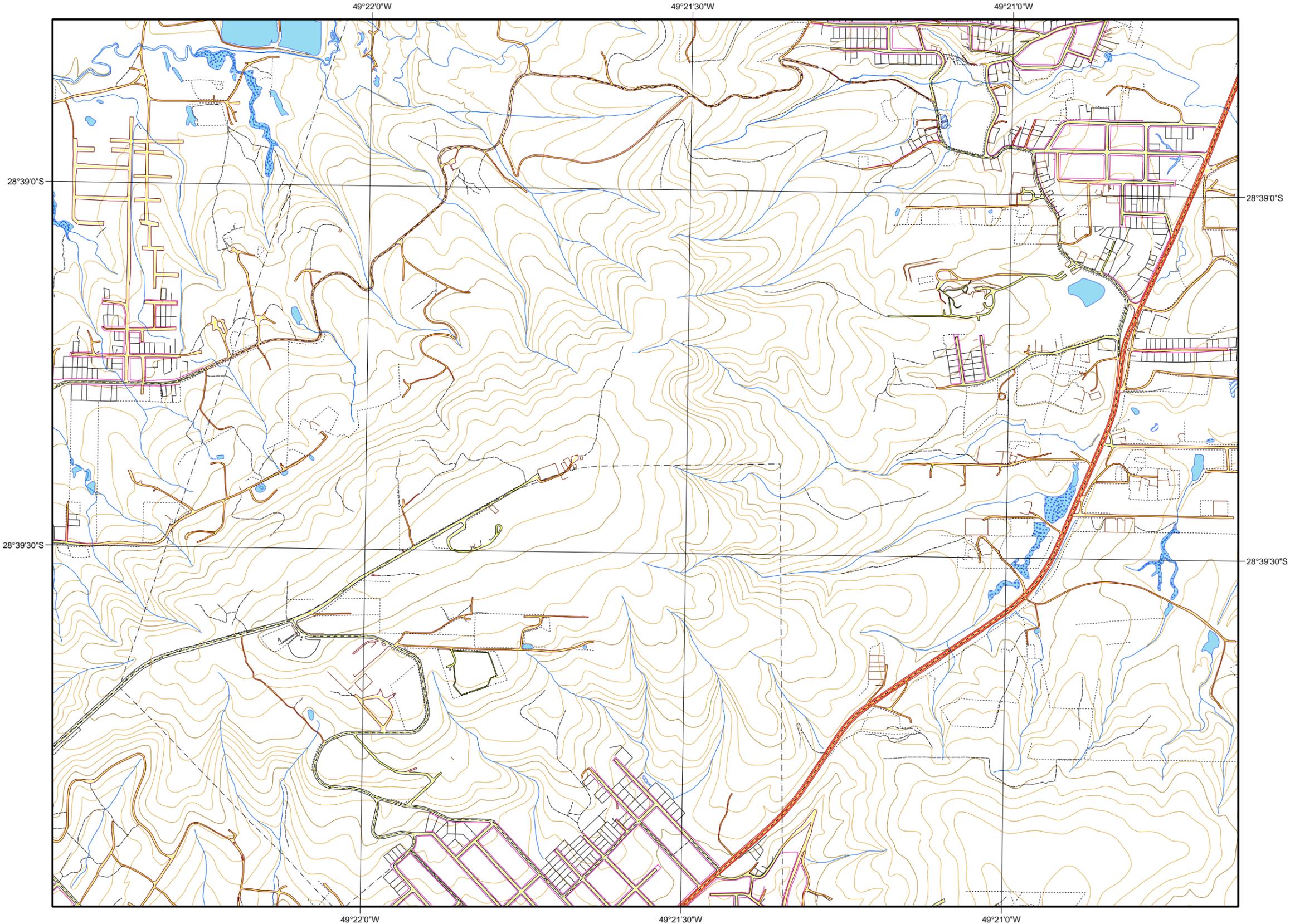
APÊNDICES 23 a 26

Tabelas da Avaliação da transformação da escala – suavização de linhas utilizando o parâmetro 25, 30, 45 e 55 metros para a escala 1:25.000

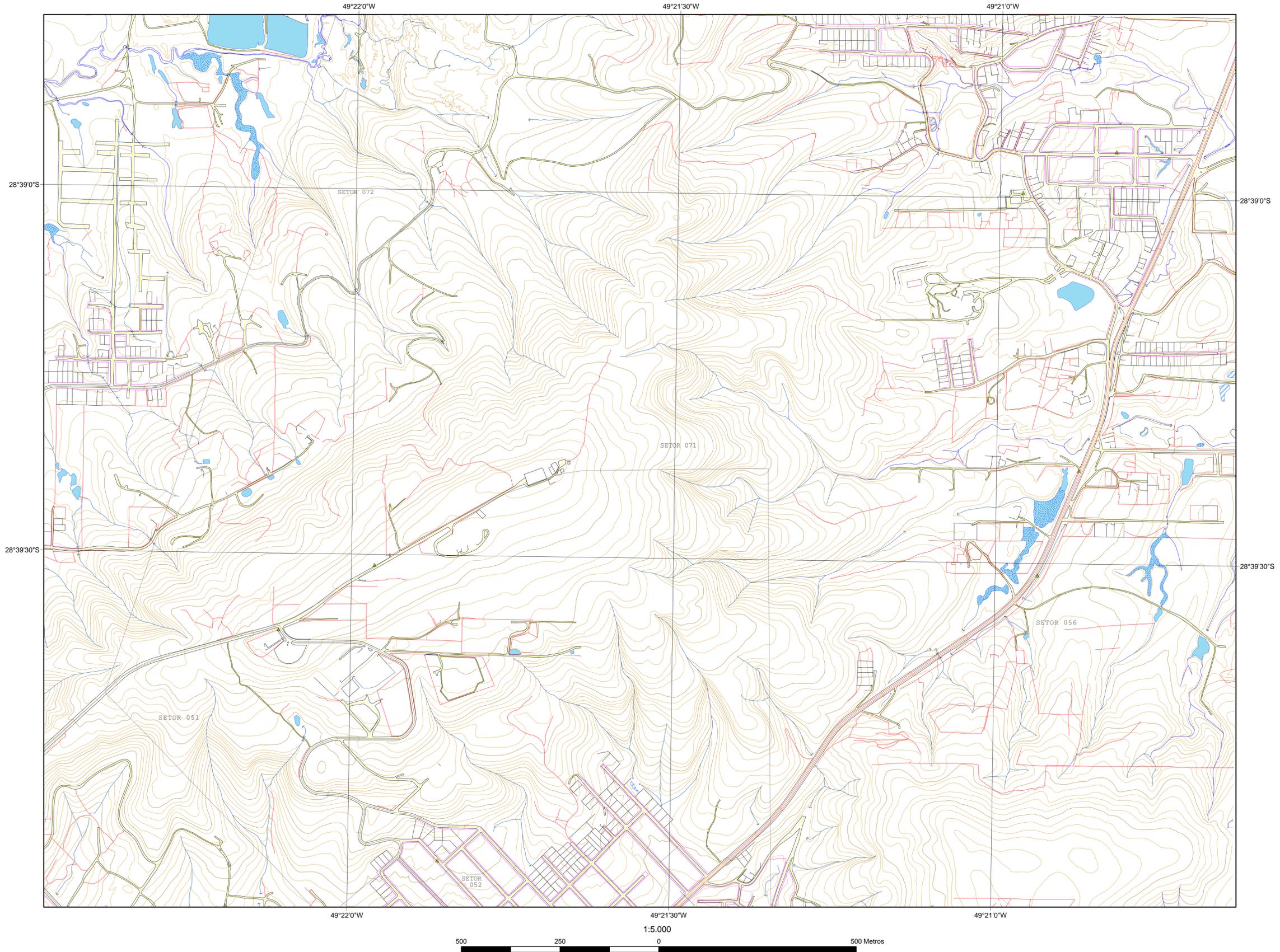
**ANEXO 1 - Representação dos Dados na Escala Generalizada - 1:25.000
(Representação Secundária)**



**ANEXO 2 - Representação dos Dados na Escala Generalizada - 1:10.000
(Representação Secundária)**



ANEXO 3 - Representação dos Dados na Escala Original
1:5.000 (Representação Primária)



Apêndice 1 – Tabela dos Atributos do Layer Rio Perene		
OBJECTID	Layer	Length
1	5201_Rio Perene	3,288874294
2	5201_Rio Perene	15,05321862
3	5201_Rio Perene	19,64109769
4	5201_Rio Perene	21,14277712
5	5201_Rio Perene	21,42463737
6	5201_Rio Perene	24,6056233
7	5201_Rio Perene	25,53154505
8	5201_Rio Perene	25,53154623
11	5201_Rio Perene	26,81717498
12	5201_Rio Perene	28,57877955
13	5201_Rio Perene	32,51407317
14	5201_Rio Perene	33,15635902
15	5201_Rio Perene	37,0642624
16	5201_Rio Perene	38,17188852
17	5201_Rio Perene	38,56191851
18	5201_Rio Perene	42,66831416
19	5201_Rio Perene	45,10343247
20	5201_Rio Perene	54,51142197
21	5201_Rio Perene	57,79308852
22	5201_Rio Perene	58,99371602
23	5201_Rio Perene	67,99487923
24	5201_Rio Perene	68,85674224
24	5201_Rio Perene	71,18240356
25	5201_Rio Perene	72,35446121
26	5201_Rio Perene	77,67698844
27	5201_Rio Perene	83,05428845
29	5201_Rio Perene	83,84072034
30	5201_Rio Perene	83,99847858
31	5201_Rio Perene	95,40609457
32	5201_Rio Perene	102,984524
33	5201_Rio Perene	103,214235
34	5201_Rio Perene	104,9013737
35	5201_Rio Perene	110,6987608
36	5201_Rio Perene	110,7979371
37	5201_Rio Perene	112,41185
38	5201_Rio Perene	116,2933421
39	5201_Rio Perene	117,4127643
40	5201_Rio Perene	117,5763895
41	5201_Rio Perene	118,2846126
42	5201_Rio Perene	120,8117117
43	5201_Rio Perene	122,5402008
44	5201_Rio Perene	123,6030217
45	5201_Rio Perene	137,1009108
46	5201_Rio Perene	138,436653
47	5201_Rio Perene	149,4255778
48	5201_Rio Perene	161,5191144
49	5201_Rio Perene	166,0276303
50	5201_Rio Perene	169,8585643
51	5201_Rio Perene	170,5111846
52	5201_Rio Perene	171,025151
53	5201_Rio Perene	171,3922246

54	5201_Rio Perene	187,955805
55	5201_Rio Perene	206,7662379
56	5201_Rio Perene	207,7431353
57	5201_Rio Perene	210,5107095
58	5201_Rio Perene	224,2133537
59	5201_Rio Perene	230,1547907
60	5201_Rio Perene	251,4726077
61	5201_Rio Perene	269,5523899
62	5201_Rio Perene	304,4569728
63	5201_Rio Perene	328,9618701
64	5201_Rio Perene	339,0711903
65	5201_Rio Perene	339,3506444
66	5201_Rio Perene	341,1225143
67	5201_Rio Perene	349,2599148
68	5201_Rio Perene	409,2222231
68	5201_Rio Perene	461,7272745
69	5201_Rio Perene	505,2554939
70	5201_Rio Perene	712,8834674
71	5201_Rio Perene	1500,723723

Apêndice 2 – Tabela dos atributos do Layer Rio Intermitente – Vala - Canal		
OBJECTID	Layer	Length
1	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	5,516122192
2	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	6,36050286
3	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	7,151497449
4	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	9,578741366
5	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	10,76373917
6	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	10,91764939
7	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	11,33901392
8	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	13,52216911
9	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	14,30682646
10	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	15,5635516
11	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	17,07804977
12	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	18,29078484
13	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	21,34402331
14	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	21,98967653
15	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	23,20380675
16	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	23,56068469
17	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	24,07295967
18	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	24,89066603
19	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	25,56301455
20	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	27,61711554
21	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	29,39316026
22	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	29,67617442
23	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	30,86617706
24	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	30,94733778
25	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	33,1823604
26	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	35,81650807

27	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	36,83241465
28	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	38,43466095
29	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	38,82357771
30	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	40,21731227
31	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	40,2821673
32	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	42,77881868
33	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	44,39131995
34	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	44,6658758
35	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	45,39422118
36	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	46,09482399
37	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	46,52763023
38	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	48,01399058
39	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	48,66485267
40	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	49,2776631
41	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	50,26829969
42	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	50,8973347
43	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	51,09165605
44	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	51,3438114
45	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	51,58156268
46	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	54,26693153
47	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	60,09130084
48	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	61,57808509
49	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	62,3753656
50	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	66,48375858
51	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	66,5967841
52	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	72,907482
53	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	74,07482098
54	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	75,90230239

	Canal	
55	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	77,12799086
56	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	77,23631439
57	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	77,93795672
58	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	80,53506944
59	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	81,90300703
60	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	82,12444844
61	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	82,4457843
62	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	84,96092262
63	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	85,99281886
64	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	87,59415776
65	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	90,90104084
66	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	91,50295263
67	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	91,91727363
68	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	94,92467462
69	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	96,66860456
70	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	97,31154123
71	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	98,63145779
72	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	99,79105442
73	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	100,1346337
74	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	101,4560584
75	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	102,4004312
76	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	104,5709773
77	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	109,0233832
78	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	112,0974219
79	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	112,5450766
80	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	113,3839468
81	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	116,0417543

82	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	118,4336579
83	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	118,5331999
84	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	121,7076348
85	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	121,8820093
86	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	123,9508991
87	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	126,1538588
88	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	126,7296504
89	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	130,0225619
90	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	130,963977
91	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	137,4523312
92	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	142,4483708
93	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	146,6981206
94	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	146,811641
95	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	147,8007778
96	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	160,4606286
97	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	161,3564038
98	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	168,3307141
99	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	168,8042721
100	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	174,8944281
101	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	176,0173985
102	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	178,87581
103	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	178,9048853
104	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	189,5214456
105	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	191,1072218
106	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	192,7085225
107	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	192,8197112
108	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	194,7010235
109	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	194,7490071

	Canal	
110	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	198,9956202
111	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	205,1927765
112	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	213,0831543
113	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	214,6922878
114	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	215,4876375
115	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	215,6037712
116	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	225,700154
117	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	232,1625232
118	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	247,2313892
119	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	269,3899152
120	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	280,3488895
121	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	282,3534957
122	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	290,00681
123	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	304,1789318
124	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	312,4905846
125	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	313,7411359
126	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	322,5637818
127	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	324,5966653
128	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	328,0215155
129	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	329,9998053
130	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	337,0638849
131	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	349,4100865
132	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	365,0568759
133	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	371,6294234
134	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	373,4907401
135	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	387,9256763
136	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	425,0695034

137	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	448,9290855
138	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	461,5785248
139	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	473,7547715
140	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	491,7581852
141	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	501,2068059
142	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	504,8481603
143	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	525,2529354
144	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	527,1779377
145	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	549,9357731
146	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	584,3207255
147	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	584,4989283
148	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	614,8842452
149	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	625,2433163
150	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	626,5115105
151	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	665,2089043
152	5202_Rio Intermitente - Vala - Canal	730,80711

Apêndice 3 – Tabela dos Atributos do Layer Alagado		
OBJECTID	Layer	Area
0	5206_Alagado	127,3455
1	5206_Alagado	251,5658
2	5206_Alagado	295,6771
3	5206_Alagado	370,5074
4	5206_Alagado	1237,716
5	5206_Alagado	2161,492
6	5206_Alagado	2911,746
7	5206_Alagado	3027,237
8	5206_Alagado	3082,814
9	5206_Alagado	4117,955
10	5206_Alagado	4748,5

Apêndice 4 – Tabela dos Atributos do Layer Lago		
OBJECTID	Layer	Area
0	5204_Lago	6,6773
1	5204_Lago	16,61355
2	5204_Lago	22,8493
3	5204_Lago	24,65115
4	5204_Lago	29,1976
5	5204_Lago	41,7158
6	5204_Lago	47,30535
7	5204_Lago	52,0454
8	5204_Lago	56,4653
9	5204_Lago	58,075
10	5204_Lago	60,1182
11	5204_Lago	61,9542
12	5204_Lago	64,1883
13	5204_Lago	87,2514
14	5204_Lago	93,7723
15	5204_Lago	102,0544
16	5204_Lago	102,7642
17	5204_Lago	123,451
18	5204_Lago	130,1806
19	5204_Lago	131,1826
20	5204_Lago	131,5844
21	5204_Lago	166,2371
22	5204_Lago	191,678
23	5204_Lago	195,649
24	5204_Lago	210,1222
25	5204_Lago	215,3619
26	5204_Lago	248,9528
27	5204_Lago	279,9813
28	5204_Lago	280,8366
29	5204_Lago	284,5668
30	5204_Lago	301,2253
31	5204_Lago	328,1854
32	5204_Lago	350,6367
33	5204_Lago	357,7566
34	5204_Lago	374,2783
35	5204_Lago	385,0035
36	5204_Lago	397,7684
37	5204_Lago	462,8219
38	5204_Lago	658,504
39	5204_Lago	705,2885
40	5204_Lago	746,0453
41	5204_Lago	880,2084
42	5204_Lago	1398,115
43	5204_Lago	1408,636
44	5204_Lago	4061,654
45	5204_Lago	9442,735
46	5204_Lago	14456,92

Apêndice 5 – Tabela dos Atributos do Layer Açude-Reservatório-Represa		
OBJECTID	Layer	Area
0	5205_Açude - Reservatório - Represa	92,6204
1	5205_Açude - Reservatório - Represa	170,6802
2	5205_Açude - Reservatório - Represa	428,3351
3	5205_Açude - Reservatório - Represa	618,919
4	5205_Açude - Reservatório - Represa	214,7015
5	5205_Açude - Reservatório - Represa	187,8228
6	5205_Açude - Reservatório - Represa	139,4247

Apêndice 6 – Tabela de Atributos do Layer Rua sem pavimento		
FID	Layer	Length
0	5102_Rua sem Pavimento	0,154322
1	5102_Rua sem Pavimento	0,234307
2	5102_Rua sem Pavimento	0,234307
3	5102_Rua sem Pavimento	0,25632
4	5102_Rua sem Pavimento	0,25632
5	5102_Rua sem Pavimento	0,485359
6	5102_Rua sem Pavimento	2,654819
7	5102_Rua sem Pavimento	2,968401
8	5102_Rua sem Pavimento	4,319649
9	5102_Rua sem Pavimento	4,884312
10	5102_Rua sem Pavimento	5,449119
11	5102_Rua sem Pavimento	5,578448
12	5102_Rua sem Pavimento	5,887905
13	5102_Rua sem Pavimento	6,157945
14	5102_Rua sem Pavimento	6,252785
15	5102_Rua sem Pavimento	6,330261
16	5102_Rua sem Pavimento	6,537212
17	5102_Rua sem Pavimento	6,558831
18	5102_Rua sem Pavimento	6,888889
19	5102_Rua sem Pavimento	6,933825
20	5102_Rua sem Pavimento	7,82777
21	5102_Rua sem Pavimento	7,856536
22	5102_Rua sem Pavimento	7,942843
23	5102_Rua sem Pavimento	8,316962
24	5102_Rua sem Pavimento	8,696806
25	5102_Rua sem Pavimento	9,687112
26	5102_Rua sem Pavimento	9,740253
27	5102_Rua sem Pavimento	10,81325
28	5102_Rua sem Pavimento	10,88197
29	5102_Rua sem Pavimento	11,015
30	5102_Rua sem Pavimento	11,27465
31	5102_Rua sem Pavimento	12,30101
32	5102_Rua sem Pavimento	12,52247
33	5102_Rua sem Pavimento	13,77577
34	5102_Rua sem Pavimento	15,08066
35	5102_Rua sem Pavimento	15,25101
36	5102_Rua sem Pavimento	15,88837
37	5102_Rua sem Pavimento	16,16048
38	5102_Rua sem Pavimento	17,36862
39	5102_Rua sem Pavimento	18,74676
40	5102_Rua sem Pavimento	18,76002
41	5102_Rua sem Pavimento	19,2393
42	5102_Rua sem Pavimento	19,64752
43	5102_Rua sem Pavimento	20,88896
44	5102_Rua sem Pavimento	21,13227
45	5102_Rua sem Pavimento	21,35228
46	5102_Rua sem Pavimento	23,13778
47	5102_Rua sem Pavimento	24,45165
48	5102_Rua sem Pavimento	25,46083
49	5102_Rua sem Pavimento	27,96677
50	5102_Rua sem Pavimento	28,75771

51	5102 Rua sem Pavimento	29,23643
52	5102 Rua sem Pavimento	31,02295
53	5102 Rua sem Pavimento	32,31839
54	5102 Rua sem Pavimento	35,72207
55	5102 Rua sem Pavimento	38,53476
56	5102 Rua sem Pavimento	38,74108
57	5102 Rua sem Pavimento	38,85506
58	5102 Rua sem Pavimento	39,87775
59	5102 Rua sem Pavimento	40,2955
60	5102 Rua sem Pavimento	40,94839
61	5102 Rua sem Pavimento	41,4537
62	5102 Rua sem Pavimento	42,4803
63	5102 Rua sem Pavimento	43,27215
64	5102 Rua sem Pavimento	46,71561
65	5102 Rua sem Pavimento	46,99215
66	5102 Rua sem Pavimento	48,20048
67	5102 Rua sem Pavimento	48,31414
68	5102 Rua sem Pavimento	50,09492
69	5102 Rua sem Pavimento	50,26374
70	5102 Rua sem Pavimento	50,56393
71	5102 Rua sem Pavimento	51,43546
72	5102 Rua sem Pavimento	52,50931
73	5102 Rua sem Pavimento	52,8295
74	5102 Rua sem Pavimento	52,85813
75	5102 Rua sem Pavimento	55,88403
76	5102 Rua sem Pavimento	58,76527
77	5102 Rua sem Pavimento	60,26768
78	5102 Rua sem Pavimento	62,25442
79	5102 Rua sem Pavimento	62,65263
80	5102 Rua sem Pavimento	64,68119
81	5102 Rua sem Pavimento	65,83506
82	5102 Rua sem Pavimento	67,97898
83	5102 Rua sem Pavimento	68,13635
84	5102 Rua sem Pavimento	68,2812
85	5102 Rua sem Pavimento	71,01751
86	5102 Rua sem Pavimento	72,73463
87	5102 Rua sem Pavimento	74,01714
88	5102 Rua sem Pavimento	74,03286
89	5102 Rua sem Pavimento	75,8531
90	5102 Rua sem Pavimento	76,07535
91	5102 Rua sem Pavimento	76,36725
92	5102 Rua sem Pavimento	76,56466
93	5102 Rua sem Pavimento	77,28726
94	5102 Rua sem Pavimento	78,0096
95	5102 Rua sem Pavimento	79,3542
96	5102 Rua sem Pavimento	79,65496
97	5102 Rua sem Pavimento	80,78946
98	5102 Rua sem Pavimento	81,1013
99	5102 Rua sem Pavimento	82,62257
100	5102 Rua sem Pavimento	83,31793
101	5102 Rua sem Pavimento	85,63029
102	5102 Rua sem Pavimento	87,28009
103	5102 Rua sem Pavimento	87,56307
104	5102 Rua sem Pavimento	87,91147

105	5102 Rua sem Pavimento	88,30299
106	5102 Rua sem Pavimento	88,53761
107	5102 Rua sem Pavimento	91,26306
108	5102 Rua sem Pavimento	91,51079
109	5102 Rua sem Pavimento	91,79078
110	5102 Rua sem Pavimento	92,3159
111	5102 Rua sem Pavimento	94,00913
112	5102 Rua sem Pavimento	95,22777
113	5102 Rua sem Pavimento	96,69577
114	5102 Rua sem Pavimento	96,99062
115	5102 Rua sem Pavimento	97,54139
116	5102 Rua sem Pavimento	97,62177
117	5102 Rua sem Pavimento	98,31633
118	5102 Rua sem Pavimento	102,1403
119	5102 Rua sem Pavimento	104,6811
120	5102 Rua sem Pavimento	106,3315
121	5102 Rua sem Pavimento	107,3638
122	5102 Rua sem Pavimento	108,3242
123	5102 Rua sem Pavimento	110,6218
124	5102 Rua sem Pavimento	112,4072
125	5102 Rua sem Pavimento	115,12
126	5102 Rua sem Pavimento	115,2744
127	5102 Rua sem Pavimento	116,6886
128	5102 Rua sem Pavimento	117,3348
129	5102 Rua sem Pavimento	118,6567
130	5102 Rua sem Pavimento	118,6892
131	5102 Rua sem Pavimento	122,5504
132	5102 Rua sem Pavimento	124,2588
133	5102 Rua sem Pavimento	124,4061
134	5102 Rua sem Pavimento	124,5386
135	5102 Rua sem Pavimento	124,9917
136	5102 Rua sem Pavimento	125,0502
137	5102 Rua sem Pavimento	125,1473
138	5102 Rua sem Pavimento	125,808
139	5102 Rua sem Pavimento	125,8898
140	5102 Rua sem Pavimento	126,0816
141	5102 Rua sem Pavimento	126,864
142	5102 Rua sem Pavimento	128,3266
143	5102 Rua sem Pavimento	130,0544
144	5102 Rua sem Pavimento	130,1376
145	5102 Rua sem Pavimento	130,6907
146	5102 Rua sem Pavimento	130,8284
147	5102 Rua sem Pavimento	134,0147
148	5102 Rua sem Pavimento	137,873
149	5102 Rua sem Pavimento	137,8798
150	5102 Rua sem Pavimento	138,4968
151	5102 Rua sem Pavimento	141,1518
152	5102 Rua sem Pavimento	141,2845
153	5102 Rua sem Pavimento	141,4844
154	5102 Rua sem Pavimento	145,7196
155	5102 Rua sem Pavimento	145,9693
156	5102 Rua sem Pavimento	146,0754
157	5102 Rua sem Pavimento	146,2905
158	5102 Rua sem Pavimento	147,4919

159	5102 Rua sem Pavimento	151,3822
160	5102 Rua sem Pavimento	151,4995
161	5102 Rua sem Pavimento	151,5255
162	5102 Rua sem Pavimento	154,3909
163	5102 Rua sem Pavimento	154,7038
164	5102 Rua sem Pavimento	154,9143
165	5102 Rua sem Pavimento	156,0257
166	5102 Rua sem Pavimento	157,3393
167	5102 Rua sem Pavimento	157,5812
168	5102 Rua sem Pavimento	158,5663
169	5102 Rua sem Pavimento	165,439
170	5102 Rua sem Pavimento	170,0668
171	5102 Rua sem Pavimento	170,7058
172	5102 Rua sem Pavimento	172,3044
173	5102 Rua sem Pavimento	175,7057
174	5102 Rua sem Pavimento	176,1589
175	5102 Rua sem Pavimento	178,0721
176	5102 Rua sem Pavimento	178,4606
177	5102 Rua sem Pavimento	185,6769
178	5102 Rua sem Pavimento	186,3826
179	5102 Rua sem Pavimento	187,8769
180	5102 Rua sem Pavimento	189,1483
181	5102 Rua sem Pavimento	193,2893
182	5102 Rua sem Pavimento	194,2101
183	5102 Rua sem Pavimento	195,014
184	5102 Rua sem Pavimento	199,3134
185	5102 Rua sem Pavimento	201,5111
186	5102 Rua sem Pavimento	203,3401
187	5102 Rua sem Pavimento	203,3926
188	5102 Rua sem Pavimento	204,0775
189	5102 Rua sem Pavimento	208,9426
190	5102 Rua sem Pavimento	209,1544
191	5102 Rua sem Pavimento	210,8961
192	5102 Rua sem Pavimento	213,0476
193	5102 Rua sem Pavimento	213,3929
194	5102 Rua sem Pavimento	218,82
195	5102 Rua sem Pavimento	219,2209
196	5102 Rua sem Pavimento	223,7637
197	5102 Rua sem Pavimento	229,1895
198	5102 Rua sem Pavimento	229,5598
199	5102 Rua sem Pavimento	230,4694
200	5102 Rua sem Pavimento	232,3783
201	5102 Rua sem Pavimento	232,863
202	5102 Rua sem Pavimento	234,9787
203	5102 Rua sem Pavimento	238,7433
204	5102 Rua sem Pavimento	242,8763
205	5102 Rua sem Pavimento	244,1862
206	5102 Rua sem Pavimento	244,7073
207	5102 Rua sem Pavimento	253,3945
208	5102 Rua sem Pavimento	254,7315
209	5102 Rua sem Pavimento	262,7386
210	5102 Rua sem Pavimento	264,4843
211	5102 Rua sem Pavimento	269,3808
212	5102 Rua sem Pavimento	270,9625

213	5102 Rua sem Pavimento	275,9836
214	5102 Rua sem Pavimento	290,3877
215	5102 Rua sem Pavimento	295,0369
216	5102 Rua sem Pavimento	297,5363
217	5102 Rua sem Pavimento	303,9562
218	5102 Rua sem Pavimento	309,5077
219	5102 Rua sem Pavimento	324,3196
220	5102 Rua sem Pavimento	332,105
221	5102 Rua sem Pavimento	336,1701
222	5102 Rua sem Pavimento	343,2417
223	5102 Rua sem Pavimento	343,4898
224	5102 Rua sem Pavimento	346,5578
225	5102 Rua sem Pavimento	358,7793
226	5102 Rua sem Pavimento	359,0071
227	5102 Rua sem Pavimento	359,1617
228	5102 Rua sem Pavimento	361,9664
229	5102 Rua sem Pavimento	374,0403
230	5102 Rua sem Pavimento	374,6523
231	5102 Rua sem Pavimento	375,4901
232	5102 Rua sem Pavimento	397,7544
233	5102 Rua sem Pavimento	416,6888
234	5102 Rua sem Pavimento	435,6504
235	5102 Rua sem Pavimento	451,9062
236	5102 Rua sem Pavimento	456,5434
237	5102 Rua sem Pavimento	485,1178
238	5102 Rua sem Pavimento	487,7986
239	5102 Rua sem Pavimento	495,6677
240	5102 Rua sem Pavimento	495,8326
241	5102 Rua sem Pavimento	496,2338
242	5102 Rua sem Pavimento	504,687
243	5102 Rua sem Pavimento	519,259
244	5102 Rua sem Pavimento	519,6598
245	5102 Rua sem Pavimento	527,0962
246	5102 Rua sem Pavimento	529,2066
247	5102 Rua sem Pavimento	531,6737
248	5102 Rua sem Pavimento	549,617
249	5102 Rua sem Pavimento	564,5219
250	5102 Rua sem Pavimento	574,7217
251	5102 Rua sem Pavimento	595,937
252	5102 Rua sem Pavimento	614,2677
253	5102 Rua sem Pavimento	634,4427
254	5102 Rua sem Pavimento	657,8799
255	5102 Rua sem Pavimento	712,3598
256	5102 Rua sem Pavimento	730,9786
257	5102 Rua sem Pavimento	762,0542
258	5102 Rua sem Pavimento	763,2661
259	5102 Rua sem Pavimento	786,8967
260	5102 Rua sem Pavimento	866,1171
261	5102 Rua sem Pavimento	868,0361
262	5102 Rua sem Pavimento	975,7796
263	5102 Rua sem Pavimento	1040,929
264	5102 Rua sem Pavimento	1266,887
265	5102 Rua sem Pavimento	1311,443
266	5102 Rua sem Pavimento	1379,847

267	5102_Rua sem Pavimento	1480,594
268	5102_Rua sem Pavimento	1486,588
269	5102_Rua sem Pavimento	1918,532
270	5102_Rua sem Pavimento	1973,295

Apêndice 7 – Tabela de Atributos do Layer Rua Pavimentada		
FID	Layer	Length
0	5102_Rua Pavimentada	1,230447
1	5102_Rua Pavimentada	2,430021
2	5102_Rua Pavimentada	8,29891
3	5102_Rua Pavimentada	10,31361
4	5102_Rua Pavimentada	10,44105
5	5102_Rua Pavimentada	11,66843
6	5102_Rua Pavimentada	13,82304
7	5102_Rua Pavimentada	14,79859
8	5102_Rua Pavimentada	14,95789
9	5102_Rua Pavimentada	15,12065
10	5102_Rua Pavimentada	16,20159
11	5102_Rua Pavimentada	16,89666
12	5102_Rua Pavimentada	19,72579
13	5102_Rua Pavimentada	21,33557
14	5102_Rua Pavimentada	22,45639
15	5102_Rua Pavimentada	25,4678
16	5102_Rua Pavimentada	26,9967
17	5102_Rua Pavimentada	27,90792
18	5102_Rua Pavimentada	35,72087
19	5102_Rua Pavimentada	35,81414
20	5102_Rua Pavimentada	36,71772
21	5102_Rua Pavimentada	37,56661
22	5102_Rua Pavimentada	37,92158
23	5102_Rua Pavimentada	40,67793
24	5102_Rua Pavimentada	42,31773
25	5102_Rua Pavimentada	43,03868
26	5102_Rua Pavimentada	44,0307
27	5102_Rua Pavimentada	44,28373
28	5102_Rua Pavimentada	45,1111
29	5102_Rua Pavimentada	47,23248
30	5102_Rua Pavimentada	53,90007
31	5102_Rua Pavimentada	59,09257
32	5102_Rua Pavimentada	60,64526
33	5102_Rua Pavimentada	62,63139
34	5102_Rua Pavimentada	66,92025
35	5102_Rua Pavimentada	73,01207
36	5102_Rua Pavimentada	74,9565
37	5102_Rua Pavimentada	78,77428
38	5102_Rua Pavimentada	83,19435
39	5102_Rua Pavimentada	88,81076
40	5102_Rua Pavimentada	88,93807
41	5102_Rua Pavimentada	93,80719
42	5102_Rua Pavimentada	99,26327
43	5102_Rua Pavimentada	115,1082
44	5102_Rua Pavimentada	119,1469
45	5102_Rua Pavimentada	136,2851
46	5102_Rua Pavimentada	143,0488
47	5102_Rua Pavimentada	143,1102
48	5102_Rua Pavimentada	144,3436
49	5102_Rua Pavimentada	145,1172
50	5102_Rua Pavimentada	145,8561

51	5102_Rua Pavimentada	149,3159
52	5102_Rua Pavimentada	152,5125
53	5102_Rua Pavimentada	153,5858
54	5102_Rua Pavimentada	155,1753
55	5102_Rua Pavimentada	161,3306
56	5102_Rua Pavimentada	167,773
57	5102_Rua Pavimentada	171,666
58	5102_Rua Pavimentada	172,7531
59	5102_Rua Pavimentada	178,9967
60	5102_Rua Pavimentada	182,7074
61	5102_Rua Pavimentada	183,3045
62	5102_Rua Pavimentada	184,1252
63	5102_Rua Pavimentada	219,632
64	5102_Rua Pavimentada	221,4502
65	5102_Rua Pavimentada	244,8172
66	5102_Rua Pavimentada	249,1051
67	5102_Rua Pavimentada	266,8225
68	5102_Rua Pavimentada	276,1149
69	5102_Rua Pavimentada	290,2439
70	5102_Rua Pavimentada	297,0238
71	5102_Rua Pavimentada	304,8567
72	5102_Rua Pavimentada	306,1345
73	5102_Rua Pavimentada	309,7137
74	5102_Rua Pavimentada	316,5131
75	5102_Rua Pavimentada	327,0431
76	5102_Rua Pavimentada	341,4018
77	5102_Rua Pavimentada	352,8199
78	5102_Rua Pavimentada	357,8157
79	5102_Rua Pavimentada	358,8895
80	5102_Rua Pavimentada	374,899
81	5102_Rua Pavimentada	379,1985
82	5102_Rua Pavimentada	383,8513
83	5102_Rua Pavimentada	391,6203
84	5102_Rua Pavimentada	411,6269
85	5102_Rua Pavimentada	413,7892
86	5102_Rua Pavimentada	424,0943
87	5102_Rua Pavimentada	424,1002
88	5102_Rua Pavimentada	438,806
89	5102_Rua Pavimentada	441,4818
90	5102_Rua Pavimentada	442,5029
91	5102_Rua Pavimentada	443,163
92	5102_Rua Pavimentada	449,7438
93	5102_Rua Pavimentada	450,5271
94	5102_Rua Pavimentada	467,7891
95	5102_Rua Pavimentada	500,4813
96	5102_Rua Pavimentada	503,3233
97	5102_Rua Pavimentada	579,349
98	5102_Rua Pavimentada	580,6009
99	5102_Rua Pavimentada	584,3579
100	5102_Rua Pavimentada	611,3753
101	5102_Rua Pavimentada	645,0839
102	5102_Rua Pavimentada	645,4247
103	5102_Rua Pavimentada	688,1065
104	5102_Rua Pavimentada	722,6767

105	5102_Rua Pavimentada	733,5037
106	5102_Rua Pavimentada	735,2298
107	5102_Rua Pavimentada	754,1783
108	5102_Rua Pavimentada	759,3542
109	5102_Rua Pavimentada	773,2982
110	5102_Rua Pavimentada	773,5205
111	5102_Rua Pavimentada	983,2595
112	5102_Rua Pavimentada	1059,551
113	5102_Rua Pavimentada	1072,045
114	5102_Rua Pavimentada	1424,092

Apêndice 8 – Tabela de Atributos do Layer Caminho		
FID	Layer	Length
0	5102_Caminho	0,545619
1	5102_Caminho	2,08866
2	5102_Caminho	2,306729
3	5102_Caminho	5,001
4	5102_Caminho	5,064514
5	5102_Caminho	5,134528
6	5102_Caminho	6,433391
7	5102_Caminho	6,967523
8	5102_Caminho	7,266588
9	5102_Caminho	10,52993
10	5102_Caminho	10,63158
11	5102_Caminho	10,65082
12	5102_Caminho	10,97299
13	5102_Caminho	11,48747
14	5102_Caminho	11,59972
15	5102_Caminho	11,84923
16	5102_Caminho	11,876
17	5102_Caminho	12,50975
18	5102_Caminho	13,63201
19	5102_Caminho	14,37204
20	5102_Caminho	15,36912
21	5102_Caminho	15,3765
22	5102_Caminho	16,61395
23	5102_Caminho	17,39055
24	5102_Caminho	17,41524
25	5102_Caminho	17,50972
26	5102_Caminho	18,43816
27	5102_Caminho	19,17043
28	5102_Caminho	22,07159
29	5102_Caminho	23,21975
30	5102_Caminho	24,11054
31	5102_Caminho	24,93388
32	5102_Caminho	24,97378
33	5102_Caminho	26,21564
34	5102_Caminho	26,87252
35	5102_Caminho	27,57418
36	5102_Caminho	28,26054
37	5102_Caminho	28,59184
38	5102_Caminho	29,85045
39	5102_Caminho	29,91283
40	5102_Caminho	29,97927
41	5102_Caminho	30,78183
42	5102_Caminho	30,81336
43	5102_Caminho	32,00744
44	5102_Caminho	32,74471
45	5102_Caminho	32,85035
46	5102_Caminho	33,61508
47	5102_Caminho	35,36573
48	5102_Caminho	35,59767
49	5102_Caminho	35,86253
50	5102_Caminho	35,89286

51	5102 Caminho	36,38788
52	5102 Caminho	36,57721
53	5102 Caminho	36,81068
54	5102 Caminho	36,8754
55	5102 Caminho	37,57728
56	5102 Caminho	38,24212
57	5102 Caminho	38,37389
58	5102 Caminho	38,65762
59	5102 Caminho	38,85941
60	5102 Caminho	39,43161
61	5102 Caminho	39,85512
62	5102 Caminho	39,97365
63	5102 Caminho	41,30203
64	5102 Caminho	41,57561
65	5102 Caminho	43,07378
66	5102 Caminho	43,92527
67	5102 Caminho	43,95377
68	5102 Caminho	45,21956
69	5102 Caminho	45,76684
70	5102 Caminho	46,20843
71	5102 Caminho	47,30513
72	5102 Caminho	47,37787
73	5102 Caminho	47,91842
74	5102 Caminho	48,59512
75	5102 Caminho	49,14686
76	5102 Caminho	49,34619
77	5102 Caminho	49,95417
78	5102 Caminho	52,48138
79	5102 Caminho	52,98451
80	5102 Caminho	53,66893
81	5102 Caminho	53,7368
82	5102 Caminho	53,82956
83	5102 Caminho	54,56051
84	5102 Caminho	56,22506
85	5102 Caminho	56,30521
86	5102 Caminho	59,49923
87	5102 Caminho	60,42316
88	5102 Caminho	62,12809
89	5102 Caminho	63,62745
90	5102 Caminho	63,82937
91	5102 Caminho	64,45956
92	5102 Caminho	64,86233
93	5102 Caminho	65,54846
94	5102 Caminho	66,39424
95	5102 Caminho	68,09758
96	5102 Caminho	68,43633
97	5102 Caminho	71,01085
98	5102 Caminho	71,7284
99	5102 Caminho	72,12476
100	5102 Caminho	72,34723
101	5102 Caminho	72,37036
102	5102 Caminho	74,82881
103	5102 Caminho	77,83265
104	5102 Caminho	80,99071

105	5102 Caminho	81,43416
106	5102 Caminho	81,96834
107	5102 Caminho	82,9816
108	5102 Caminho	83,11347
109	5102 Caminho	83,69863
110	5102 Caminho	85,94025
111	5102 Caminho	86,61571
112	5102 Caminho	87,43472
113	5102 Caminho	87,68973
114	5102 Caminho	89,20542
115	5102 Caminho	91,08844
116	5102 Caminho	94,23738
117	5102 Caminho	94,2672
118	5102 Caminho	94,61798
119	5102 Caminho	95,23307
120	5102 Caminho	97,95877
121	5102 Caminho	101,9901
122	5102 Caminho	102,07
123	5102 Caminho	106,5486
124	5102 Caminho	109,8428
125	5102 Caminho	110,4339
126	5102 Caminho	110,5039
127	5102 Caminho	111,538
128	5102 Caminho	112,0866
129	5102 Caminho	114,0143
130	5102 Caminho	115,1865
131	5102 Caminho	119,0875
132	5102 Caminho	120,5621
133	5102 Caminho	121,7268
134	5102 Caminho	123,1089
135	5102 Caminho	124,7656
136	5102 Caminho	127,7187
137	5102 Caminho	127,7219
138	5102 Caminho	129,9829
139	5102 Caminho	135,4823
140	5102 Caminho	137,9901
141	5102 Caminho	139,7935
142	5102 Caminho	150,8501
143	5102 Caminho	151,4485
144	5102 Caminho	153,1531
145	5102 Caminho	162,6561
146	5102 Caminho	165,9166
147	5102 Caminho	177,3542
148	5102 Caminho	181,3884
149	5102 Caminho	181,6866
150	5102 Caminho	182,5622
151	5102 Caminho	190,9966
152	5102 Caminho	191,2309
153	5102 Caminho	193,3551
154	5102 Caminho	208,8055
155	5102 Caminho	218,9045
156	5102 Caminho	229,068
157	5102 Caminho	234,0595
158	5102 Caminho	252,7517

159	5102_Caminho	272,3861
160	5102_Caminho	285,0955
161	5102_Caminho	290,3214
162	5102_Caminho	307,2848
163	5102_Caminho	323,6534
164	5102_Caminho	330,0937
165	5102_Caminho	349,1732
166	5102_Caminho	362,0659
167	5102_Caminho	596,7101
168	5102_Caminho	640,3541

Apêndice 9 – Tabela de Atributos do Layer Rodovia – Estrada Pavimentada		
FID	Layer	Length
0	5101_Rodovia - Estrada Pavimentada	2748,203
1	5101_Rodovia - Estrada Pavimentada	2778,021

Apêndice 10 – Tabela de Atributos do Layer Eixo de Logradouro		
FID	Layer	Length
0	5103_Eixo de Logradouro	0,552268
1	5103_Eixo de Logradouro	1,161809
2	5103_Eixo de Logradouro	1,530555
3	5103_Eixo de Logradouro	1,546932
4	5103_Eixo de Logradouro	1,894967
5	5103_Eixo de Logradouro	2,848877
6	5103_Eixo de Logradouro	3,851753
7	5103_Eixo de Logradouro	4,253763
8	5103_Eixo de Logradouro	4,546104
9	5103_Eixo de Logradouro	4,685307
10	5103_Eixo de Logradouro	5,061433
11	5103_Eixo de Logradouro	5,70548
12	5103_Eixo de Logradouro	5,72348
13	5103_Eixo de Logradouro	5,79849
14	5103_Eixo de Logradouro	6,789028
15	5103_Eixo de Logradouro	6,951151
16	5103_Eixo de Logradouro	7,32181
17	5103_Eixo de Logradouro	7,702653
18	5103_Eixo de Logradouro	7,746231
19	5103_Eixo de Logradouro	7,784838
20	5103_Eixo de Logradouro	7,860693
21	5103_Eixo de Logradouro	8,02868
22	5103_Eixo de Logradouro	8,284504
23	5103_Eixo de Logradouro	8,316778
24	5103_Eixo de Logradouro	8,648942
25	5103_Eixo de Logradouro	9,178356
26	5103_Eixo de Logradouro	9,24776
27	5103_Eixo de Logradouro	9,2654
28	5103_Eixo de Logradouro	9,365132
29	5103_Eixo de Logradouro	9,483723
30	5103_Eixo de Logradouro	9,644278
31	5103_Eixo de Logradouro	10,05121
32	5103_Eixo de Logradouro	10,1964
33	5103_Eixo de Logradouro	10,25
34	5103_Eixo de Logradouro	10,68229
35	5103_Eixo de Logradouro	11,28856
36	5103_Eixo de Logradouro	11,6488
37	5103_Eixo de Logradouro	11,77441
38	5103_Eixo de Logradouro	11,88673
39	5103_Eixo de Logradouro	11,91051
40	5103_Eixo de Logradouro	11,96125
41	5103_Eixo de Logradouro	12,24753
42	5103_Eixo de Logradouro	12,28464
43	5103_Eixo de Logradouro	12,44118
44	5103_Eixo de Logradouro	12,63985
45	5103_Eixo de Logradouro	12,79576
46	5103_Eixo de Logradouro	12,81408
47	5103_Eixo de Logradouro	12,8715
48	5103_Eixo de Logradouro	13,29688
49	5103_Eixo de Logradouro	13,78507
50	5103_Eixo de Logradouro	14,51472

51	5103 Eixo de Logradouro	14,63053
52	5103 Eixo de Logradouro	14,82022
53	5103 Eixo de Logradouro	15,19393
54	5103 Eixo de Logradouro	15,3477
55	5103 Eixo de Logradouro	15,51625
56	5103 Eixo de Logradouro	15,933
57	5103 Eixo de Logradouro	16,08145
58	5103 Eixo de Logradouro	16,4016
59	5103 Eixo de Logradouro	16,62499
60	5103 Eixo de Logradouro	16,74022
61	5103 Eixo de Logradouro	16,76633
62	5103 Eixo de Logradouro	16,82296
63	5103 Eixo de Logradouro	16,8758
64	5103 Eixo de Logradouro	17,8858
65	5103 Eixo de Logradouro	17,97147
66	5103 Eixo de Logradouro	17,99878
67	5103 Eixo de Logradouro	18,2121
68	5103 Eixo de Logradouro	18,30044
69	5103 Eixo de Logradouro	18,31136
70	5103 Eixo de Logradouro	18,71644
71	5103 Eixo de Logradouro	18,85493
72	5103 Eixo de Logradouro	18,96685
73	5103 Eixo de Logradouro	19,30181
74	5103 Eixo de Logradouro	19,32185
75	5103 Eixo de Logradouro	19,61747
76	5103 Eixo de Logradouro	19,82827
77	5103 Eixo de Logradouro	19,89486
78	5103 Eixo de Logradouro	19,91758
79	5103 Eixo de Logradouro	20,19719
80	5103 Eixo de Logradouro	20,28306
81	5103 Eixo de Logradouro	20,55635
82	5103 Eixo de Logradouro	20,77831
83	5103 Eixo de Logradouro	20,85522
84	5103 Eixo de Logradouro	20,9233
85	5103 Eixo de Logradouro	21,0418
86	5103 Eixo de Logradouro	21,08934
87	5103 Eixo de Logradouro	21,37625
88	5103 Eixo de Logradouro	21,62113
89	5103 Eixo de Logradouro	21,65699
90	5103 Eixo de Logradouro	21,83
91	5103 Eixo de Logradouro	21,88152
92	5103 Eixo de Logradouro	22,25413
93	5103 Eixo de Logradouro	22,55749
94	5103 Eixo de Logradouro	22,64823
95	5103 Eixo de Logradouro	23,01567
96	5103 Eixo de Logradouro	23,34305
97	5103 Eixo de Logradouro	23,8318
98	5103 Eixo de Logradouro	24,19952
99	5103 Eixo de Logradouro	24,63026
100	5103 Eixo de Logradouro	24,76453
101	5103 Eixo de Logradouro	24,78836
102	5103 Eixo de Logradouro	25,50565
103	5103 Eixo de Logradouro	25,76803
104	5103 Eixo de Logradouro	25,86999

105	5103 Eixo de Logradouro	26,19403
106	5103 Eixo de Logradouro	26,44205
107	5103 Eixo de Logradouro	26,5932
108	5103 Eixo de Logradouro	26,81255
109	5103 Eixo de Logradouro	27,09704
110	5103 Eixo de Logradouro	27,22517
111	5103 Eixo de Logradouro	27,45676
112	5103 Eixo de Logradouro	27,49654
113	5103 Eixo de Logradouro	27,70603
114	5103 Eixo de Logradouro	27,76725
115	5103 Eixo de Logradouro	28,0004
116	5103 Eixo de Logradouro	28,13083
117	5103 Eixo de Logradouro	28,17704
118	5103 Eixo de Logradouro	28,71883
119	5103 Eixo de Logradouro	29,17447
120	5103 Eixo de Logradouro	29,23757
121	5103 Eixo de Logradouro	29,35916
122	5103 Eixo de Logradouro	29,38476
123	5103 Eixo de Logradouro	29,68832
124	5103 Eixo de Logradouro	29,85068
125	5103 Eixo de Logradouro	30,15701
126	5103 Eixo de Logradouro	30,24717
127	5103 Eixo de Logradouro	30,88405
128	5103 Eixo de Logradouro	31,38072
129	5103 Eixo de Logradouro	31,52994
130	5103 Eixo de Logradouro	31,70477
131	5103 Eixo de Logradouro	31,82979
132	5103 Eixo de Logradouro	32,3591
133	5103 Eixo de Logradouro	32,44451
134	5103 Eixo de Logradouro	32,4637
135	5103 Eixo de Logradouro	32,63991
136	5103 Eixo de Logradouro	32,64816
137	5103 Eixo de Logradouro	32,75776
138	5103 Eixo de Logradouro	32,8171
139	5103 Eixo de Logradouro	32,83312
140	5103 Eixo de Logradouro	33,26469
141	5103 Eixo de Logradouro	33,85244
142	5103 Eixo de Logradouro	33,924
143	5103 Eixo de Logradouro	34,08201
144	5103 Eixo de Logradouro	34,36249
145	5103 Eixo de Logradouro	34,37985
146	5103 Eixo de Logradouro	34,40394
147	5103 Eixo de Logradouro	34,86379
148	5103 Eixo de Logradouro	34,90031
149	5103 Eixo de Logradouro	35,46862
150	5103 Eixo de Logradouro	35,52831
151	5103 Eixo de Logradouro	35,54113
152	5103 Eixo de Logradouro	35,75187
153	5103 Eixo de Logradouro	35,90826
154	5103 Eixo de Logradouro	36,1849
155	5103 Eixo de Logradouro	36,42162
156	5103 Eixo de Logradouro	36,50549
157	5103 Eixo de Logradouro	36,53452
158	5103 Eixo de Logradouro	36,65106

159	5103 Eixo de Logradouro	36,86382
160	5103 Eixo de Logradouro	37,07979
161	5103 Eixo de Logradouro	37,27216
162	5103 Eixo de Logradouro	37,76227
163	5103 Eixo de Logradouro	38,12112
164	5103 Eixo de Logradouro	39,28694
165	5103 Eixo de Logradouro	39,39163
166	5103 Eixo de Logradouro	39,51892
167	5103 Eixo de Logradouro	40,07058
168	5103 Eixo de Logradouro	40,35641
169	5103 Eixo de Logradouro	40,65557
170	5103 Eixo de Logradouro	40,8415
171	5103 Eixo de Logradouro	40,93983
172	5103 Eixo de Logradouro	41,24821
173	5103 Eixo de Logradouro	41,56393
174	5103 Eixo de Logradouro	41,73729
175	5103 Eixo de Logradouro	41,80447
176	5103 Eixo de Logradouro	41,94792
177	5103 Eixo de Logradouro	41,97274
178	5103 Eixo de Logradouro	42,1064
179	5103 Eixo de Logradouro	42,2782
180	5103 Eixo de Logradouro	42,38446
181	5103 Eixo de Logradouro	42,45553
182	5103 Eixo de Logradouro	42,74732
183	5103 Eixo de Logradouro	42,7525
184	5103 Eixo de Logradouro	43,31702
185	5103 Eixo de Logradouro	43,52494
186	5103 Eixo de Logradouro	43,67834
187	5103 Eixo de Logradouro	43,6865
188	5103 Eixo de Logradouro	44,08407
189	5103 Eixo de Logradouro	44,10212
190	5103 Eixo de Logradouro	44,75616
191	5103 Eixo de Logradouro	44,99241
192	5103 Eixo de Logradouro	45,0178
193	5103 Eixo de Logradouro	45,60239
194	5103 Eixo de Logradouro	46,69283
195	5103 Eixo de Logradouro	46,75151
196	5103 Eixo de Logradouro	47,62971
197	5103 Eixo de Logradouro	47,95193
198	5103 Eixo de Logradouro	48,06634
199	5103 Eixo de Logradouro	48,31781
200	5103 Eixo de Logradouro	48,81845
201	5103 Eixo de Logradouro	48,81897
202	5103 Eixo de Logradouro	48,83692
203	5103 Eixo de Logradouro	48,86695
204	5103 Eixo de Logradouro	49,06284
205	5103 Eixo de Logradouro	49,14859
206	5103 Eixo de Logradouro	49,42146
207	5103 Eixo de Logradouro	49,57579
208	5103 Eixo de Logradouro	49,66546
209	5103 Eixo de Logradouro	50,01226
210	5103 Eixo de Logradouro	50,51247
211	5103 Eixo de Logradouro	50,56008
212	5103 Eixo de Logradouro	50,57676

213	5103	Eixo de Logradouro	50,72493
214	5103	Eixo de Logradouro	51,36292
215	5103	Eixo de Logradouro	51,44101
216	5103	Eixo de Logradouro	52,02635
217	5103	Eixo de Logradouro	52,11553
218	5103	Eixo de Logradouro	52,21191
219	5103	Eixo de Logradouro	52,22086
220	5103	Eixo de Logradouro	52,55643
221	5103	Eixo de Logradouro	52,60823
222	5103	Eixo de Logradouro	53,22117
223	5103	Eixo de Logradouro	53,59068
224	5103	Eixo de Logradouro	54,82722
225	5103	Eixo de Logradouro	54,95526
226	5103	Eixo de Logradouro	55,61377
227	5103	Eixo de Logradouro	55,78152
228	5103	Eixo de Logradouro	55,85342
229	5103	Eixo de Logradouro	56,14837
230	5103	Eixo de Logradouro	56,38762
231	5103	Eixo de Logradouro	56,58487
232	5103	Eixo de Logradouro	56,88521
233	5103	Eixo de Logradouro	57,00431
234	5103	Eixo de Logradouro	57,09752
235	5103	Eixo de Logradouro	57,10541
236	5103	Eixo de Logradouro	57,42134
237	5103	Eixo de Logradouro	57,7407
238	5103	Eixo de Logradouro	57,77309
239	5103	Eixo de Logradouro	57,81876
240	5103	Eixo de Logradouro	58,06005
241	5103	Eixo de Logradouro	58,5112
242	5103	Eixo de Logradouro	58,98798
243	5103	Eixo de Logradouro	59,47685
244	5103	Eixo de Logradouro	59,55132
245	5103	Eixo de Logradouro	59,5517
246	5103	Eixo de Logradouro	59,76322
247	5103	Eixo de Logradouro	59,95635
248	5103	Eixo de Logradouro	60,478
249	5103	Eixo de Logradouro	60,51652
250	5103	Eixo de Logradouro	60,7001
251	5103	Eixo de Logradouro	60,70089
252	5103	Eixo de Logradouro	61,2416
253	5103	Eixo de Logradouro	61,2804
254	5103	Eixo de Logradouro	61,28882
255	5103	Eixo de Logradouro	61,42885
256	5103	Eixo de Logradouro	61,46761
257	5103	Eixo de Logradouro	61,64684
258	5103	Eixo de Logradouro	61,84725
259	5103	Eixo de Logradouro	62,02436
260	5103	Eixo de Logradouro	62,11796
261	5103	Eixo de Logradouro	62,47162
262	5103	Eixo de Logradouro	62,67696
263	5103	Eixo de Logradouro	62,83842
264	5103	Eixo de Logradouro	62,87279
265	5103	Eixo de Logradouro	62,92242
266	5103	Eixo de Logradouro	62,99669

267	5103 Eixo de Logradouro	63,12948
268	5103 Eixo de Logradouro	63,29911
269	5103 Eixo de Logradouro	63,5082
270	5103 Eixo de Logradouro	63,5397
271	5103 Eixo de Logradouro	64,05149
272	5103 Eixo de Logradouro	64,14411
273	5103 Eixo de Logradouro	64,52716
274	5103 Eixo de Logradouro	65,10806
275	5103 Eixo de Logradouro	65,32066
276	5103 Eixo de Logradouro	65,56345
277	5103 Eixo de Logradouro	66,1342
278	5103 Eixo de Logradouro	66,38473
279	5103 Eixo de Logradouro	66,50992
280	5103 Eixo de Logradouro	66,70365
281	5103 Eixo de Logradouro	66,83516
282	5103 Eixo de Logradouro	67,1074
283	5103 Eixo de Logradouro	67,22768
284	5103 Eixo de Logradouro	67,4131
285	5103 Eixo de Logradouro	67,47208
286	5103 Eixo de Logradouro	67,59358
287	5103 Eixo de Logradouro	67,90736
288	5103 Eixo de Logradouro	68,29014
289	5103 Eixo de Logradouro	68,58324
290	5103 Eixo de Logradouro	68,67329
291	5103 Eixo de Logradouro	68,69636
292	5103 Eixo de Logradouro	68,7919
293	5103 Eixo de Logradouro	68,86492
294	5103 Eixo de Logradouro	69,39723
295	5103 Eixo de Logradouro	69,46397
296	5103 Eixo de Logradouro	69,72044
297	5103 Eixo de Logradouro	70,02369
298	5103 Eixo de Logradouro	70,52763
299	5103 Eixo de Logradouro	70,56873
300	5103 Eixo de Logradouro	70,63442
301	5103 Eixo de Logradouro	70,7231
302	5103 Eixo de Logradouro	70,8053
303	5103 Eixo de Logradouro	71,0665
304	5103 Eixo de Logradouro	71,07258
305	5103 Eixo de Logradouro	71,56395
306	5103 Eixo de Logradouro	71,64476
307	5103 Eixo de Logradouro	72,44771
308	5103 Eixo de Logradouro	72,85383
309	5103 Eixo de Logradouro	72,93104
310	5103 Eixo de Logradouro	73,0785
311	5103 Eixo de Logradouro	73,1383
312	5103 Eixo de Logradouro	73,40973
313	5103 Eixo de Logradouro	73,51587
314	5103 Eixo de Logradouro	73,54084
315	5103 Eixo de Logradouro	74,07471
316	5103 Eixo de Logradouro	74,19064
317	5103 Eixo de Logradouro	74,34901
318	5103 Eixo de Logradouro	74,58859
319	5103 Eixo de Logradouro	74,63752
320	5103 Eixo de Logradouro	74,74469

321	5103 Eixo de Logradouro	74,91839
322	5103 Eixo de Logradouro	75,54846
323	5103 Eixo de Logradouro	75,8868
324	5103 Eixo de Logradouro	76,10002
325	5103 Eixo de Logradouro	76,35828
326	5103 Eixo de Logradouro	76,49104
327	5103 Eixo de Logradouro	77,45906
328	5103 Eixo de Logradouro	77,64849
329	5103 Eixo de Logradouro	78,26615
330	5103 Eixo de Logradouro	78,35928
331	5103 Eixo de Logradouro	78,47481
332	5103 Eixo de Logradouro	78,52885
333	5103 Eixo de Logradouro	78,97584
334	5103 Eixo de Logradouro	79,05058
335	5103 Eixo de Logradouro	79,52997
336	5103 Eixo de Logradouro	79,59588
337	5103 Eixo de Logradouro	79,808
338	5103 Eixo de Logradouro	79,84553
339	5103 Eixo de Logradouro	80,02588
340	5103 Eixo de Logradouro	80,22556
341	5103 Eixo de Logradouro	80,3475
342	5103 Eixo de Logradouro	80,51616
343	5103 Eixo de Logradouro	80,63978
344	5103 Eixo de Logradouro	80,88875
345	5103 Eixo de Logradouro	81,27838
346	5103 Eixo de Logradouro	81,37963
347	5103 Eixo de Logradouro	82,07371
348	5103 Eixo de Logradouro	82,15541
349	5103 Eixo de Logradouro	82,43002
350	5103 Eixo de Logradouro	82,95251
351	5103 Eixo de Logradouro	83,21421
352	5103 Eixo de Logradouro	83,4785
353	5103 Eixo de Logradouro	84,04351
354	5103 Eixo de Logradouro	84,4695
355	5103 Eixo de Logradouro	84,80135
356	5103 Eixo de Logradouro	86,2576
357	5103 Eixo de Logradouro	86,28558
358	5103 Eixo de Logradouro	87,23857
359	5103 Eixo de Logradouro	88,00748
360	5103 Eixo de Logradouro	88,09582
361	5103 Eixo de Logradouro	88,18631
362	5103 Eixo de Logradouro	89,10725
363	5103 Eixo de Logradouro	89,26392
364	5103 Eixo de Logradouro	90,17914
365	5103 Eixo de Logradouro	90,20293
366	5103 Eixo de Logradouro	90,20802
367	5103 Eixo de Logradouro	90,51828
368	5103 Eixo de Logradouro	91,10695
369	5103 Eixo de Logradouro	91,15516
370	5103 Eixo de Logradouro	93,06066
371	5103 Eixo de Logradouro	93,06942
372	5103 Eixo de Logradouro	93,35054
373	5103 Eixo de Logradouro	94,00925
374	5103 Eixo de Logradouro	94,28428

375	5103 Eixo de Logradouro	95,9297
376	5103 Eixo de Logradouro	96,11517
377	5103 Eixo de Logradouro	97,6168
378	5103 Eixo de Logradouro	97,85889
379	5103 Eixo de Logradouro	97,93028
380	5103 Eixo de Logradouro	98,45945
381	5103 Eixo de Logradouro	99,24336
382	5103 Eixo de Logradouro	99,34074
383	5103 Eixo de Logradouro	99,45118
384	5103 Eixo de Logradouro	99,89006
385	5103 Eixo de Logradouro	100,9009
386	5103 Eixo de Logradouro	102,1123
387	5103 Eixo de Logradouro	102,2503
388	5103 Eixo de Logradouro	102,4291
389	5103 Eixo de Logradouro	103,3512
390	5103 Eixo de Logradouro	103,4599
391	5103 Eixo de Logradouro	103,6878
392	5103 Eixo de Logradouro	104,8219
393	5103 Eixo de Logradouro	105,7163
394	5103 Eixo de Logradouro	105,9361
395	5103 Eixo de Logradouro	107,9027
396	5103 Eixo de Logradouro	108,5369
397	5103 Eixo de Logradouro	108,6353
398	5103 Eixo de Logradouro	109,7382
399	5103 Eixo de Logradouro	109,883
400	5103 Eixo de Logradouro	110,0907
401	5103 Eixo de Logradouro	110,1845
402	5103 Eixo de Logradouro	110,5837
403	5103 Eixo de Logradouro	110,8872
404	5103 Eixo de Logradouro	112,0921
405	5103 Eixo de Logradouro	112,2321
406	5103 Eixo de Logradouro	113,9564
407	5103 Eixo de Logradouro	114,2005
408	5103 Eixo de Logradouro	114,2633
409	5103 Eixo de Logradouro	114,5605
410	5103 Eixo de Logradouro	114,6866
411	5103 Eixo de Logradouro	118,0308
412	5103 Eixo de Logradouro	118,0953
413	5103 Eixo de Logradouro	119,6179
414	5103 Eixo de Logradouro	121,4722
415	5103 Eixo de Logradouro	122,2523
416	5103 Eixo de Logradouro	122,9141
417	5103 Eixo de Logradouro	123,0205
418	5103 Eixo de Logradouro	125,2532
419	5103 Eixo de Logradouro	125,7584
420	5103 Eixo de Logradouro	128,2624
421	5103 Eixo de Logradouro	128,9932
422	5103 Eixo de Logradouro	129,0212
423	5103 Eixo de Logradouro	129,5236
424	5103 Eixo de Logradouro	133,6971
425	5103 Eixo de Logradouro	133,891
426	5103 Eixo de Logradouro	135,529
427	5103 Eixo de Logradouro	135,5438
428	5103 Eixo de Logradouro	136,0648

429	5103 Eixo de Logradouro	136,2561
430	5103 Eixo de Logradouro	136,2803
431	5103 Eixo de Logradouro	137,8445
432	5103 Eixo de Logradouro	138,6102
433	5103 Eixo de Logradouro	139,7517
434	5103 Eixo de Logradouro	140,2682
435	5103 Eixo de Logradouro	140,5704
436	5103 Eixo de Logradouro	142,058
437	5103 Eixo de Logradouro	142,6179
438	5103 Eixo de Logradouro	143,6445
439	5103 Eixo de Logradouro	145,1754
440	5103 Eixo de Logradouro	146,5029
441	5103 Eixo de Logradouro	148,9922
442	5103 Eixo de Logradouro	149,182
443	5103 Eixo de Logradouro	149,9777
444	5103 Eixo de Logradouro	151,2192
445	5103 Eixo de Logradouro	151,9897
446	5103 Eixo de Logradouro	155,3511
447	5103 Eixo de Logradouro	155,4066
448	5103 Eixo de Logradouro	156,3741
449	5103 Eixo de Logradouro	156,6463
450	5103 Eixo de Logradouro	158,5774
451	5103 Eixo de Logradouro	158,8093
452	5103 Eixo de Logradouro	162,3239
453	5103 Eixo de Logradouro	164,2787
454	5103 Eixo de Logradouro	171,1105
455	5103 Eixo de Logradouro	173,2651
456	5103 Eixo de Logradouro	174,6857
457	5103 Eixo de Logradouro	174,9127
458	5103 Eixo de Logradouro	175,1056
459	5103 Eixo de Logradouro	175,1191
460	5103 Eixo de Logradouro	175,2966
461	5103 Eixo de Logradouro	176,2065
462	5103 Eixo de Logradouro	176,4201
463	5103 Eixo de Logradouro	176,8913
464	5103 Eixo de Logradouro	179,8805
465	5103 Eixo de Logradouro	180,8127
466	5103 Eixo de Logradouro	181,5215
467	5103 Eixo de Logradouro	184,2512
468	5103 Eixo de Logradouro	184,7161
469	5103 Eixo de Logradouro	185,4528
470	5103 Eixo de Logradouro	187,3712
471	5103 Eixo de Logradouro	188,6306
472	5103 Eixo de Logradouro	189,0227
473	5103 Eixo de Logradouro	189,2819
474	5103 Eixo de Logradouro	190,1599
475	5103 Eixo de Logradouro	194,1581
476	5103 Eixo de Logradouro	194,4216
477	5103 Eixo de Logradouro	195,2764
478	5103 Eixo de Logradouro	195,3
479	5103 Eixo de Logradouro	197,2078
480	5103 Eixo de Logradouro	200,1284
481	5103 Eixo de Logradouro	200,2816
482	5103 Eixo de Logradouro	205,9783

483	5103 Eixo de Logradouro	206,9445
484	5103 Eixo de Logradouro	207,3723
485	5103 Eixo de Logradouro	213,5082
486	5103 Eixo de Logradouro	214,953
487	5103 Eixo de Logradouro	215,9681
488	5103 Eixo de Logradouro	217,6142
489	5103 Eixo de Logradouro	225,9017
490	5103 Eixo de Logradouro	226,3723
491	5103 Eixo de Logradouro	227,4008
492	5103 Eixo de Logradouro	230,0369
493	5103 Eixo de Logradouro	231,6957
494	5103 Eixo de Logradouro	232,8828
495	5103 Eixo de Logradouro	234,0294
496	5103 Eixo de Logradouro	242,4936
497	5103 Eixo de Logradouro	242,822
498	5103 Eixo de Logradouro	246,7715
499	5103 Eixo de Logradouro	249,1173
500	5103 Eixo de Logradouro	260,8889
501	5103 Eixo de Logradouro	263,3542
502	5103 Eixo de Logradouro	274,2252
503	5103 Eixo de Logradouro	281,4252
504	5103 Eixo de Logradouro	285,7759
505	5103 Eixo de Logradouro	287,6012
506	5103 Eixo de Logradouro	291,2052
507	5103 Eixo de Logradouro	307,2916
508	5103 Eixo de Logradouro	316,8229
509	5103 Eixo de Logradouro	332,1192
510	5103 Eixo de Logradouro	337,0724
511	5103 Eixo de Logradouro	344,9083
512	5103 Eixo de Logradouro	347,7225
513	5103 Eixo de Logradouro	348,088
514	5103 Eixo de Logradouro	348,5261
515	5103 Eixo de Logradouro	356,0885
516	5103 Eixo de Logradouro	365,6114
517	5103 Eixo de Logradouro	368,151
518	5103 Eixo de Logradouro	391,4208
519	5103 Eixo de Logradouro	398,6826
520	5103 Eixo de Logradouro	405,2729
521	5103 Eixo de Logradouro	514,096
522	5103 Eixo de Logradouro	536,8657
523	5103 Eixo de Logradouro	610,1979
524	5103 Eixo de Logradouro	641,3607
525	5103 Eixo de Logradouro	745,863

Apêndice 11 – Tabela de Atributos do Layer Quadra Definida		
FID	Layer	Length
0	5101_Quadra Definida	0,322025
1	5101_Quadra Definida	4,601087
2	5101_Quadra Definida	6,342931
3	5101_Quadra Definida	12,50314
4	5101_Quadra Definida	18,18253
5	5101_Quadra Definida	32,60597
6	5101_Quadra Definida	36,00035
7	5101_Quadra Definida	55,38622
8	5101_Quadra Definida	63,69217
9	5101_Quadra Definida	88,00307
10	5101_Quadra Definida	104,0579
11	5101_Quadra Definida	108,8672
12	5101_Quadra Definida	139,0621
13	5101_Quadra Definida	140,2513
14	5101_Quadra Definida	142,8602
15	5101_Quadra Definida	144,0244
16	5101_Quadra Definida	147,2363
17	5101_Quadra Definida	161,5994
18	5101_Quadra Definida	180,7297
19	5101_Quadra Definida	190,534
20	5101_Quadra Definida	220,557
21	5101_Quadra Definida	224,4637
22	5101_Quadra Definida	225,8999
23	5101_Quadra Definida	232,3144
24	5101_Quadra Definida	240,433
25	5101_Quadra Definida	243,2634
26	5101_Quadra Definida	259,0943
27	5101_Quadra Definida	261,8545
28	5101_Quadra Definida	262,9351
29	5101_Quadra Definida	266,8861
30	5101_Quadra Definida	266,9254
31	5101_Quadra Definida	271,8831
32	5101_Quadra Definida	276,0747
33	5101_Quadra Definida	278,8198
34	5101_Quadra Definida	282,7048
35	5101_Quadra Definida	282,9484
36	5101_Quadra Definida	285,2379
37	5101_Quadra Definida	289,6519
38	5101_Quadra Definida	290,851
39	5101_Quadra Definida	301,9585
40	5101_Quadra Definida	303,2552
41	5101_Quadra Definida	318,4853
42	5101_Quadra Definida	335,8409
43	5101_Quadra Definida	348,0907
44	5101_Quadra Definida	361,0442
45	5101_Quadra Definida	366,2116
46	5101_Quadra Definida	378,5548
47	5101_Quadra Definida	382,1756
48	5101_Quadra Definida	391,6745
49	5101_Quadra Definida	420,8038
50	5101_Quadra Definida	422,5281

51	5101 Quadra Definida	429,1554
52	5101 Quadra Definida	434,3583
53	5101 Quadra Definida	436,9011
54	5101 Quadra Definida	438,9753
55	5101 Quadra Definida	460,8272
56	5101 Quadra Definida	493,3632
57	5101 Quadra Definida	535,4649
58	5101 Quadra Definida	563,233
59	5101 Quadra Definida	566,5728
60	5101 Quadra Definida	577,7577
61	5101 Quadra Definida	658,5251
62	5101 Quadra Definida	680,6904
63	5101 Quadra Definida	728,6594
64	5101 Quadra Definida	770,807
65	5101 Quadra Definida	806,7264

Apêndice 12 – Tabela de Atributos do Layer Quadra Indefinida		
FID	Layer	Length
0	5102_Quadra Indefinida	74,53937
1	5102_Quadra Indefinida	103,9582

Apêndice 13 – Tabela de Atributos do Layer Lote		
FID	Layer	Length
0	2301_Lote	0,551725
1	2301_Lote	0,790569
2	2301_Lote	0,834865
3	2301_Lote	1,35665
4	2301_Lote	1,676574
5	2301_Lote	1,718982
6	2301_Lote	1,726268
7	2301_Lote	1,843177
8	2301_Lote	1,966571
9	2301_Lote	2
10	2301_Lote	2,120377
11	2301_Lote	2,21382
12	2301_Lote	2,414953
13	2301_Lote	2,860629
14	2301_Lote	2,902585
15	2301_Lote	3,220559
16	2301_Lote	3,378905
17	2301_Lote	3,419766
18	2301_Lote	3,834123
19	2301_Lote	3,843761
20	2301_Lote	4,003124
21	2301_Lote	4,280105
22	2301_Lote	4,608481
23	2301_Lote	4,734311
24	2301_Lote	4,750379
25	2301_Lote	5,254046
26	2301_Lote	5,500191
27	2301_Lote	6,582356
28	2301_Lote	6,621495
29	2301_Lote	6,900116
30	2301_Lote	7,828212
31	2301_Lote	7,922102
32	2301_Lote	8,033853
33	2301_Lote	8,35
34	2301_Lote	8,365076
35	2301_Lote	8,481804
36	2301_Lote	8,659867
37	2301_Lote	9,015836
38	2301_Lote	9,331763
39	2301_Lote	9,585682
40	2301_Lote	9,89322
41	2301_Lote	10,03965
42	2301_Lote	10,06179
43	2301_Lote	10,16882
44	2301_Lote	10,23678
45	2301_Lote	10,29328
46	2301_Lote	10,47936
47	2301_Lote	10,52678
48	2301_Lote	10,53638
49	2301_Lote	10,71273
50	2301_Lote	10,73855

51	2301 Lote	10,77161
52	2301 Lote	11,24324
53	2301 Lote	11,35726
54	2301 Lote	11,39372
55	2301 Lote	11,52016
56	2301 Lote	11,52161
57	2301 Lote	11,63052
58	2301 Lote	11,78048
59	2301 Lote	11,81989
60	2301 Lote	11,85696
61	2301 Lote	12,03372
62	2301 Lote	12,07458
63	2301 Lote	12,11994
64	2301 Lote	12,15813
65	2301 Lote	12,17508
66	2301 Lote	12,19241
67	2301 Lote	12,23129
68	2301 Lote	12,24492
69	2301 Lote	12,29564
70	2301 Lote	12,30041
71	2301 Lote	12,39537
72	2301 Lote	12,46549
73	2301 Lote	12,54057
74	2301 Lote	12,54067
75	2301 Lote	12,54682
76	2301 Lote	12,55825
77	2301 Lote	12,57025
78	2301 Lote	12,612
79	2301 Lote	12,67128
80	2301 Lote	12,70816
81	2301 Lote	12,72046
82	2301 Lote	12,75
83	2301 Lote	12,79161
84	2301 Lote	12,80014
85	2301 Lote	12,84141
86	2301 Lote	12,85025
87	2301 Lote	12,88135
88	2301 Lote	12,92056
89	2301 Lote	12,95714
90	2301 Lote	12,96065
91	2301 Lote	12,97019
92	2301 Lote	13,05926
93	2301 Lote	13,05996
94	2301 Lote	13,09432
95	2301 Lote	13,186
96	2301 Lote	13,22592
97	2301 Lote	13,23718
98	2301 Lote	13,27809
99	2301 Lote	13,2841
100	2301 Lote	13,3031
101	2301 Lote	13,31109
102	2301 Lote	13,34811
103	2301 Lote	13,38628
104	2301 Lote	13,40314

105	2301 Lote	13,41073
106	2301 Lote	13,43164
107	2301 Lote	13,44045
108	2301 Lote	13,48088
109	2301 Lote	13,48885
110	2301 Lote	13,52255
111	2301 Lote	13,55174
112	2301 Lote	13,56072
113	2301 Lote	13,59003
114	2301 Lote	13,59619
115	2301 Lote	13,59899
116	2301 Lote	13,64018
117	2301 Lote	13,65957
118	2301 Lote	13,6683
119	2301 Lote	13,72206
120	2301 Lote	13,7235
121	2301 Lote	13,78202
122	2301 Lote	13,81698
123	2301 Lote	13,82191
124	2301 Lote	13,84023
125	2301 Lote	13,86208
126	2301 Lote	13,87303
127	2301 Lote	13,87417
128	2301 Lote	13,9584
129	2301 Lote	13,97033
130	2301 Lote	14,0122
131	2301 Lote	14,02
132	2301 Lote	14,02103
133	2301 Lote	14,10152
134	2301 Lote	14,12171
135	2301 Lote	14,1809
136	2301 Lote	14,19
137	2301 Lote	14,30154
138	2301 Lote	14,31274
139	2301 Lote	14,33006
140	2301 Lote	14,36518
141	2301 Lote	14,37068
142	2301 Lote	14,38976
143	2301 Lote	14,50112
144	2301 Lote	14,51112
145	2301 Lote	14,52009
146	2301 Lote	14,54299
147	2301 Lote	14,54898
148	2301 Lote	14,63012
149	2301 Lote	14,65362
150	2301 Lote	14,6697
151	2301 Lote	14,67267
152	2301 Lote	14,71057
153	2301 Lote	14,72892
154	2301 Lote	14,74027
155	2301 Lote	14,75824
156	2301 Lote	14,75895
157	2301 Lote	14,79667
158	2301 Lote	14,79706

159	2301 Lote	14,82017
160	2301 Lote	14,82663
161	2301 Lote	14,84086
162	2301 Lote	14,84118
163	2301 Lote	14,90388
164	2301 Lote	14,93177
165	2301 Lote	14,93413
166	2301 Lote	14,96021
167	2301 Lote	14,97177
168	2301 Lote	15,00349
169	2301 Lote	15,03085
170	2301 Lote	15,0512
171	2301 Lote	15,0686
172	2301 Lote	15,17667
173	2301 Lote	15,21189
174	2301 Lote	15,24033
175	2301 Lote	15,24508
176	2301 Lote	15,24631
177	2301 Lote	15,25551
178	2301 Lote	15,41779
179	2301 Lote	15,47236
180	2301 Lote	15,50032
181	2301 Lote	15,59971
182	2301 Lote	15,73459
183	2301 Lote	15,74499
184	2301 Lote	15,78001
185	2301 Lote	15,78553
186	2301 Lote	15,80011
187	2301 Lote	15,88065
188	2301 Lote	16,0712
189	2301 Lote	16,09003
190	2301 Lote	16,12176
191	2301 Lote	16,25003
192	2301 Lote	16,26835
193	2301 Lote	16,39067
194	2301 Lote	16,50025
195	2301 Lote	16,56098
196	2301 Lote	16,57204
197	2301 Lote	16,60275
198	2301 Lote	16,70691
199	2301 Lote	17,06615
200	2301 Lote	17,37416
201	2301 Lote	17,86701
202	2301 Lote	17,90871
203	2301 Lote	18,02958
204	2301 Lote	18,08993
205	2301 Lote	18,09231
206	2301 Lote	18,12968
207	2301 Lote	18,30076
208	2301 Lote	18,50243
209	2301 Lote	18,50477
210	2301 Lote	18,69027
211	2301 Lote	18,73898
212	2301 Lote	18,74346

213	2301 Lote	18,78927
214	2301 Lote	18,81208
215	2301 Lote	18,92362
216	2301 Lote	18,92465
217	2301 Lote	18,96582
218	2301 Lote	18,99973
219	2301 Lote	19,02
220	2301 Lote	19,04556
221	2301 Lote	19,10017
222	2301 Lote	19,10552
223	2301 Lote	19,18328
224	2301 Lote	19,29572
225	2301 Lote	19,37027
226	2301 Lote	19,3964
227	2301 Lote	19,53402
228	2301 Lote	19,54714
229	2301 Lote	19,54933
230	2301 Lote	19,58956
231	2301 Lote	19,74847
232	2301 Lote	19,90317
233	2301 Lote	20,05698
234	2301 Lote	20,14126
235	2301 Lote	20,44109
236	2301 Lote	20,49516
237	2301 Lote	20,63319
238	2301 Lote	20,65035
239	2301 Lote	20,70341
240	2301 Lote	20,79833
241	2301 Lote	20,87449
242	2301 Lote	21,00259
243	2301 Lote	21,12175
244	2301 Lote	21,22434
245	2301 Lote	21,35363
246	2301 Lote	21,46123
247	2301 Lote	21,55612
248	2301 Lote	21,5698
249	2301 Lote	22,05191
250	2301 Lote	22,05453
251	2301 Lote	22,13659
252	2301 Lote	22,28315
253	2301 Lote	22,37892
254	2301 Lote	22,4575
255	2301 Lote	22,78173
256	2301 Lote	22,80289
257	2301 Lote	22,84398
258	2301 Lote	23,09
259	2301 Lote	23,15194
260	2301 Lote	23,35951
261	2301 Lote	23,37695
262	2301 Lote	23,52395
263	2301 Lote	23,55421
264	2301 Lote	23,56513
265	2301 Lote	23,62795
266	2301 Lote	23,69615

267	2301 Lote	23,70216
268	2301 Lote	23,80076
269	2301 Lote	23,82781
270	2301 Lote	23,89008
271	2301 Lote	23,89125
272	2301 Lote	23,90035
273	2301 Lote	23,98368
274	2301 Lote	24,01021
275	2301 Lote	24,07027
276	2301 Lote	24,0741
277	2301 Lote	24,12091
278	2301 Lote	24,14848
279	2301 Lote	24,19076
280	2301 Lote	24,22129
281	2301 Lote	24,27671
282	2301 Lote	24,30791
283	2301 Lote	24,32363
284	2301 Lote	24,34895
285	2301 Lote	24,39893
286	2301 Lote	24,41344
287	2301 Lote	24,42003
288	2301 Lote	24,47218
289	2301 Lote	24,4845
290	2301 Lote	24,48931
291	2301 Lote	24,50046
292	2301 Lote	24,54204
293	2301 Lote	24,54279
294	2301 Lote	24,60046
295	2301 Lote	24,62853
296	2301 Lote	24,62853
297	2301 Lote	24,63411
298	2301 Lote	24,65557
299	2301 Lote	24,68117
300	2301 Lote	24,72769
301	2301 Lote	24,72945
302	2301 Lote	24,79484
303	2301 Lote	24,82116
304	2301 Lote	24,86232
305	2301 Lote	24,87195
306	2301 Lote	24,89193
307	2301 Lote	24,90444
308	2301 Lote	24,92065
309	2301 Lote	24,92292
310	2301 Lote	24,94692
311	2301 Lote	24,95319
312	2301 Lote	24,9577
313	2301 Lote	25,00353
314	2301 Lote	25,02058
315	2301 Lote	25,0944
316	2301 Lote	25,1408
317	2301 Lote	25,15831
318	2301 Lote	25,1595
319	2301 Lote	25,19072
320	2301 Lote	25,19229

321	2301 Lote	25,22382
322	2301 Lote	25,22456
323	2301 Lote	25,22606
324	2301 Lote	25,22976
325	2301 Lote	25,23294
326	2301 Lote	25,23999
327	2301 Lote	25,24016
328	2301 Lote	25,30007
329	2301 Lote	25,33586
330	2301 Lote	25,3527
331	2301 Lote	25,37123
332	2301 Lote	25,37596
333	2301 Lote	25,37608
334	2301 Lote	25,41819
335	2301 Lote	25,46863
336	2301 Lote	25,50683
337	2301 Lote	25,56165
338	2301 Lote	25,56564
339	2301 Lote	25,58466
340	2301 Lote	25,6345
341	2301 Lote	25,66949
342	2301 Lote	25,78508
343	2301 Lote	25,90493
344	2301 Lote	25,96543
345	2301 Lote	25,99217
346	2301 Lote	25,99423
347	2301 Lote	26,00574
348	2301 Lote	26,01162
349	2301 Lote	26,02597
350	2301 Lote	26,14884
351	2301 Lote	26,15129
352	2301 Lote	26,17625
353	2301 Lote	26,23023
354	2301 Lote	26,28257
355	2301 Lote	26,29037
356	2301 Lote	26,32547
357	2301 Lote	26,34005
358	2301 Lote	26,38032
359	2301 Lote	26,39175
360	2301 Lote	26,40055
361	2301 Lote	26,42623
362	2301 Lote	26,43012
363	2301 Lote	26,43248
364	2301 Lote	26,46085
365	2301 Lote	26,46725
366	2301 Lote	26,56274
367	2301 Lote	26,58127
368	2301 Lote	26,63409
369	2301 Lote	26,64547
370	2301 Lote	26,66127
371	2301 Lote	26,69001
372	2301 Lote	26,72085
373	2301 Lote	26,73865
374	2301 Lote	26,74012

375	2301 Lote	26,75001
376	2301 Lote	26,79232
377	2301 Lote	26,8143
378	2301 Lote	26,85073
379	2301 Lote	26,88001
380	2301 Lote	26,92024
381	2301 Lote	26,98271
382	2301 Lote	26,99775
383	2301 Lote	27,02562
384	2301 Lote	27,04001
385	2301 Lote	27,04214
386	2301 Lote	27,05296
387	2301 Lote	27,05668
388	2301 Lote	27,11119
389	2301 Lote	27,15144
390	2301 Lote	27,16252
391	2301 Lote	27,16325
392	2301 Lote	27,22433
393	2301 Lote	27,28089
394	2301 Lote	27,50088
395	2301 Lote	27,65099
396	2301 Lote	27,65322
397	2301 Lote	27,68108
398	2301 Lote	27,7165
399	2301 Lote	27,82456
400	2301 Lote	27,86159
401	2301 Lote	27,87141
402	2301 Lote	27,96962
403	2301 Lote	28,01446
404	2301 Lote	28,01558
405	2301 Lote	28,01637
406	2301 Lote	28,06206
407	2301 Lote	28,09168
408	2301 Lote	28,11716
409	2301 Lote	28,13498
410	2301 Lote	28,22057
411	2301 Lote	28,25181
412	2301 Lote	28,25818
413	2301 Lote	28,26194
414	2301 Lote	28,26483
415	2301 Lote	28,28203
416	2301 Lote	28,29871
417	2301 Lote	28,32174
418	2301 Lote	28,38948
419	2301 Lote	28,50512
420	2301 Lote	28,62955
421	2301 Lote	28,68747
422	2301 Lote	28,70866
423	2301 Lote	28,73048
424	2301 Lote	28,74562
425	2301 Lote	28,7785
426	2301 Lote	28,81506
427	2301 Lote	29,04387
428	2301 Lote	29,0838

429	2301 Lote	29,10656
430	2301 Lote	29,11289
431	2301 Lote	29,17513
432	2301 Lote	29,20792
433	2301 Lote	29,32952
434	2301 Lote	29,35895
435	2301 Lote	29,39787
436	2301 Lote	29,44739
437	2301 Lote	29,52227
438	2301 Lote	29,5314
439	2301 Lote	29,60004
440	2301 Lote	29,6445
441	2301 Lote	29,76625
442	2301 Lote	29,79194
443	2301 Lote	29,80414
444	2301 Lote	29,85002
445	2301 Lote	29,89796
446	2301 Lote	29,9389
447	2301 Lote	29,93931
448	2301 Lote	29,93937
449	2301 Lote	30,00996
450	2301 Lote	30,02328
451	2301 Lote	30,0286
452	2301 Lote	30,04739
453	2301 Lote	30,10192
454	2301 Lote	30,31679
455	2301 Lote	30,47965
456	2301 Lote	30,89839
457	2301 Lote	30,98577
458	2301 Lote	31,43504
459	2301 Lote	31,49482
460	2301 Lote	31,71234
461	2301 Lote	31,76076
462	2301 Lote	31,87643
463	2301 Lote	32,00202
464	2301 Lote	32,63466
465	2301 Lote	32,89047
466	2301 Lote	33,0732
467	2301 Lote	33,11457
468	2301 Lote	33,13091
469	2301 Lote	33,16064
470	2301 Lote	33,20781
471	2301 Lote	33,31163
472	2301 Lote	33,54388
473	2301 Lote	33,59613
474	2301 Lote	33,59772
475	2301 Lote	33,62012
476	2301 Lote	33,66605
477	2301 Lote	33,69101
478	2301 Lote	33,69202
479	2301 Lote	33,82029
480	2301 Lote	34,13396
481	2301 Lote	34,63503
482	2301 Lote	34,75699

483	2301 Lote	34,8201
484	2301 Lote	35,18826
485	2301 Lote	35,20033
486	2301 Lote	35,90673
487	2301 Lote	35,99244
488	2301 Lote	36,0276
489	2301 Lote	36,03499
490	2301 Lote	36,34081
491	2301 Lote	36,53772
492	2301 Lote	36,65434
493	2301 Lote	36,85904
494	2301 Lote	36,95328
495	2301 Lote	37,09841
496	2301 Lote	37,51995
497	2301 Lote	37,69013
498	2301 Lote	37,78024
499	2301 Lote	37,83207
500	2301 Lote	38,30291
501	2301 Lote	38,77645
502	2301 Lote	38,79202
503	2301 Lote	38,84003
504	2301 Lote	39,10116
505	2301 Lote	39,20154
506	2301 Lote	39,39412
507	2301 Lote	39,85181
508	2301 Lote	39,90538
509	2301 Lote	39,9132
510	2301 Lote	40,15996
511	2301 Lote	40,29413
512	2301 Lote	40,52004
513	2301 Lote	40,9892
514	2301 Lote	41,01198
515	2301 Lote	41,06735
516	2301 Lote	41,28629
517	2301 Lote	41,48189
518	2301 Lote	41,58145
519	2301 Lote	42,49728
520	2301 Lote	42,64731
521	2301 Lote	43,31667
522	2301 Lote	43,57124
523	2301 Lote	43,65827
524	2301 Lote	43,6934
525	2301 Lote	44,03251
526	2301 Lote	44,13006
527	2301 Lote	44,36742
528	2301 Lote	44,40285
529	2301 Lote	44,7636
530	2301 Lote	45,00547
531	2301 Lote	45,17976
532	2301 Lote	45,35245
533	2301 Lote	45,49554
534	2301 Lote	45,6226
535	2301 Lote	45,80243
536	2301 Lote	46,29544

537	2301 Lote	46,29698
538	2301 Lote	46,31449
539	2301 Lote	46,76956
540	2301 Lote	46,92863
541	2301 Lote	47,42301
542	2301 Lote	47,80606
543	2301 Lote	48,09753
544	2301 Lote	48,51972
545	2301 Lote	48,62595
546	2301 Lote	48,77314
547	2301 Lote	49,16019
548	2301 Lote	49,32297
549	2301 Lote	50,35393
550	2301 Lote	50,71174
551	2301 Lote	51,09598
552	2301 Lote	51,19863
553	2301 Lote	51,41726
554	2301 Lote	51,52769
555	2301 Lote	51,9328
556	2301 Lote	53,36434
557	2301 Lote	53,63711
558	2301 Lote	54,04572
559	2301 Lote	54,08187
560	2301 Lote	54,7883
561	2301 Lote	56,0384
562	2301 Lote	56,44748
563	2301 Lote	57,00422
564	2301 Lote	58,2048
565	2301 Lote	58,92208
566	2301 Lote	62,02448
567	2301 Lote	62,73554
568	2301 Lote	63,35869
569	2301 Lote	64,30339
570	2301 Lote	64,66457
571	2301 Lote	65,91142
572	2301 Lote	66,7801
573	2301 Lote	67,45795
574	2301 Lote	68,04766
575	2301 Lote	69,01213
576	2301 Lote	69,67625
577	2301 Lote	73,79677
578	2301 Lote	74,46191
579	2301 Lote	75,72882
580	2301 Lote	80,21762
581	2301 Lote	81,84992
582	2301 Lote	81,85671
583	2301 Lote	82,19981
584	2301 Lote	82,25845
585	2301 Lote	83,52302
586	2301 Lote	91,25627
587	2301 Lote	94,52585
588	2301 Lote	99,3906
589	2301 Lote	101,9509
590	2301 Lote	101,9876

591	2301_Lote	130,4149
592	2301_Lote	134,5706
593	2301_Lote	137,7041

Apêndice 14 – Tabela de Atributos do Layer Muro		
FID	Layer	Length
0	5734_Muro	1,298692
1	5734_Muro	1,534699
2	5734_Muro	1,67863
3	5734_Muro	1,941778
4	5734_Muro	2,193285
5	5734_Muro	2,546566
6	5734_Muro	2,566437
7	5734_Muro	3,063756
8	5734_Muro	3,668868
9	5734_Muro	3,720013
10	5734_Muro	3,940013
11	5734_Muro	4,230426
12	5734_Muro	4,533209
13	5734_Muro	4,617326
14	5734_Muro	4,813855
15	5734_Muro	4,859887
16	5734_Muro	4,901635
17	5734_Muro	5,034412
18	5734_Muro	5,898686
19	5734_Muro	6,576445
20	5734_Muro	6,735755
21	5734_Muro	6,836059
22	5734_Muro	6,846349
23	5734_Muro	6,852715
24	5734_Muro	7,060475
25	5734_Muro	7,548649
26	5734_Muro	8,063448
27	5734_Muro	8,8377
28	5734_Muro	9,470567
29	5734_Muro	9,702829
30	5734_Muro	9,704349
31	5734_Muro	10,14024
32	5734_Muro	10,17757
33	5734_Muro	10,41213
34	5734_Muro	10,49644
35	5734_Muro	10,64994
36	5734_Muro	10,82532
37	5734_Muro	10,90952
38	5734_Muro	11,29239
39	5734_Muro	11,33273
40	5734_Muro	12,04123
41	5734_Muro	12,28015
42	5734_Muro	12,29109
43	5734_Muro	13,45409
44	5734_Muro	13,62012
45	5734_Muro	14,01004
46	5734_Muro	14,12625
47	5734_Muro	14,64041
48	5734_Muro	14,65125
49	5734_Muro	14,8432
50	5734_Muro	15,70928

51	5734 Muro	15,85016
52	5734 Muro	16,05942
53	5734 Muro	16,2243
54	5734 Muro	16,24846
55	5734 Muro	16,79043
56	5734 Muro	17,02042
57	5734 Muro	17,9481
58	5734 Muro	18,42899
59	5734 Muro	18,64277
60	5734 Muro	18,83482
61	5734 Muro	18,92785
62	5734 Muro	18,97839
63	5734 Muro	20,34268
64	5734 Muro	20,37337
65	5734 Muro	20,57331
66	5734 Muro	21,32489
67	5734 Muro	21,33881
68	5734 Muro	21,93067
69	5734 Muro	22,75728
70	5734 Muro	23,7197
71	5734 Muro	24,17885
72	5734 Muro	24,52146
73	5734 Muro	24,80136
74	5734 Muro	25,30071
75	5734 Muro	25,37883
76	5734 Muro	25,69176
77	5734 Muro	25,9621
78	5734 Muro	26,03949
79	5734 Muro	26,22831
80	5734 Muro	26,28727
81	5734 Muro	26,39792
82	5734 Muro	26,5294
83	5734 Muro	28,45491
84	5734 Muro	30,24893
85	5734 Muro	30,36878
86	5734 Muro	30,4108
87	5734 Muro	30,49016
88	5734 Muro	30,86041
89	5734 Muro	30,95068
90	5734 Muro	30,95136
91	5734 Muro	30,99289
92	5734 Muro	31,22739
93	5734 Muro	31,76578
94	5734 Muro	32,13727
95	5734 Muro	32,27422
96	5734 Muro	32,35667
97	5734 Muro	34,39517
98	5734 Muro	35,0323
99	5734 Muro	35,19099
100	5734 Muro	37,11948
101	5734 Muro	38,37409
102	5734 Muro	38,51275
103	5734 Muro	39,07164
104	5734 Muro	39,25001

105	5734 Muro	39,44295
106	5734 Muro	41,5958
107	5734 Muro	46,65953
108	5734 Muro	49,4119
109	5734 Muro	51,42265
110	5734 Muro	53,69572
111	5734 Muro	57,73603
112	5734 Muro	58,44367
113	5734 Muro	61,19148
114	5734 Muro	62,39674
115	5734 Muro	63,24261
116	5734 Muro	63,84211
117	5734 Muro	65,7882
118	5734 Muro	67,21169
119	5734 Muro	67,24389
120	5734 Muro	70,44554
121	5734 Muro	74,77585
122	5734 Muro	76,19622
123	5734 Muro	83,23234
124	5734 Muro	83,61916
125	5734 Muro	84,30492
126	5734 Muro	87,02484
127	5734 Muro	89,5788
128	5734 Muro	89,97062
129	5734 Muro	91,28977
130	5734 Muro	105,5503
131	5734 Muro	107,4197
132	5734 Muro	109,9127
133	5734 Muro	110,731
134	5734 Muro	112,3899
135	5734 Muro	121,1757
136	5734 Muro	121,5146
137	5734 Muro	123,9721
138	5734 Muro	125,7669
139	5734 Muro	128,2777
140	5734 Muro	135,627
141	5734 Muro	157,7172
142	5734 Muro	165,6488
143	5734 Muro	201,3654

Apêndice 15 – Tabela de Atributos do Layer Muro de Arrimo		
FID	Layer	Length
0	5739 Muro de Arrimo	1,450034
1	5739 Muro de Arrimo	2,629753
2	5739 Muro de Arrimo	3,099435
3	5739 Muro de Arrimo	4,315866
4	5739 Muro de Arrimo	4,490546
5	5739 Muro de Arrimo	7,180446
6	5739 Muro de Arrimo	7,505124
7	5739 Muro de Arrimo	8,885066
8	5739 Muro de Arrimo	9,078381
9	5739 Muro de Arrimo	9,086539
10	5739 Muro de Arrimo	9,78908
11	5739 Muro de Arrimo	10,86819
12	5739 Muro de Arrimo	11,56837
13	5739 Muro de Arrimo	12,2624
14	5739 Muro de Arrimo	13,51033
15	5739 Muro de Arrimo	13,86358
16	5739 Muro de Arrimo	15,13761
17	5739 Muro de Arrimo	16,09283
18	5739 Muro de Arrimo	16,805
19	5739 Muro de Arrimo	16,83131
20	5739 Muro de Arrimo	17,17287
21	5739 Muro de Arrimo	18,16157
22	5739 Muro de Arrimo	19,93267
23	5739 Muro de Arrimo	20,48542
24	5739 Muro de Arrimo	21,31985
25	5739 Muro de Arrimo	22,23392
26	5739 Muro de Arrimo	22,49244
27	5739 Muro de Arrimo	22,71627
28	5739 Muro de Arrimo	23,83521
29	5739 Muro de Arrimo	24,64975
30	5739 Muro de Arrimo	31,07579
31	5739 Muro de Arrimo	35,18615
32	5739 Muro de Arrimo	37,99523
33	5739 Muro de Arrimo	38,87165
34	5739 Muro de Arrimo	40,28301
35	5739 Muro de Arrimo	43,92803
36	5739 Muro de Arrimo	45,68891
37	5739 Muro de Arrimo	46,38473
38	5739 Muro de Arrimo	46,55923
39	5739 Muro de Arrimo	52,60321
40	5739 Muro de Arrimo	52,84221
41	5739 Muro de Arrimo	58,84113
42	5739 Muro de Arrimo	59,97763
43	5739 Muro de Arrimo	65,18355
44	5739 Muro de Arrimo	66,15141
45	5739 Muro de Arrimo	67,43588
46	5739 Muro de Arrimo	127,1124

Apêndice 16 – Tabela de Atributos do Layer Cerca		
FID	Layer	Length
0	5735_Cerca	0,2502
1	5735_Cerca	0,864928
2	5735_Cerca	1,431258
3	5735_Cerca	3,457528
4	5735_Cerca	3,674901
5	5735_Cerca	3,825729
6	5735_Cerca	4,406416
7	5735_Cerca	4,729588
8	5735_Cerca	5,590644
9	5735_Cerca	6,04355
10	5735_Cerca	6,123606
11	5735_Cerca	6,261541
12	5735_Cerca	6,265948
13	5735_Cerca	6,460223
14	5735_Cerca	6,717529
15	5735_Cerca	6,728098
16	5735_Cerca	6,772297
17	5735_Cerca	6,979527
18	5735_Cerca	7,766608
19	5735_Cerca	8,147687
20	5735_Cerca	8,224875
21	5735_Cerca	8,361623
22	5735_Cerca	8,602564
23	5735_Cerca	8,699667
24	5735_Cerca	8,830277
25	5735_Cerca	8,864677
26	5735_Cerca	8,906027
27	5735_Cerca	9,092733
28	5735_Cerca	9,439936
29	5735_Cerca	9,720869
30	5735_Cerca	9,984072
31	5735_Cerca	10,46301
32	5735_Cerca	10,53673
33	5735_Cerca	11,04058
34	5735_Cerca	11,33256
35	5735_Cerca	11,41421
36	5735_Cerca	11,46112
37	5735_Cerca	11,85577
38	5735_Cerca	11,88199
39	5735_Cerca	11,93455
40	5735_Cerca	11,9356
41	5735_Cerca	12,19529
42	5735_Cerca	12,23297
43	5735_Cerca	12,38162
44	5735_Cerca	12,51454
45	5735_Cerca	12,57243
46	5735_Cerca	12,5821
47	5735_Cerca	12,84435
48	5735_Cerca	12,99877
49	5735_Cerca	13,17819
50	5735_Cerca	13,20556

51	5735 Cerca	13,2874
52	5735 Cerca	13,29832
53	5735 Cerca	13,3493
54	5735 Cerca	13,41001
55	5735 Cerca	13,46003
56	5735 Cerca	13,84684
57	5735 Cerca	14,02628
58	5735 Cerca	14,28971
59	5735 Cerca	15,37882
60	5735 Cerca	15,39445
61	5735 Cerca	15,47636
62	5735 Cerca	15,48683
63	5735 Cerca	15,79366
64	5735 Cerca	16,15586
65	5735 Cerca	16,19163
66	5735 Cerca	16,31528
67	5735 Cerca	16,51016
68	5735 Cerca	16,64324
69	5735 Cerca	16,84948
70	5735 Cerca	17,36804
71	5735 Cerca	17,37041
72	5735 Cerca	18,04923
73	5735 Cerca	18,40414
74	5735 Cerca	18,59035
75	5735 Cerca	18,79271
76	5735 Cerca	19,00178
77	5735 Cerca	19,69114
78	5735 Cerca	19,87654
79	5735 Cerca	20,78111
80	5735 Cerca	20,82245
81	5735 Cerca	21,47967
82	5735 Cerca	21,5179
83	5735 Cerca	21,51958
84	5735 Cerca	21,90183
85	5735 Cerca	21,9315
86	5735 Cerca	22,17953
87	5735 Cerca	22,74143
88	5735 Cerca	23,5164
89	5735 Cerca	23,76547
90	5735 Cerca	23,78773
91	5735 Cerca	24,4681
92	5735 Cerca	24,67829
93	5735 Cerca	25,15699
94	5735 Cerca	25,53091
95	5735 Cerca	25,96028
96	5735 Cerca	26,03699
97	5735 Cerca	26,31713
98	5735 Cerca	26,64897
99	5735 Cerca	26,77057
100	5735 Cerca	27,1103
101	5735 Cerca	27,19237
102	5735 Cerca	28,05532
103	5735 Cerca	28,11064
104	5735 Cerca	28,34206

105	5735 Cerca	28,6288
106	5735 Cerca	28,94032
107	5735 Cerca	29,16595
108	5735 Cerca	29,20634
109	5735 Cerca	30,57325
110	5735 Cerca	30,86361
111	5735 Cerca	31,0985
112	5735 Cerca	31,14508
113	5735 Cerca	31,69674
114	5735 Cerca	31,74333
115	5735 Cerca	31,76277
116	5735 Cerca	32,06693
117	5735 Cerca	32,23863
118	5735 Cerca	32,64043
119	5735 Cerca	32,96007
120	5735 Cerca	33,08714
121	5735 Cerca	33,94462
122	5735 Cerca	34,05036
123	5735 Cerca	34,2188
124	5735 Cerca	34,22674
125	5735 Cerca	34,39723
126	5735 Cerca	35,07458
127	5735 Cerca	35,46895
128	5735 Cerca	35,66513
129	5735 Cerca	35,97024
130	5735 Cerca	36,32404
131	5735 Cerca	36,52827
132	5735 Cerca	36,75324
133	5735 Cerca	36,95273
134	5735 Cerca	37,64005
135	5735 Cerca	38,08382
136	5735 Cerca	38,12016
137	5735 Cerca	39,03726
138	5735 Cerca	39,29733
139	5735 Cerca	39,46153
140	5735 Cerca	39,58899
141	5735 Cerca	40,21754
142	5735 Cerca	40,36069
143	5735 Cerca	40,52735
144	5735 Cerca	40,73631
145	5735 Cerca	40,94086
146	5735 Cerca	40,96239
147	5735 Cerca	41,16304
148	5735 Cerca	41,37332
149	5735 Cerca	41,41325
150	5735 Cerca	42,84047
151	5735 Cerca	43,32665
152	5735 Cerca	43,65521
153	5735 Cerca	43,80924
154	5735 Cerca	44,04035
155	5735 Cerca	44,06319
156	5735 Cerca	44,47635
157	5735 Cerca	44,49595
158	5735 Cerca	44,71022

159	5735 Cerca	44,77225
160	5735 Cerca	44,80027
161	5735 Cerca	45,24043
162	5735 Cerca	45,61049
163	5735 Cerca	45,74354
164	5735 Cerca	46,24141
165	5735 Cerca	47,87429
166	5735 Cerca	47,94339
167	5735 Cerca	49,01894
168	5735 Cerca	49,17399
169	5735 Cerca	49,38842
170	5735 Cerca	50,02847
171	5735 Cerca	50,12904
172	5735 Cerca	50,25687
173	5735 Cerca	50,28041
174	5735 Cerca	50,37349
175	5735 Cerca	50,50606
176	5735 Cerca	50,63305
177	5735 Cerca	50,79705
178	5735 Cerca	51,38145
179	5735 Cerca	51,74251
180	5735 Cerca	51,93579
181	5735 Cerca	52,42391
182	5735 Cerca	52,4893
183	5735 Cerca	52,74861
184	5735 Cerca	53,4042
185	5735 Cerca	53,41632
186	5735 Cerca	53,42008
187	5735 Cerca	53,49526
188	5735 Cerca	53,61025
189	5735 Cerca	53,69743
190	5735 Cerca	54,03973
191	5735 Cerca	54,98838
192	5735 Cerca	55,15082
193	5735 Cerca	55,46009
194	5735 Cerca	55,53422
195	5735 Cerca	55,59884
196	5735 Cerca	55,68338
197	5735 Cerca	56,1826
198	5735 Cerca	56,22554
199	5735 Cerca	56,56942
200	5735 Cerca	56,71365
201	5735 Cerca	57,1951
202	5735 Cerca	57,50819
203	5735 Cerca	57,88701
204	5735 Cerca	58,70873
205	5735 Cerca	58,85034
206	5735 Cerca	59,12452
207	5735 Cerca	59,88335
208	5735 Cerca	60,45139
209	5735 Cerca	61,25118
210	5735 Cerca	62,38828
211	5735 Cerca	63,45081
212	5735 Cerca	64,09091

213	5735 Cerca	64,60001
214	5735 Cerca	64,94075
215	5735 Cerca	64,97561
216	5735 Cerca	66,28787
217	5735 Cerca	67,43485
218	5735 Cerca	67,64917
219	5735 Cerca	67,69424
220	5735 Cerca	67,72926
221	5735 Cerca	68,27854
222	5735 Cerca	68,54833
223	5735 Cerca	68,94539
224	5735 Cerca	69,35783
225	5735 Cerca	71,1093
226	5735 Cerca	71,80762
227	5735 Cerca	72,0712
228	5735 Cerca	73,20507
229	5735 Cerca	73,93698
230	5735 Cerca	74,71566
231	5735 Cerca	74,9626
232	5735 Cerca	75,0487
233	5735 Cerca	75,91351
234	5735 Cerca	76,4895
235	5735 Cerca	77,10373
236	5735 Cerca	79,86246
237	5735 Cerca	80,33151
238	5735 Cerca	80,5016
239	5735 Cerca	80,65944
240	5735 Cerca	80,67639
241	5735 Cerca	81,43273
242	5735 Cerca	81,6145
243	5735 Cerca	82,38044
244	5735 Cerca	83,18008
245	5735 Cerca	83,24201
246	5735 Cerca	84,45743
247	5735 Cerca	85,51309
248	5735 Cerca	85,69997
249	5735 Cerca	85,76199
250	5735 Cerca	86,36093
251	5735 Cerca	88,37381
252	5735 Cerca	89,17417
253	5735 Cerca	89,58181
254	5735 Cerca	90,3577
255	5735 Cerca	90,92094
256	5735 Cerca	92,2763
257	5735 Cerca	92,54239
258	5735 Cerca	92,96305
259	5735 Cerca	93,23897
260	5735 Cerca	94,53767
261	5735 Cerca	95,03425
262	5735 Cerca	95,82292
263	5735 Cerca	96,30765
264	5735 Cerca	96,39389
265	5735 Cerca	97,65249
266	5735 Cerca	100,3887

267	5735 Cerca	102,5979
268	5735 Cerca	104,3342
269	5735 Cerca	105,5244
270	5735 Cerca	106,3925
271	5735 Cerca	107,1925
272	5735 Cerca	108,1205
273	5735 Cerca	108,691
274	5735 Cerca	111,9328
275	5735 Cerca	112,7145
276	5735 Cerca	113,6605
277	5735 Cerca	114,1204
278	5735 Cerca	117,5953
279	5735 Cerca	125,7419
280	5735 Cerca	126,729
281	5735 Cerca	129,5044
282	5735 Cerca	132,3223
283	5735 Cerca	139,0534
284	5735 Cerca	139,3722
285	5735 Cerca	141,419
286	5735 Cerca	142,0072
287	5735 Cerca	147,7063
288	5735 Cerca	149,7358
289	5735 Cerca	154,7402
290	5735 Cerca	160,6365
291	5735 Cerca	161,6667
292	5735 Cerca	162,4515
293	5735 Cerca	162,5737
294	5735 Cerca	164,6966
295	5735 Cerca	164,7217
296	5735 Cerca	171,5467
297	5735 Cerca	181,5151
298	5735 Cerca	185,8883
299	5735 Cerca	188,3331
300	5735 Cerca	195,6986
301	5735 Cerca	199,8163
302	5735 Cerca	203,5541
303	5735 Cerca	209,1876
304	5735 Cerca	210,2723
305	5735 Cerca	215,9889
306	5735 Cerca	223,2666
307	5735 Cerca	227,8099
308	5735 Cerca	230,3863
309	5735 Cerca	232,8284
310	5735 Cerca	236,129
311	5735 Cerca	238,3327
312	5735 Cerca	253,0762
313	5735 Cerca	253,2154
314	5735 Cerca	255,2345
315	5735 Cerca	259,1892
316	5735 Cerca	259,4123
317	5735 Cerca	265,941
318	5735 Cerca	270,7148
319	5735 Cerca	286,2059
320	5735 Cerca	316,5294

321	5735 Cerca	318,2117
322	5735 Cerca	318,7804
323	5735 Cerca	323,249
324	5735 Cerca	335,2784
325	5735 Cerca	349,2061
326	5735 Cerca	361,5695
327	5735 Cerca	377,0298
328	5735 Cerca	388,5601
329	5735 Cerca	396,2263
330	5735 Cerca	407,2899
331	5735 Cerca	408,3563
332	5735 Cerca	413,9141
333	5735 Cerca	484,9815
334	5735 Cerca	528,4996
335	5735 Cerca	738,1319

Apêndice 17 - Tabela de Atributos do Layer Limite de Bairro		
FID	Layer	Length
0	5904_Limite de Bairro	466,8604
1	5904_Limite de Bairro	2633,47
2	5904_Limite de Bairro	3237,39

Apêndice 18 – Tabela de Atributos do Layer Limite de Setor		
FID	Layer	Length
0	5903_Limite de Setor	109,5589
1	5903_Limite de Setor	115,5308
2	5903_Limite de Setor	157,8234
3	5903_Limite de Setor	170,5285
4	5903_Limite de Setor	186,4004
5	5903_Limite de Setor	195,0148
6	5903_Limite de Setor	273,7185
7	5903_Limite de Setor	394,8791
8	5903_Limite de Setor	652,6263
9	5903_Limite de Setor	1155,112
10	5903_Limite de Setor	1235,118
11	5903_Limite de Setor	1492,855
12	5903_Limite de Setor	2109,591
13	5903_Limite de Setor	2145,746

Apêndice 19 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 5 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum \bar{y}^2 - (\sum \bar{y})^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum \bar{x}^2 - (\sum \bar{x})^2 / n \right]$
6829395	6829395,87	0,586302	658903,14	658902,9354	0,1449
6829464	6829463,93	0,306186	658990,61	658990,1186	0,347283
6829477	6829476,235	0,559017	659047,37	659047,8738	0,356476
6829462	6829463,074	0,637377	659057,48	659057,3496	0,092439
6829396	6829395,02	0,586302	658902,9354	658903,14	0,1449
6829464	6829463,93	0,306186	658990,61	658990,1186	0,347283
6829498	6829498,302	0,5	659194,16	659193,7736	0,273549
6829579	6829579,858	0,559017	659364,25	659364,0402	0,149053
6829651	6829651,797	0,375	659533,57	659532,8928	0,478671
6829770	6829769,989	0	659665,76	659664,9207	0,593544
6829829	6829829,343	0,433013	659918,58	659917,9616	0,4375
6829286	6829287,074	0,484123	659549,85	659549,3756	0,335301
6829565	6829566,238	0,559017	659924,22	659923,8082	0,291062
6829475	6829475,784	0,5	659984,88	659984,3657	0,363428
6829675	6829674,716	0	660229,64	660228,9057	0,519282
6829533	6829533,617	0,330719	660196,8	660196,2402	0,395902
6829862	6829861,612	0	660169,09	660168,2317	0,606866
6829893	6829892,312	0,25	660353,43	660352,6855	0,526518
6829790	6829790,328	0,176777	660488,45	660489,2791	0,586302
6829852	6829851,776	0,125	660636,02	660636,8982	0,621081
6829746	6829746,161	0,279508	660750,82	660751,4818	0,467968
6829901	6829901,324	0,306186	660748,23	660748,9524	0,510988
6829552	6829551,814	0,125	660515,81	660516,6062	0,563042
6829944	6829943,79	0,306186	661161,69	661162,4481	0,53594
6829956	6829957,098	0,467707	661450,13	661449,7861	0,243068
6829468	6829468,859	0,599479	661663,14	661663,4451	0,215942
6829300	6829300,152	0,176777	661471,84	661471,0156	0,582856
6829024	6829024,688	0,330719	661456,1	661456,8369	0,521042
6828807	6828807,688	0,375	661668,85	661669,4346	0,413251
6828515	6828515,257	0,25	661600,54	661601,2655	0,512776
6828448	6828448,641	0,484123	661721,67	661721,928	0,181882
6828311	6828312,131	0,484123	661825,65	661825,3554	0,208171
6828372	6828372,33	0,414578	661514,7	661515,1708	0,332926
6828267	6828267,858	0,306186	661648,671	661649,3478	0,478799
6828180	6828180,567	0,544862	661801,36	661801,45	0,063469
6827903	6827902,381	0,559017	661713,64	661713,7932	0,108253
6828283	6828283,556	0,586302	661086,58	661086,565	0,011049
6828327	6828328,055	0,433013	661074,3	661073,7976	0,354932
6827987	6827986,983	0,176777	660853,6	660852,8862	0,504738
6828144	6828143,516	0,515388	660787,66	660787,1997	0,325135
6828116	6828114,953	0,53033	660629,65	660630,0557	0,287262
6828235	6828234,045	0,544862	660502,87	660502,6014	0,189443
6828315	6828314,005	0,612372	660530,46	660530,3552	0,075745
6828228	6828227,336	0,586302	660333,89	660333,6253	0,186521
6828342	6828341,224	0,484123	660734,88	660735,4732	0,419408
6828390	6828389,498	0,586302	660332,13	660332,2414	0,078902
6828117	6828116,43	0,572822	660053,59	660053,3807	0,147819
6828401	6828399,996	0,5	659808,02	659808,3812	0,255075
6828262	6828261,324	0,515388	659475,07	659474,5953	0,335483
6828185	6828184,601	0,433013	659415,73	659415,1535	0,407899

6828359	6828358,574	0,450694	659264,48	659264,1572	0,227772
6828211	6828209,916	0,544862	659268,48	659268,8586	0,267685
6827924	6827923,173	0,586302	659212,9	659212,6829	0,153093
6828075	6828074,435	0,375	659345,6	659346,2525	0,461401
6828037	6828036,706	0,467707	659190,79	659191,1402	0,248039
6827923	6827922,561	0,433013	659022,53	659022,3091	0,155859
6827965	6827964,649	0,559017	658911,15	658911,2848	0,095043
6828167	6828166,55	0,586302	659004,0777	659003,6393	0,310147
6828215	6828214,675	0,484123	659038,84	659038,4188	0,297696
6828553	6828553,569	0,279508	659202,65	659202,0435	0,429048
6828476	6828475,61	0,125	659010,03	659009,3087	0,510151
6829054	6829055,116	0,484123	659049,29	659049,4027	0,078902
6828986	6828986,49	0,353553	659387,89	659387,2519	0,451235
6829132	6829132,208	0,467707	659331,59	659331,158	0,305388
6829972	6829971,708	0	659677,11	659676,0968	0,716454
6830137	6830135,879	0,637377	660075,21	660075,1404	0,050631
6830120	6830119,791	0,176777	660142,32	660141,4801	0,593956
6830092	6830092,432	0	660275,28	660274,3585	0,651583
6830076	6830076,239	0,216506	660328,76	660328,0304	0,516098
6829990	6829989,731	0,125	660470,01	660470,6697	0,4664
6829967	6829966,967	0	660941,43	660942,2362	0,569938
6829793	6829793,517	0,125	660972,65	660973,276	0,442632
6829768	6829769,229	0,544862	661210,99	661210,7242	0,1875
6829483	6829483,426	0	661226,22	661227,1496	0,657272
6829074	6829072,91	0,450694	661758,93	661759,4333	0,355791
6829044	6829043,654	0,559017	660787,6	660788,122	0,369259
6828898	6828898,408	0,176777	660693,61	660694,3949	0,555072
6828757	6828757,672	0,176777	660909,99	660910,6706	0,481214
6828706	6828706,118	0,176777	660775,84	660776,6998	0,607871
6828711	6828710,63	0,414578	660606,7	660607,4114	0,503043
6828527	6828525,992	0,612372	660295,75	660295,9195	0,120018
6828573	6828572,532	0,572822	660432,68	660433,2066	0,372223
6828443	6828441,701	0,572822	660658,46	660658,8049	0,24357
6828535	6828534,462	0,559017	660008,4	660008,4754	0,052987
6828225	6828225,115	0,176777	659943,38	659944,2489	0,614462
6829401	6829401,669	0,386251	660972,32	660973,0827	0,355889
6829306	6829306,451	0,383898	658946,05	658945,3683	0,358371
6829323	6829322,714	0,384812	659767,53	659766,6685	0,358502
6828565	6828565,867	0,382762	661807,46	661807,897	0,358525
6828547	6828546,726	0,379767	660947,22	660947,982	0,361656
		0,386098			0,356039

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum Ri^2 - \frac{(\sum Ri)^2}{n} \right]} = 0,610371$$

onde: $Ri2 = 0,386098$ $x1,6449 = 0,635093$

$Ri = 0,356039$ $x1,6449 = 0,585649$

PEC = $1,003999$ $x 1,6449 = 1,003999$

Apêndice 20 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 10 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829395,02	6829396,815	1,268611	658903,14	658902,6978	0,312305
6829463,53	6829464,316	0,559017	658990,61	658989,2959	0,929195
6829462,17	6829464,05	1,322876	659057,48	659056,9846	0,350258
6829477,03	6829475,354	1,179248	659047,37	659048,3948	0,724501
6829305,97	6829306,954	0,684653	658946,05	658944,459	1,124946
6830136,79	6830134,91	1,328768	660075,21	660075,0167	0,137553
6830075,94	6830076,502	0,395285	660328,76	660327,1499	1,138536
6830120,11	6830119,442	0,450694	660142,32	660140,5733	1,235018
6830092,37	6830092,517	0,125	660275,28	660273,3449	1,368236
6829892,7	6829891,919	0,53033	660353,43	660351,83	1,131384
6829989,92	6829989,591	0,216506	660470,01	660471,4151	0,993632
6829851,58	6829851,913	0,25	660636,02	660637,8673	1,306254
6829073,51	6829072,128	0,976281	661758,93	661760,0222	0,772292
6828514,93	6828515,761	0,599479	661600,54	661602,0802	1,089052
6828267,376	6828268,232	0,599479	661648,671	661650,1773	1,065139
6828311,48	6828312,947	1,038328	661825,65	661824,8888	0,538439
6828179,8	6828181,504	1,21192	661801,36	661801,5712	0,149462
6828371,75	6828373,1	0,951972	661514,7	661515,846	0,810394
6828327,41	6828328,793	0,976281	661074,3	661073,1622	0,804574
6828282,71	6828284,558	1,305038	661086,58	661086,5222	0,04134
6828547,01	6828546,364	0,467707	660947,22	660948,9009	1,188579
6828341,9	6828340,456	1,023169	660734,88	660736,0755	0,84534
6828314,86	6828313,051	1,280869	660530,46	660530,2179	0,170806
6828442,51	6828440,78	1,224745	660658,46	660659,1231	0,46888
6828573,33	6828571,709	1,152443	660432,68	660433,7601	0,763789
6828390,34	6828388,561	1,256234	660332,13	660332,3539	0,157805
6828526,87	6828525,039	1,29301	660295,75	660296,121	0,262388
6828225,31	6828224,914	0,306186	659943,38	659945,204	1,289796
6828228,15	6828226,367	1,262438	660333,89	660333,3962	0,349211
6828262,04	6828260,644	0,984251	659475,07	659474,0125	0,747881
6828210,67	6828209,115	1,10397	659268,48	659269,2541	0,54721
6828359,22	6828357,809	1,007782	659264,48	659263,833	0,457548
6828215,37	6828213,931	1,015505	659038,84	659037,9817	0,606765
6828475,81	6828475,395	0,279508	659010,03	659008,4398	1,124512
6827923,2	6827921,576	1,145644	659022,53	659022,0681	0,327007
6827965,46	6827963,633	1,29301	658911,15	658911,4827	0,234895
6827924,01	6827922,24	1,256234	659212,9	659212,5189	0,269276
6828074,94	6828073,895	0,73951	659345,6	659346,9517	0,955875
6828037,36	6828035,988	0,968246	659190,79	659191,5494	0,537077
6828167,366	6828165,733	1,165922	659004,0777	659003,1546	0,652519
6828185,22	6828183,796	0,992157	659415,73	659414,4486	0,90625
6828117,26	6828115,487	1,262438	660053,59	660053,1894	0,282981
6828234,81	6828233,137	1,185854	660502,87	660502,3025	0,401414
6828115,7	6828114,087	1,145644	660629,65	660630,5279	0,620885
6828144,26	6828142,675	1,125	660787,66	660786,7037	0,676131
6827987,05	6827986,928	0	660853,6	660851,9227	1,185957
6827903,16	6827901,467	1,192424	661713,64	661713,9679	0,231493
6828447,97	6828449,552	1,125	661721,67	661722,1807	0,361238
6828565,16	6828566,724	1,111024	661807,46	661808,3336	0,617731
6828807,16	6828808,5	0,951972	661668,85	661669,9687	0,790955

6829024,21	6829025,12	0,649519	661456,1	661457,7715	1,181988
6829300,43	6829299,839	0,433013	661471,84	661469,9834	1,312779
6829467,99	6829469,431	1,015505	661663,14	661664,0923	0,673236
6829956,44	6829958,054	1,145644	661450,13	661449,3486	0,552538
6829944,21	6829943,165	0,728869	661161,69	661163,2792	1,123697
6829966,92	6829966,973	0	660941,43	660943,2307	1,273222
6829793,34	6829793,744	0,306186	660972,65	660974,169	1,074098
6829900,93	6829901,786	0,612372	660748,23	660749,8018	1,111409
6829790,1	6829790,578	0,330719	660488,45	660490,1985	1,23645
6829745,74	6829746,689	0,673146	660750,82	660752,2527	1,012977
6829861,53	6829861,655	0,125	660169,09	660167,2831	1,277672
6829828,73	6829830,073	0,951972	659918,58	659917,3166	0,89343
6829475,08	6829476,59	1,06066	659984,88	659983,8416	0,734209
6829651,21	6829652,404	0,847791	659533,57	659532,1438	1,008448
6829769,89	6829770,056	0	659665,76	659663,9494	1,280297
6829579,05	6829580,761	1,205456	659364,25	659363,7816	0,331088
6829497,59	6829499,107	1,068	659194,16	659193,2641	0,633439
6829184,36	6829183,61	0,53033	660566,7	660568,3695	1,180644
6828898,11	6828898,811	0,484123	660693,61	660695,2458	1,156725
6829044,44	6829042,836	1,131923	660787,6	660788,625	0,724838
6828711,2	6828710,014	0,838525	660606,7	660608,2003	1,060833
6828956,8	6828956,047	0,515388	660446,7	660448,3528	1,168641
6828757,44	6828757,967	0,375	660909,99	660911,5724	1,118962
6829322,82	6829322,552	0,125	659767,53	659765,6912	1,300165
6829286,39	6829287,821	1,007782	659549,85	659548,7837	0,753977
6829131,55	6829132,975	1	659331,59	659330,6725	0,648861
6829054,41	6829056,024	1,145644	659049,29	659049,5462	0,180872
6828986	6828987,085	0,780625	659387,89	659386,5628	0,938476
6828553,15	6828554,063	0,637377	659202,65	659201,3647	0,908873
6828400,71	6828399,197	1,06066	659808,02	659808,7424	0,510749
6828535,24	6828533,423	1,286954	660008,4	660008,3962	0
6828706,14	6828706,142	0	660775,84	660777,6697	1,293718
6829483,38	6829483,404	0	661226,22	661228,1094	1,336052
6829401,29	6829401,983	0,484123	660972,32	660973,8873	1,108219
6829768,45	6829770,06	1,138804	661210,99	661210,4249	0,399432
6829971,82	6829971,948	0,823339	659677,11	659675,1182	0,783008
6829674,63	6829674,838	0,8181	660229,64	660228,0453	0,788546
6829533,16	6829534,07	0,821148	660196,8	660195,4886	0,786891
6829551,69	6829551,978	0,815245	660515,81	660517,5487	0,792028
6829565,44	6829567,091	0,810963	659924,22	659923,3387	0,792823
		Média yi = 0,823029			Média xi = 0,783322

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 1,321143$$

onde: $Ri^2 = 0,823029 \times 1,6449 = 1,3538$
 $Ri = 0,783322 \times 1,6449 = 1,288486$

$$PEC = 1,3221143 \times 1,6449 = 2,173148$$

Apêndice 21 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 15 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829395,02	6829398,762	2,645751	658903,14	658902,3769	0,539798
6829463,53	6829464,906	0,968246	658990,61	658987,2816	2,353547
6829305,97	6829308,179	1,566246	658946,05	658942,8737	2,245954
6829477,03	6829473,181	2,721443	659047,37	659049,5038	1,508763
6829462,17	6829466,301	2,92083	659057,48	659056,0353	1,021557
6829497,59	6829500,747	2,232571	659194,16	659192,3507	1,279295
6829579,05	6829582,54	2,471715	659364,25	659363,1469	0,780077
6829651,21	6829653,506	1,620185	659533,57	659530,527	2,151716
6829565,44	6829568,758	2,345208	659924,22	659922,3131	1,348466
6829475,08	6829478,304	2,281036	659984,88	659982,8622	1,42676
6829533,16	6829534,873	1,205456	660196,8	660193,7033	2,189675
6829674,63	6829675,172	0,375	660229,64	660226,3889	2,298947
6829851,58	6829852,21	0,433013	660636,02	660639,8625	2,717043
6829900,93	6829902,732	1,280869	660748,23	660751,5697	2,361495
6829745,74	6829747,616	1,322876	660750,82	660753,9144	2,188142
6829966,92	6829967,049	0	660941,43	660945,3082	2,74231
6829793,34	6829794,159	0,586302	660972,65	660976,1441	2,470678
6829944,21	6829942,367	1,305038	661161,69	661165,4893	2,686478
6829768,45	6829771,84	2,397916	661210,99	661210,013	0,690689
6829956,44	6829960,093	2,58602	661450,13	661448,5681	1,104412
6829467,99	6829469,343	0,951972	661663,14	661666,2338	2,18764
6829073,51	6829070,454	2,161452	661758,93	661761,105	1,537932
6828807,16	6828809,187	1,436141	661668,85	661670,4317	1,118416
6828565,16	6828568,599	2,436699	661807,46	661808,997	1,086808
6828514,93	6828516,861	1,357848	661600,54	661603,7255	2,252521
6828447,97	6828451,575	2,54951	661721,67	661722,7797	0,78468
6828311,48	6828314,553	2,175862	661825,65	661823,7813	1,321445
6828267,376	6828268,804	1	661648,671	661652,0482	2,388045
6828179,8	6828183,437	2,573908	661801,36	661801,7561	0,280163
6827903,16	6827899,438	2,633913	661713,64	661714,444	0,568651
6827987,05	6827986,778	0,176777	660853,6	660849,9528	2,578977
6828074,94	6828072,96	1,391941	659345,6	659348,5949	2,117692
6828037,36	6828034,503	2,019437	659190,79	659192,4029	1,140518
6827965,46	6827961,723	2,642797	658911,15	658911,6113	0,32626
6827923,2	6827919,61	2,543374	659022,53	659020,7492	1,259292
6828215,37	6828212,501	2,034853	659038,84	659037,0057	1,296922
6828167,366	6828164,222	2,21853	659004,0777	659002,2585	1,28629
6828475,81	6828474,713	0,790569	659010,03	659006,6831	2,366633
6829322,82	6829322,476	0,25	659767,53	659763,7247	2,690746
6829790,1	6829790,973	0,612372	660488,45	660492,088	2,572484
6829989,92	6829989,292	0,433013	660470,01	660473,0948	2,181213
6830075,94	6830077,117	0,838525	660328,76	660325,417	2,363846
6830092,37	6830092,997	0,414578	660275,28	660271,4054	2,739771
6829892,7	6829891,153	1,089725	660353,43	660350,073	2,373766
6829861,53	6829861,648	0	660169,09	660165,3817	2,622115
6829828,73	6829831,413	1,899836	659918,58	659915,8757	1,91226
6829971,82	6829973,237	1	659677,11	659673,2848	2,704795
6829769,89	6829770,36	0,306186	659665,76	659661,9538	2,691426
6829551,69	6829552,499	0,572822	660515,81	660519,4108	2,546132
6829483,38	6829483,282	0,125	661226,22	661230,0098	2,679813

6829401,29	6829402,685	0,992157	660972,32	660975,5885	2,311233
6829286,39	6829289,536	2,222049	659549,85	659547,8749	1,396538
6829300,43	6829298,965	1,030776	661471,84	661467,8015	2,855637
6829044,44	6829041,148	2,331845	660787,6	660789,6753	1,467461
6829184,36	6829182,85	1,068	660566,7	660570,2226	2,490852
6829131,55	6829134,49	2,080415	659331,59	659329,5323	1,455014
6829054,41	6829057,723	2,345208	659049,29	659050,1665	0,619803
6828986	6828988,421	1,713914	659387,89	659384,8792	2,128931
6828956,8	6828955,394	0,992157	660446,7	660450,0926	2,398934
6828898,11	6828899,675	1,111024	660693,61	660696,9857	2,386946
6828706,14	6828706,254	0	660775,84	660779,6817	2,716437
6828757,44	6828758,15	0,5	660909,99	660913,5264	2,500635
6828547,01	6828545,729	0,901388	660947,22	660950,8055	2,535346
6828711,2	6828708,639	1,811422	660606,7	660609,8625	2,236232
6828573,33	6828570,066	2,304886	660432,68	660434,8828	1,557649
6828526,87	6828523,101	2,663409	660295,75	660296,4299	0,48058
6828535,24	6828531,526	2,625	660008,4	660008,7017	0,213954
6828553,15	6828555,093	1,38067	659202,65	659199,8755	1,961824
6828225,31	6828224,399	0,637377	659943,38	659947,1119	2,638821
6828400,71	6828397,421	2,325134	659808,02	659809,2799	0,890762
6828359,22	6828356,317	2,05396	659264,48	659262,9513	1,080952
6828210,67	6828207,41	2,304886	659268,48	659269,9216	1,019284
6828262,04	6828259,27	1,956559	659475,07	659472,6867	1,68522
6828185,22	6828182,568	1,875	659415,73	659412,9106	1,993612
6828228,15	6828224,351	2,689679	660333,89	660332,9587	0,658664
6828390,34	6828386,66	2,601082	660332,13	660332,6089	0,338562
6828234,81	6828231,243	2,524876	660502,87	660501,7414	0,797947
6828314,86	6828311,109	2,65165	660530,46	660529,9098	0,389059
6828341,9	6828338,912	2,117634	660734,88	660737,3194	1,724847
6828442,51	6828438,908	2,546444	660658,46	660659,7737	0,928866
6828282,71	6828286,571	2,732901	661086,58	661086,524	0,04134
6828327,41	6828330,277	2,03101	661074,3	661071,7434	1,807813
6828371,75	6828374,675	2,07289	661514,7	661516,9861	1,616489
6828144,26	6828140,873	2,394656	660787,66	660785,7915	1,321167
6828117,26	6828113,715	2,506242	660053,59	660052,4375	0,81505
6827924,01	6827920,481	1,647055	659212,9	659212,215	1,7123
6828115,7	6828112,235	1,635305	660629,65	660631,6254	1,726094
6829024,21	6829026,511	1,643153	661456,1	661460,1501	1,718713
6830136,79	6830132,875	1,644058	660075,21	660074,5335	1,71251
6830120,11	6830118,959	1,631383	660142,32	660138,6225	1,714907
		Média yi = 1,646673			Média xi = 1,712556

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 2,762692$$

onde: $Ri^2 = 1,646673 \times 1,6449 = 2,708492$

$$Ri = 1,712556 \times 1,6449 = 2,816891$$

$$PEC = 2,762692 \times 1,6449 = 4,544201$$

Apêndice 22 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 20 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829395,02	6829398,762	2,645751	658903,14	658902,3769	0,539798
6829463,53	6829464,906	0,968246	658990,61	658987,2816	2,353547
6829305,97	6829308,179	1,566246	658946,05	658942,8737	2,245954
6829477,03	6829473,181	2,721443	659047,37	659049,5038	1,508763
6829462,17	6829466,301	2,92083	659057,48	659056,0353	1,021557
6829497,59	6829500,747	2,232571	659194,16	659192,3507	1,279295
6829579,05	6829582,54	2,471715	659364,25	659363,1469	0,780077
6829651,21	6829653,506	1,620185	659533,57	659530,527	2,151716
6829565,44	6829568,758	2,345208	659924,22	659922,3131	1,348466
6829475,08	6829478,304	2,281036	659984,88	659982,8622	1,42676
6829533,16	6829534,873	1,205456	660196,8	660193,7033	2,189675
6829674,63	6829675,172	0,375	660229,64	660226,3889	2,298947
6829851,58	6829852,21	0,433013	660636,02	660639,8625	2,717043
6829900,93	6829902,732	1,280869	660748,23	660751,5697	2,361495
6829745,74	6829747,616	1,322876	660750,82	660753,9144	2,188142
6829966,92	6829967,049	0	660941,43	660945,3082	2,74231
6829793,34	6829794,159	0,586302	660972,65	660976,1441	2,470678
6829944,21	6829942,367	1,305038	661161,69	661165,4893	2,686478
6829768,45	6829771,84	2,397916	661210,99	661210,013	0,690689
6829956,44	6829960,093	2,58602	661450,13	661448,5681	1,104412
6829467,99	6829469,343	0,951972	661663,14	661666,2338	2,18764
6829073,51	6829070,454	2,161452	661758,93	661761,105	1,537932
6828807,16	6828809,187	1,436141	661668,85	661670,4317	1,118416
6828565,16	6828568,599	2,436699	661807,46	661808,997	1,086808
6828514,93	6828516,861	1,357848	661600,54	661603,7255	2,252521
6828447,97	6828451,575	2,54951	661721,67	661722,7797	0,78468
6828311,48	6828314,553	2,175862	661825,65	661823,7813	1,321445
6828267,376	6828268,804	1	661648,671	661652,0482	2,388045
6828179,8	6828183,437	2,573908	661801,36	661801,7561	0,280163
6827903,16	6827899,438	2,633913	661713,64	661714,444	0,568651
6827987,05	6827986,778	0,176777	660853,6	660849,9528	2,578977
6828074,94	6828072,96	1,391941	659345,6	659348,5949	2,117692
6828037,36	6828034,503	2,019437	659190,79	659192,4029	1,140518
6827965,46	6827961,723	2,642797	658911,15	658911,6113	0,32626
6827923,2	6827919,61	2,543374	659022,53	659020,7492	1,259292
6828215,37	6828212,501	2,034853	659038,84	659037,0057	1,296922
6828167,366	6828164,222	2,21853	659004,0777	659002,2585	1,28629
6828475,81	6828474,713	0,790569	659010,03	659006,6831	2,366633
6829322,82	6829322,476	0,25	659767,53	659763,7247	2,690746
6829790,1	6829790,973	0,612372	660488,45	660492,088	2,572484
6829989,92	6829989,292	0,433013	660470,01	660473,0948	2,181213
6830075,94	6830077,117	0,838525	660328,76	660325,417	2,363846
6830092,37	6830092,997	0,414578	660275,28	660271,4054	2,739771
6829892,7	6829891,153	1,089725	660353,43	660350,073	2,373766
6829861,53	6829861,648	0	660169,09	660165,3817	2,622115
6829828,73	6829831,413	1,899836	659918,58	659915,8757	1,91226
6829971,82	6829973,237	1	659677,11	659673,2848	2,704795
6829769,89	6829770,36	0,306186	659665,76	659661,9538	2,691426
6829551,69	6829552,499	0,572822	660515,81	660519,4108	2,546132
6829483,38	6829483,282	0,125	661226,22	661230,0098	2,679813

6829401,29	6829402,685	0,992157	660972,32	660975,5885	2,311233
6829286,39	6829289,536	2,222049	659549,85	659547,8749	1,396538
6829300,43	6829298,965	1,030776	661471,84	661467,8015	2,855637
6829044,44	6829041,148	2,331845	660787,6	660789,6753	1,467461
6829184,36	6829182,85	1,068	660566,7	660570,2226	2,490852
6829131,55	6829134,49	2,080415	659331,59	659329,5323	1,455014
6829054,41	6829057,723	2,345208	659049,29	659050,1665	0,619803
6828986	6828988,421	1,713914	659387,89	659384,8792	2,128931
6828956,8	6828955,394	0,992157	660446,7	660450,0926	2,398934
6828898,11	6828899,675	1,111024	660693,61	660696,9857	2,386946
6828706,14	6828706,254	0	660775,84	660779,6817	2,716437
6828757,44	6828758,15	0,5	660909,99	660913,5264	2,500635
6828547,01	6828545,729	0,901388	660947,22	660950,8055	2,535346
6828711,2	6828708,639	1,811422	660606,7	660609,8625	2,236232
6828573,33	6828570,066	2,304886	660432,68	660434,8828	1,557649
6828526,87	6828523,101	2,663409	660295,75	660296,4299	0,48058
6828535,24	6828531,526	2,625	660008,4	660008,7017	0,213954
6828553,15	6828555,093	1,38067	659202,65	659199,8755	1,961824
6828225,31	6828224,399	0,637377	659943,38	659947,1119	2,638821
6828400,71	6828397,421	2,325134	659808,02	659809,2799	0,890762
6828359,22	6828356,317	2,05396	659264,48	659262,9513	1,080952
6828210,67	6828207,41	2,304886	659268,48	659269,9216	1,019284
6828262,04	6828259,27	1,956559	659475,07	659472,6867	1,68522
6828185,22	6828182,568	1,875	659415,73	659412,9106	1,993612
6828228,15	6828224,351	2,689679	660333,89	660332,9587	0,658664
6828390,34	6828386,66	2,601082	660332,13	660332,6089	0,338562
6828234,81	6828231,243	2,524876	660502,87	660501,7414	0,797947
6828314,86	6828311,109	2,65165	660530,46	660529,9098	0,389059
6828341,9	6828338,912	2,117634	660734,88	660737,3194	1,724847
6828442,51	6828438,908	2,546444	660658,46	660659,7737	0,928866
6828282,71	6828286,571	2,732901	661086,58	661086,524	0,04134
6828327,41	6828330,277	2,03101	661074,3	661071,7434	1,807813
6828371,75	6828374,675	2,07289	661514,7	661516,9861	1,616489
6828144,26	6828140,873	2,394656	660787,66	660785,7915	1,321167
6828117,26	6828113,715	2,506242	660053,59	660052,4375	0,81505
6827924,01	6827920,481	1,647055	659212,9	659212,215	1,7123
6828115,7	6828112,235	1,635305	660629,65	660631,6254	1,726094
6829024,21	6829026,511	1,643153	661456,1	661460,1501	1,718713
6830136,79	6830132,875	1,644058	660075,21	660074,5335	1,71251
6830120,11	6830118,959	1,631383	660142,32	660138,6225	1,714907
		1,646673			1,712556

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 2,762692$$

onde: $Ri^2 = 1,646673 \times 1,6449 = 2,708492$

$Ri = 1,712556 \times 1,6449 = 2,816891$

PEC = $2,762692 \times 1,6449 = 4,544201$

Apêndice 23 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 25 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829400	6829395	3,309551	658902	658903,1	0,815724
6829309	6829306	2,150581	658942,3	658946,1	2,652479
6829465	6829464	1,274755	658986,2	658990,6	3,138584
6829463	6829461	1,510381	659217,8	659222	2,995989
6829323	6829323	0	659762,7	659767,5	3,40078
6829290	6829285	3,259601	659702,6	659704,5	1,375887
6829388	6829383	3,395769	660026	660025,8	0,162003
6829265	6829264	1,152443	660315,9	660311,8	2,868433
6829265	6829264	1,152443	660315,9	660311,8	2,868433
6829434	6829433	1,237437	660627,9	660623,6	3,002969
6829328	6829330	1,551209	660877,7	660873,5	2,945965
6828288	6828284	2,875	661487,1	661486	0,780234
6828210	6828208	1,912132	661418,8	661416	2,033082
6828202	6828203	0	661251,1	661246,3	3,378741
6828288	6828283	3,548767	661086,4	661086,6	0,110485
6828338	6828342	2,663409	660738	660734,9	2,237896
6828165	6828169	2,666341	660647,6	660650,7	2,191347
6828310	6828315	3,35643	660529,5	660530,5	0,691307
6828198	6828200	1,419727	660007,5	660003,2	3,029498
6828224	6828225	0,875	659948,1	659943,4	3,337538
6828350	6828353	2,692582	659830,7	659827,8	2,042875
6828308	6828309	1,29301	659872,9	659868,7	3,007173
6828248	6828252	2,51868	659633,8	659633,4	0,308173
6828179	6828182	1,653595	659403,5	659400,8	1,913919
6828182	6828185	2,161452	659412,2	659415,7	2,470851
6828207	6828211	2,836701	659270,4	659268,7	1,2319
6828072	6828075	1,916214	659349,3	659345,6	2,614236
6828212	6828215	2,58602	659036,7	659038,8	1,543241
6827997	6828000	2,592055	659210,4	659208	1,679124
6827956	6827958	1,494783	660696,9	660700,3	2,392769
6827841	6827844	2,179449	660835,2	660838,1	2,065398
6827987	6827987	0,306186	660849	660853,6	3,272085
6827841	6827844	2,179449	660835,2	660838,1	2,065398
6827901	6827903	1,179248	660933,7	660937,9	2,962576
6827998	6827998	0,330719	660934,4	660939	3,238656
6827936	6827933	2,065339	660952,6	660951,1	1,049379
6829623	6829618	3,092329	659145,8	659147	0,820201
6829629	6829624	3,194233	659359,7	659359,4	0,264935
6829558	6829553	3,418699	659368,3	659369,3	0,733211
6829589	6829584	3,266784	659578	659579,5	1,104025
6829388	6829383	3,35643	660026,3	660025,8	0,397594
6829669	6829669	0,216506	660099,1	660103,9	3,406931
6829515	6829511	2,427061	660756,9	660754,8	1,490898
6828860	6828857	1,936492	661684,2	661683,4	0,534229
6829040	6829044	2,855915	660790,2	660787,6	1,822139
6829182	6829184	1,340476	660571,1	660566,7	3,12543
6828990	6828986	2,493742	659384,3	659387,9	2,567806
6828829	6828824	3,21617	658917,4	658916,1	0,906856
6828710	6828706	2,446298	658968,9	658971,5	1,859244
6828588	6828593	3,15238	660290,8	660289,3	1,085122

6828603	6828605	1,44157	660398,8	660394,7	2,965932
6828522	6828527	3,358757	660296,5	660295,8	0,523962
6828569	6828573	2,928844	660435,3	660432,7	1,849105
6828700	6828699	0,572822	660679,7	660675	3,348693
6828759	6828757	0,838525	660914,4	660910	3,152225
6828519	6828521	1,546165	661683,4	661685,5	1,41934
6828575	6828571	2,997395	661785,9	661784,3	1,128683
6828315	6828311	2,71857	661823,2	661825,7	1,757239
6828184	6828180	3,271563	661801,7	661801,4	0,274218
6828108	6828104	2,786687	661786,4	661786,2	0,17539
6828186	6828183	2,484326	661645,4	661645,5	0,07734
6828269	6828267	1,328768	661652,9	661648,7	2,967845
6828475	6828476	0,81968	659005,6	659010	3,158686
6828556	6828553	2,007797	659199,4	659202,7	2,3314
6828082	6828079	2,110243	659668	659666,9	0,751463
6828113	6828117	3,104936	660052	660053,6	1,132301
6828448	6828451	2,598076	660512,8	660510,5	1,633354
6828420	6828425	3,321333	660521,1	660520	0,768013
6828046	6828050	2,636878	660429,5	660428,9	0,445244
6828074	6828076	1,192424	660834,2	660838,8	3,236262
6830077	6830076	1,038328	660324,6	660328,8	2,968298
6829989	6829990	0,53033	660474	660470	2,793665
6829891	6829893	1,357848	660349,2	660353,4	2,999023
6830003	6830002	0,800391	660625,5	660622,1	2,357175
6829967	6829968	0,572822	660196,6	660192,7	2,718638
6829952	6829954	1,205456	660214,8	660218,9	2,854397
6830132	6830137	3,559758	660074,1	660075,2	0,753815
6829472	6829477	3,452807	659050,1	659047,4	1,913887
6829467	6829462	3,65077	659055,5	659057,5	1,389659
6829210	6829213	1,879162	660997,2	660994	2,218805
6829199	6829196	2,692582	661609,9	661610,4	0,333476
6829209	6829209	0	661652,6	661657,8	3,667534
6828375	6828372	2,627975	661517,4	661514,7	1,894624
6828438	6828443	3,201562	660660,2	660658,5	1,228278
6828356	6828359	2,630946	659262,5	659264,3	1,281441
6828051	6828054	2,027159	660374,4	660371,8	1,790682
6828740	6828738	0,883883	660487,1	660482,5	3,257541
6829831	6829827	2,994787	659609,4	659611,6	1,604742
6829570	6829565	2,912795	659921,7	659924,2	1,772973
6829654	6829651	2	659529,9	659533,6	2,630435
		Média yi =2,10883			Média xi = 1,927995

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 3,320086721$$

onde: $Ri^2 = 2,10883 \times 1,6449 = 3,468814467$

$$Ri = 1,927995 \times 1,6449 = 3,171358976$$

$$PEC = 3,320086721 \times 1,6449 = 5,4612$$

Apêndice 24 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 35 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\frac{\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}{n} \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n} \right]$
6829401,675	6829395,02	4,705382556	658901,6236	658903,14	1,072278
6829466,242	6829463,53	1,916213715	658984,6501	658990,61	4,214277
6829310,675	6829305,97	3,326033674	658941,2192	658946,05	3,41593
6829470,304	6829477,03	4,756574398	659050,9606	659047,37	2,538954
6829469,079	6829462,17	4,887803699	659054,7974	659057,48	1,89691
6829710,658	6829707,22	2,430277762	659470,4154	659475,82	3,821646
6829590,559	6829584,04	4,609772229	659577,2389	659579,52	1,612898
6829722,963	6829719,64	2,351860965	659774,6399	659780,45	4,108395
6829668,681	6829669,14	0,306186218	660097,0093	660103,93	4,893644
6829265,694	6829263,68	1,419727086	660317,9434	660311,82	4,329873
6829291,746	6829285,03	4,75	659702,2008	659704,52	1,639806
6828830,849	6828824,28	4,645226044	658917,4443	658916,08	0,964836
6828711,55	6828706,46	3,599045012	658967,6639	658971,5	2,712547
6828109,203	6828103,85	3,785250982	661787,6888	661786,19	1,059854
6828186,396	6828179,8	4,665364402	661801,7272	661801,36	0,259347
6828270,036	6828267,376	1,883314897	661655,0658	661648,671	4,521865
6828211,323	6828207,72	2,546443598	661420,4899	661415,97	3,196067
6828202,822	6828202,52	0,25	661253,2202	661246,3	4,89332
6828377,051	6828371,75	3,75	661517,9938	661514,7	2,329042
6827986,374	6827987,05	0,5	660846,9604	660853,6	4,694929
6827997,851	6827998,36	0,375	660932,4761	660938,98	4,598995
6828163,028	6828168,55	3,905124838	660646,2946	660650,7	3,115121
6828073	6828075,59	1,832859787	660832,34	660838,82	4,582056
6827954,642	6827957,65	2,128673296	660695,4684	660700,33	3,437607
6827840,875	6827843,9	2,143303525	660832,5088	660838,14	3,981893
6827937,234	6827932,7	3,201562119	660953,6396	660951,09	1,802843
6828049,621	6828054,04	3,127499001	660375,3857	660371,83	2,51429
6828044,802	6828050,07	3,727012879	660429,5074	660428,92	0,41546
6828223,559	6828225,31	1,237436867	659950,1057	659943,38	4,75574
6828197,076	6828199,92	2,011684617	660009,3629	660003,2	4,357821
6828111,21	6828117,1	4,164582812	660051,1401	660053,7	1,810141
6828084,197	6828079,28	3,475359694	659668,682	659666,89	1,267167
6828071,347	6828074,94	2,543373744	659351,275	659345,6	4,012827
6828204,906	6828210,5	3,954823005	659271,1481	659268,4	1,943256
6827995,134	6828000,48	3,781120866	659211,0249	659208,02	2,124799
6828178,353	6828181,64	2,321771953	659404,3494	659400,75	2,545125
6828180,992	6828185,22	2,986950786	659411,8107	659415,73	2,771379
6828246,641	6828251,51	3,441474974	659634,5942	659633,35	0,879731
6828758,625	6828757,44	0,829156198	660916,4851	660909,99	4,592753
6829210,058	6829212,95	2,046338193	660999,0711	660994,04	3,557562
6829774,678	6829768,45	4,401704215	661209,8396	661210,99	0,813551
6829772,909	6829772,63	0,176776695	660851,2906	660844,6	4,730957
6829904,303	6829900,93	2,384848004	660754,0372	660748,23	4,106329
6830003,834	6830002,218	1,138804197	660627,2377	660622,1492	3,598112
6829988,871	6829989,92	0,75	660475,7197	660470,01	4,037347
6830077,967	6830075,94	1,430690393	660322,9013	660328,76	4,142718
6830129,369	6830136,79	5,248511694	660073,7589	660075,21	1,026088
6829844,571	6829841,17	2,407670036	660595,97	660590,76	3,684039
6829966,85	6829968,08	0,856956825	660198,9517	660192,73	4,399374
6829952,364	6829953,74	0,968245837	660212,4956	660218,85	4,493227

6829624,453	6829618,2	4,421184796	659145,8727	659146,98	0,782967
6829832,684	6829826,83	4,138236339	659608,2569	659611,64	2,392233
6829571,378	6829565,44	4,200074404	659920,891	659924,22	2,353936
6829832,983	6829828,73	3,007802354	659913,3279	659918,58	3,713774
6829861,827	6829861,53	0,216506351	660162,4609	660169,09	4,687474
6829699,65	6829694,85	3,395769427	660696,1172	660691,52	3,250695
6829568,385	6829566,51	1,316956719	660574,523	660568,82	4,032597
6829208,562	6829208,64	0,125	661650,4985	661657,78	5,148823
6828576,754	6828570,53	4,401704215	661786,4764	661784,3	1,538924
6828571,003	6828565,16	4,132568814	661809,8771	661807,46	1,709135
6828861,9	6828857,4	3,184434801	661684,5846	661683,44	0,80949
6828317,14	6828311,48	4,001952648	661822,2641	661825,65	2,394171
6828289,43	6828283,79	3,990222425	661487,4899	661486	1,053443
6828188,07	6828182,86	3,682729966	661645,7661	661645,52	0,174343
6828517,468	6828521	2,5	661682,4167	661685,45	2,144841
6828365,421	6828359,16	4,430011287	661315,6536	661315,04	0,433998
6828289,55	6828282,71	4,83800062	661086,2342	661086,58	0,245069
6828383,655	6828390,34	4,72857008	660333,3188	660332,13	0,840634
6828520,123	6828526,87	4,771333671	660296,8022	660295,75	0,744118
6828293,207	6828298,284	3,590351654	660287,4468	660282,7309	3,334647
6828426,556	6828431,68	3,620687089	659267,5825	659264,19	2,398857
6828224,74	6828231,37	4,688749833	660399,0291	660399,73	0,495463
6828511,957	6828514,48	1,789727633	661007,948	661001,31	4,693785
6828449,84	6828445	3,425547402	661132,2024	661137,13	3,484322
6828593,99	6828588,16	4,125	660783,7775	660781,63	1,518562
6828740,243	6828738,33	1,352081728	660489,0858	660482,53	4,635624
6829028,266	6829021,79	4,579164771	659474,2837	659476,01	1,220752
6829170,322	6829165,05	3,724916106	659306,1559	659309,39	2,286835
6829475,571	6829470,82	3,358757211	660137,0091	660140,53	2,489676
6829565,119	6829558,6	4,609772229	659810,3066	659812,06	1,239851
6829770,775	6829769,89	0,637377439	659658,8493	659665,76	4,886642
6829559,883	6829558,94	0,661437828	660411,9777	660406,24	4,057178
6829567,588	6829562,85	3,349440252	660944,6423	660941,09	2,511789
6827857,823	6827863,51	4,019483798	661714,6341	661715,04	0,286837
6828193,375	6828199,87	4,592793268	660816,2473	660815,31	0,662728
6828070,115	6828076,83	4,746709387	659406,7405	659406,83	0,064424
6828763,987	6828759,74	3,002603037	659150,3821	659154,92	3,208779
6829863,77	6829858,63	3,635759893	661107,3428	661106,54	0,567684
6829948,461	6829948,68	0,216506351	661066,9363	661061,81	3,624815
6828599,55	6828596,33	2,274175675	659083,7129	659088,08	3,088043

Média yi = 2,950754398

Média xi = 2,683141

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 4,63359727$$

onde: Ri2= 2,950754398 x 1,6449= 4,853695909

Ri = 4,63359727 x 1,6449= 4,413498631

PEC=4,63359727x 1,6449= 7,6218

Apêndice 25 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 45 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829403,726	6829395,02	6,154267	658901,3647	658903,14	1,25536
6829467,514	6829463,53	2,814583	658983,4333	658990,61	5,07471
6829626,599	6829618,2	5,938487	659146,3586	659146,98	0,43931
6829312,468	6829305,97	4,594494	658940,1929	658946,05	4,141583
6829465,776	6829461,36	3,122499	659214,6164	659222,04	5,249302
6829711,497	6829707,22	3,02593	659468,6807	659475,82	5,048266
6829632,72	6829624,09	6,103278	659359,968	659359,37	0,422887
6829723,403	6829719,64	2,660475	659772,6845	659780,45	5,491004
6829668,483	6829669,14	0,484123	660094,8565	660103,93	6,415951
6829392,032	6829383,14	6,288631	660026,26	660025,77	0,346579
6829323,239	6829322,82	0,306186	659758,5725	659767,53	6,333929
6829293,939	6829285,03	6,297321	659702,4749	659704,52	1,446136
6829266,872	6829263,68	2,260393	660319,8069	660311,82	5,647611
6829435,993	6829432,57	2,417385	660631,4465	660623,64	5,520016
6829180,86	6829184,36	2,474874	660574,8414	660566,7	5,756811
6829517,5	6829511,08	4,539755	660758,6189	660754,82	2,686251
6829773,036	6829772,63	0,306186	660853,2115	660844,6	6,089211
6829905,215	6829900,93	3,031089	660755,6062	660748,23	5,21579
6829776,645	6829768,45	5,796012	661209,8557	661210,99	0,802143
6829210,009	6829212,95	2,076656	661000,9431	660994,04	4,881243
6828291,097	6828283,79	5,167507	661487,7981	661486	1,271399
6828212,623	6828207,72	3,466356	661421,9661	661415,97	4,239878
6828110,947	6828103,85	5,020271	661787,7345	661786,19	1,092019
6828270,883	6828267,376	2,481179	661657,0024	661648,671	5,891174
6828318,886	6828311,48	5,238082	661821,0853	661825,65	3,227726
6828378,557	6828371,75	4,813717	661518,6638	661514,7	2,802804
6828189,835	6828182,86	4,930771	661645,2981	661645,52	0,157418
6828202,982	6828202,52	0,306186	661255,0134	661246,3	6,161255
6828291,507	6828282,71	6,218671	661085,831	661086,58	0,529754
6827998,261	6827998,36	0,176777	660930,4307	660938,98	6,04525
6827898,989	6827902,7	2,627975	660930,5278	660937,86	5,184687
6827938,752	6827932,7	4,279311	660954,9302	660951,09	2,715425
6827985,822	6827987,05	0,875	660844,5711	660853,6	6,384404
6827838,76	6827843,9	3,63361	660831,6215	660838,14	4,609309
6827953,302	6827957,65	3,072051	660694,2269	660700,33	4,315542
6828160,991	6828168,55	5,345851	660645,2793	660650,7	3,833001
6828048,172	6828054,04	4,147665	660376,16	660371,83	3,061703
6828043,841	6828050,07	4,403479	660429,8538	660428,92	0,66033
6828109,567	6828117,26	5,438577	660050,3178	660053,59	2,313819
6828196,598	6828199,92	2,351861	660011,4961	660003,2	5,866236
6828086,251	6828079,28	4,929186	659669,2624	659666,89	1,67756
6828245,678	6828251,51	4,125	659635,5251	659633,35	1,538051
6828222,987	6828225,31	1,644118	659952,2966	659943,38	6,304954
6828346,275	6828353,4	5,035809	659833,5571	659827,82	4,056727
6828306,575	6828309,41	2,003902	659876,4452	659868,66	5,504969
6828203,058	6828210,67	5,382263	659271,7504	659268,48	2,3125
6828179,565	6828185,22	4	659411,8663	659415,73	2,732053
6828177,322	6828181,64	3,051639	659405,4802	659400,75	3,344736
6828209,043	6828215,37	4,473883	659034,7108	659038,84	2,919827
6828352,06	6828359,22	5,063657	659261,8591	659264,48	1,853194

6828473,629	6828475,81	1,541104	659001,8728	659010,03	5,767996
6828558,47	6828553,15	3,762479	659196,1459	659202,65	4,599088
6828713,355	6828706,46	4,873397	658966,2915	658971,5	3,682945
6828832,647	6828824,28	5,91608	658917,3394	658916,08	0,890625
6828993,127	6828986	5,040461	659381,4227	659387,89	4,573109
6830127,018	6830136,79	6,910137	660073,4156	660075,21	1,268852
6829889,475	6829892,7	2,284458	660345,5626	660353,43	5,563103
6830079,034	6830075,94	2,186607	660321,308	660328,76	5,269379
6829966,52	6829968,08	1,10397	660200,9742	660192,73	5,829539
6829953,419	6829953,74	0,176777	660210,2264	660218,85	6,097795
6829988,46	6829989,92	1,030776	660477,5176	660470,01	5,308661
6829844,829	6829841,17	2,582997	660597,8645	660590,76	5,023626
6830004,32	6830002,218	1,47902	660629,0448	660622,1492	4,875901
6829209,337	6829208,64	0,484123	661649,0411	661657,78	6,179337
6828863,919	6828857,4	4,608077	661685,1662	661683,44	1,220552
6828578,477	6828570,53	5,619442	661787,2403	661784,3	2,079065
6828571,003	6828565,16	4,132569	661809,8771	661807,46	1,709135
6828516,01	6828521	3,528899	661681,4685	661685,45	2,81532
6828188,47	6828179,8	6,131374	661801,5247	661801,36	0,117448
6828335,032	6828341,9	4,855731	660740,6596	660734,88	4,086781
6828072,744	6828075,59	2,011685	660830,1601	660838,82	6,123475
6828444,27	6828451,21	4,905354	660513,8538	660510,48	2,385641
6828416,556	6828424,87	5,878988	660522,0379	660520,03	1,41977
6828306,343	6828314,86	6,023392	660528,8848	660530,46	1,113768
6828434,159	6828442,51	5,904183	660661,3411	660658,46	2,037221
6828518,033	6828526,87	6,24875	660297,1281	660295,75	0,974467
6827993,526	6828000,48	4,914901	659211,7113	659208,02	2,610147
6828070,139	6828074,94	3,395769	659353,1458	659345,6	5,335646
6829561,37	6829553,2	5,778462	659366,3532	659369,29	2,076597
6829469,34	6829477,03	5,440014	659052,0732	659047,37	3,32563
6829573,044	6829565,44	5,376453	659919,8479	659924,22	3,091559
6829567,307	6829558,6	6,155536	659809,7023	659812,06	1,667196
6829459,731	6829453,95	4,086946	660317,5263	660323,27	4,061403
6829701,458	6829694,85	4,670385	660697,1947	660691,52	4,01263
6829325,897	6829330,05	2,939494	660881,0499	660873,52	5,324435
6829569,202	6829562,85	4,491311	660945,4313	660941,09	3,069786
6830079,008	6830084,43	3,836502	661056,7971	661052,14	3,293078
6829861,746	6829861,53	0,125	660160,4986	660169,09	6,075082
6830117,61	6830120,11	1,763342	660133,2817	660142,32	6,391026
6830049,695	6830045,26	3,132491	660108,062	660114,84	4,792763

Média y1 = 3,774716

Média x1 = 3,63346

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 6,092854351$$

onde: $Ri^2 = 1,646673 \times 1,6449 = 6,209030348$

$Ri = 1,712556 \times 1,6449 = 5,976678354$

PEC = $6,092854351 \times 1,6449 = 10,0221$

Apêndice 26 - Avaliação da transformação da escala - suavização da linha utilizando o parâmetro de 55 metros

Tabela dos valores para cálculo do Erro Padrão e do PEC

y_i	y_i^2	$S_n = \sqrt{1/n-1} \left[\sum y^2 - (\sum y)^2 / n \right]$	x_i	x_i^2	$S_e = \sqrt{1/n-1} \left[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right]$
6829395,02	6829405,968	7,741931284	658903,1	658901,4	1,23719
6829463,53	6829468,919	3,809937664	658990,6	658982,4	5,785682
6829618,2	6829628,266	7,117320423	659147	659146,3	0,467968
6829305,97	6829314,313	5,898887607	658946,1	658939,2	4,825381
6829462,17	6829471,244	6,417748826	659057,5	659053,9	2,546851
6829477,03	6829467,549	6,702378309	659047,4	659052	3,293041
6829461,36	6829467,122	4,075460097	659222	659213,2	6,244353
6829276,15	6829265,956	7,207851622	659153,6	659151,6	1,438391
6829624,09	6829634,435	7,315437444	659359,4	659360,6	0,845701
6829707,22	6829712,302	3,596873642	659475,8	659466,7	6,483773
6829584,04	6829594,48	7,38241153	659579,5	659575,6	2,746891
6829553,38	6829562,891	6,726812024	659369,4	659365,7	2,67815
6830136,79	6830124,789	8,486202036	660075,2	660073,4	1,307701
6829968,08	6829966,619	1,030776406	660192,7	660202,6	6,959627
6829953,74	6829953,843	0,125	660218,9	660208,3	7,46893
6830075,94	6830079,21	2,308273164	660328,8	660319,1	6,81422
6829892,7	6829888,431	3,018174117	660353,4	660343,9	6,754755
6830003,886	6830005,138	0,883883476	660621,9	660631	6,449814
6829841,17	6829846,107	3,493297153	660590,8	660599,2	5,984589
6829989,92	6829987,985	1,369306394	660470	660479,3	6,589852
6829900,93	6829906,163	3,697549864	660748,2	660757,2	6,370499
6829772,63	6829773,823	0,838525492	660844,6	660855,3	7,549931
6829218,83	6829214,992	2,712816802	661636,3	661647,7	8,031622
6829195,59	6829202,609	4,963932413	661608,4	661610	1,127926
6828857,4	6828865,641	5,82693101	661683,4	661685,6	1,559254
6828757,44	6828759,264	1,280868846	660910	660920,3	7,265138
6829044,44	6829034,832	6,793839121	660787,6	660793,4	4,101868
6829285,03	6829296,262	7,942173821	659704,5	659701	2,466177
6829322,82	6829323,417	0,433012702	659767,5	659756,4	7,891739
6828986	6828994,48	5,994789404	659387,9	659380,1	5,527254
6828824,28	6828834,231	7,036733973	658916,1	658918	1,39102
6828706,46	6828715,108	6,116064911	658971,5	658964,9	4,656591
6828475,81	6828473,03	1,968501969	659010	659000	7,092279
6828553,15	6828559,65	4,596194078	659202,7	659194,3	5,909029
6828251,51	6828244,75	4,781147875	659633,4	659635,8	1,700794
6828353,4	6828344,687	6,161878772	659827,8	659834,9	5,033639
6828309,41	6828305,555	2,72431184	659868,7	659877,9	6,521262
6828079,28	6828088,449	6,48315124	659666,9	659669,6	1,937437
6828225,31	6828222,31	2,121320344	659943,4	659954,5	7,866641
6828181,45	6828176,764	3,309550574	659400,7	659406,9	4,358297
6828185,22	6828178,431	4,800716092	659415,7	659410,7	3,568081
6828210,67	6828201,28	6,639135862	659268,5	659272,4	2,765117
6828359,27	6828350,598	6,132648286	659264,3	659260,7	2,588827
6828074,94	6828069,18	4,071624369	659345,6	659355,2	6,811613
6828215,37	6828207,472	5,585975743	659038,8	659033,7	3,606651
6828000,48	6827991,935	6,041522987	659208	659212,5	3,163899
6828117,26	6828107,754	6,72216483	660053,6	660049,8	2,699397
6828199,92	6828196,372	2,506242207	660003,2	660013,6	7,365849
6828054,04	6828046,81	5,111262075	660371,8	660376,9	3,560872
6828050,07	6828043,105	4,924428901	660428,9	660429,9	0,682421

6828168,55	6828159,222	6,595452979	660650,7	660644,1	4,683592
6827957,65	6827952,033	3,972562146	660700,3	660692,9	5,254358
6828075,59	6828071,873	2,630945647	660838,8	660828,2	7,488517
6827987,05	6827985,1	1,386317063	660853,6	660842,3	8,00979
6827843,9	6827836,991	4,886205071	660838,1	660831,1	4,955466
6827998,36	6827998,492	0,125	660939	660928,2	7,652383
6827902,7	6827897,682	3,548767392	660937,9	660928,6	6,543704
6827932,7	6827939,937	5,115845482	660951,1	660956,3	3,717141
6828282,71	6828293,465	7,604480587	661086,6	661085,2	0,944117
6828202,52	6828203,092	0,395284708	661246,3	661256,8	7,406234
6828207,72	6828214,146	4,543195461	661416	661423,4	5,280499
6828283,79	6828292,958	6,484356175	661486	661487,5	1,040853
6828371,75	6828380,335	6,071192222	661514,7	661518,9	2,998006
6828267,376	6828271,984	3,257203555	661648,7	661659	7,319116
6828182,86	6828191,485	6,099436449	661645,5	661645,1	0,279071
6828311,48	6828320,721	6,533567173	661825,7	661819,7	4,187675
6828179,8	6828190,262	7,398268378	661801,4	661801,4	0,049411
6828104,03	6828112,67	6,110953281	661785,6	661788,5	2,036412
6829669,14	6829668,105	0,75	660103,9	660092,9	7,825411
6829383,14	6829394,077	7,733854149	660025,8	660026,4	0,42919
6829263,68	6829267,468	2,678035661	660311,8	660322	7,230527
6828314,86	6828304,496	7,328241604	660530,5	660528,3	1,495517
6829719,64	6829723,826	2,958039892	659780,5	659770,7	6,888419
6828592,71	6828581,713	7,777170115	660289,3	660291,8	1,765625
6828605,28	6828599,549	4,052391269	660394,7	660403,9	6,523835
6828573,33	6828563,64	6,851094803	660432,7	660438,1	3,857461
6828526,87	6828515,87	7,777170115	660295,8	660297,4	1,196563
6829330,05	6829325,06	3,531111723	660873,5	660882,8	6,550473
6829432,57	6829436,257	2,607081702	660623,6	660633,3	6,863574
6829184,36	6829180,103	3,012992698	660566,7	660576,6	7,001656
6829768,45	6829778,536	7,131575913	661211	661210,2	0,56553
6828521	6828514,508	4,589389938	661685,5	661680,6	3,436133
6828570,53	6828580,182	6,823672032	661784,3	661788	2,613909
6828451,21	6828442,695	6,020797289	660510,5	660514,6	2,888745
6828442,51	6828432,195	7,29404723	660658,5	660662	2,516498
6828341,9	6828333,281	6,09559267	660734,9	660742	5,013726
6828424,87	6828414,738	7,163274391	660520	660522,4	1,691726
6828698,7	6828700,502	1,280868846	660675	660685,9	7,721746
6829511,08	6829518,817	5,470089122	660754,8	660759,8	3,523238
6829212,95	6829209,76	2,253469547	660994	661003	6,335046

Média yi = 4,744066379

Média xi = 4,39861

$$S = \sqrt{1/n - 1 \left[\sum Ri^2 - (\sum Ri)^2 / n \right]} = 7,519394188$$

onde: Ri2 = 4,744066379x 1,6449 = 7,803514787

Ri = 4,39861x 1,6449 = 7,235273589

PEC = 7,519394188 x 1,6449 = 12,3686