Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Ciências e Tecnologia
Faculdade de Engenharia

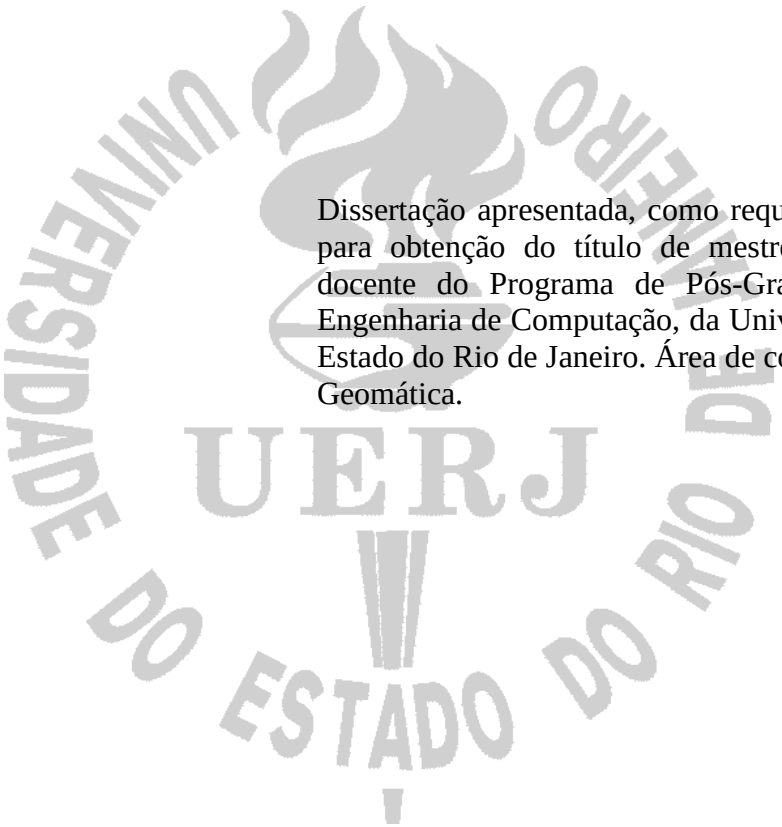
Rafael Lopes da Silva

Uma Metodologia para Auxiliar no Processo de Conversão de Bases Cartográficas Utilizando o Padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais

Rio de Janeiro
2009

Rafael Lopes da Silva

Uma Metodologia para Auxiliar no Processo de Conversão de Bases Cartográficas Utilizando o Padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Orientador: Prof° Dr. Gilberto Pessanha Ribeiro

Rio de Janeiro
2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CTC/B

S586 Silva, Rafael Lopes da

Uma Metodologia para Auxiliar no Processo de Conversão de Bases Cartográficas Utilizando o Padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais / Rafael Lopes da Silva – 2009.

153 fl.

Orientador: Gilberto Pessanha Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Geomática I. Ribeiro, Gilberto Pessanha. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Engenharia. III. Título.

CDU 528

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

_____ _____

Assinatura Data

Rafael Lopes da Silva

Uma Metodologia para Auxiliar no Processo de Conversão de Bases Cartográficas Utilizando o Padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Aprovado em _____

Banca Examinadora _____

_____
Prof° Dr. Gilberto Pessanha Ribeiro (orientador)
Faculdade de Engenharia da UERJ

_____
Prof° Dr. Claudio João Barreto do Santos
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

_____
Profª Drª. Júlia Célia Mercedes Strauch
Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE

Rio de Janeiro
2009

DEDICATÓRIA

Exclusivamente, à pessoa mais importante da minha vida, minha querida mãe Vanda (*in memorian*), que sempre me incentivou para a realização do mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido pai Ednaldo, pelo compreensão, amor e força.

À minha querida irmã Raquel, meu cunhado Alexandre e sobrinhos Heitor e Helena, por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida, pela amizade verdadeira e, principalmente, o amor e força que sempre me deram.

À minha esposa Luane, pelo amor verdadeiro, carinho, compreensão, companheirismo, amizade, força e incentivo para realização desta dissertação.

Á minha tia Marilourdes, pela orientação, profissional e pessoal, e carinho.

Á toda a minha família pelo incentivo.

Ao meu orientador Gilberto Pessanha Ribeiro, pela orientação acadêmica e amizade.

Aos meus amigos do IBGE.

Ao IBGE, por me dar a oportunidade de crescimento profissional e tornar viável a realização desta dissertação, disponibilizando dados e recursos para a conclusão deste trabalho.

À UERJ, universidade que me formei em Engenharia Cartográfica, que me deu agora a oportunidade de obter o grau de Mestre.

Aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, área de concentração em Geomática.

E por fim, à Deus e à meu anjo da guarda São Jorge por ter me dado saúde, paciência e força para realização desta dissertação.

Sorria,
Quando nasceu, você chorava enquanto todos a seu redor sorriam.
Escolha viver sua vida de forma que, quando você for partir,
esteja sorrindo enquanto todos choram.
Não se leva deste mundo nada do que se acumulou.
Na verdade, uma pessoa só leva do mundo aquilo que deu.
Só levamos conosco aquilo que compartilhamos com os outros.
Dê para os outros seu amor sem esperar nada em retorno.
A expectativa pode gerar frustração.
Encontre sua felicidade naquilo que você tem,
não fique buscando alegria em coisas ou objetivos externos.
Lembre-se sempre de que os desafios nos tornam mais fortes.
Não deixe que seus desafios tornem a vida amarga.
Aprecie cada um deles como uma oportunidade de crescimento e superação.

Autor desconhecido.

RESUMO

Silva, Rafael Lopes da. *Uma Metodologia para Auxiliar no Processo de Conversão de Bases Cartográficas Utilizando o Padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais*. 153 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

Na década de 80, o surgimento de programas de computadores mais amigáveis para usuários e produtores de informação e a evolução tecnológica fizeram com que as instituições, públicas e privadas, se aperfeiçoassem em estudos sobre sistemas de produção cartográfica apoiados por computador, visando a implementação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A pouca simultaneidade de forças entre órgãos interessados, resultou em uma grande quantidade de arquivos digitais com a necessidade de padronização. Em 2007, a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) homologou a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) a fim de minimizar o problema da falta de padronização de bases cartográficas. A presente dissertação tem como foco elaborar uma metodologia de trabalho para o processo de conversão de bases cartográficas digitais existentes no padrão da Mapoteca Topográfica Digital (MTD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o padrão da EDGV, bem como suas potencialidades e limitações para integração e padronização de bases cartográficas digitais. Foi feita uma aplicação da metodologia utilizando a carta topográfica de Saquarema, na escala de 1:50.000, vetorizada na Coordenação de Cartografia (CCAR) do IBGE e disponível na Internet. Como a EDGV foi elaborada segundo técnicas de modelagem orientada a objetos, foi necessário um mapeamento para banco de dados relacional, já que este ainda é utilizado pela maioria dos usuários e produtores de informação geográfica. Um dos objetivos específicos é elaborar um esquema de banco de dados, ou seja, um banco de dados vazio contendo todas as classes de objetos, atributos e seus respectivos domínios existentes na EDGV para que possa ser utilizado no processo de produção cartográfica do IBGE. Este esquema conterá todas as descrições dos objetos e de seus respectivos atributos, além de já permitir que o usuário selecione o domínio de um determinado atributo em uma lista pré definida, evitando que ocorra erro no preenchimento dados. Esta metodologia de trabalho será de grande importância para o processo de conversão das bases cartográficas existentes no IBGE e, com isso, gerar e disponibilizar bases cartográficas no padrão da EDGV.

Palavras-chave: EDGV, processo de conversão, base cartográfica, SIG.

ABSTRACT

In the eighties, the appearance of friendlier computer programs for users, information producers and the technological evolution caused the institutions, public and private ones, to perfect themselves regarding studies on cartography production systems supported by computers, aiming at the implementation of Geographic Information Systems (GIS). The little simultaneity of strengths among the interested organizations resulted in a large quantity of digital files in need of standardization. In 2007, the National Commission of Cartography (CONCAR) legitimated the structure of Geospatial Data Vector (EDGV) in order to minimize the problem of lack of cartographic databases of standardization. This dissertation focuses on developing a work methodology to the process of converting existing digital cartographic databases in the standard of Digital Topographic Map Collection, the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the EDGV standard and their potential and limitations for integration and standardization of digital cartographic databases. Was made an application of the methodology using a topographic map of Saquarema, in the scale of 1:50.000, vectored in the IBGE's Cartographic Coordination (CCAR) and available on the Internet. As the EDGV was elaborated according modeling techniques oriented to objects, it was necessary a mapping for relational database, since this is still used by majority of users and producers of geographic information. One of the specific objectives is to elaborate a database scheme, that is, an empty database containing all object classes, attributes and its respective domains in the EDGV so that it can be used in IBGE's production process mapping. This schema will contain all the object descriptions and its respective attributes, besides allowing the user to select the domain of a particular attribute in a predefined list, preventing them from occurring error in fulfilling of the data. This work methodology will be highly importance for the process of cartographic bases conversion which exist in IBGE, therefore, creating and making available cartographic database in the EDGV standard.

Keywords: EDGV, Process of conversion, cartographic database, GIS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre os componentes de um SIG.....26
Quadro 2 – *Softwares* existentes voltados para SIG.....27
Figura 2 – Visão geral dos níveis de abstração.....30
Figura 3 – Notação gráfica das classes de objetos no modelo OMT-G.....32
Figura 4 – Representação dos relacionamentos.....33
Figura 5 – Cardinalidade no modelo OMT-G.....33
Figura 6 – Representação no diagrama de classes da generalização e especialização entre classes.....34
Figura 7 – Exemplos de generalização espacial.....34
Figura 8 – Representação de agregação de acordo com a notação UML.....35
Figura 9 – Exemplo de agregação no modelo OMT-G.....35
Figura 10a – Exemplo de generalização conceitual de acordo com a forma.....35
Figura 10b – Exemplo de generalização conceitual de acordo com a escala.....36
Figura 11 – Exemplo da classe Curva_Nivel representada por uma tabela.....37
Figura 12 – Exemplo dos atributos representados por colunas da tabela.....37
Figura 13 – Exemplo de mapeamento das classes hierárquicas para uma única tabela.....38
Figura 14 – Exemplo de criação de uma tabela para cada classe concreta da modelagem.....39
Figura 15 – Exemplo de mapeamento de cada classe para sua própria tabela.....40
Figura 16 – Estrutura organizacional da CONCAR.....43
Figura 17 – Pacotes das categorias de informações definidas na EDGV.....45
Quadro 3 – Definições gerais das categorias de informação da EDGV.....46
Figura 18a – Relação espacial entre pontos.....50
Figura 18b – Relação espacial entre ponto e linha.....50
Figura 18c – Relação espacial entre ponto e polígono.....50
Figura 18d – Relação espacial entre linhas.....51
Figura 18e – Relação espacial entre linha e polígono.....51
Figura 18f – Relação espacial entre polígonos.....52
Figura 19 – Diagrama de classes da categoria Localidades.....53
Figura 20 – Tipos de conexões do Geomedia.....56
Figura 21 – Geoworkspace com as características de determinado projeto.....57
Figura 22 – Criação de um novo warehouse.....58
Figura 23 – Três tipos de warehouse: Access, CAD e Arcview.....59

Figura 24 – Identificação dos elementos cartográficos da MTD na EDGV.....61
Figura 25 – Parte do esquema de banco de dados criado para utilizar no Geomedia.....62
Figura 26 – Conexão com o banco de dados de interesse.....64
Figura 27 – Visualização das tabelas contidas no banco de dados conectado.....64
Figura 28 – Lista de atributos das tabelas existentes no banco de dados.....65
Figura 29 – Criação da tabela auxiliar de domínios.....65
Figura 30 – Janela da opção Create Table.....66
Figura 31 – Criação da lista de domínios na opção Edit Values.....66
Figura 32 – Localização da ferramenta Define CAD Server Schema File do Geomedia.....67
Figura 33 – Criando um novo arquivo csd.....68
Figura 34 – Seleção da pasta onde estão as bases cartográficas.....68
Figura 35 – Janela de seleção dos arquivos das bases cartográficas.....69
Figura 36 – Janela de seleção do arquivo de referência para o sistema de coordenadas.....69
Figura 37 – Criando uma feature class no arquivo csd.....70
Figura 38 – Seleção das informações sobre elementos cartográficos da MTD.....71
Figura 39 – Critérios de seleção dos elementos da MTD.....72
Figura 40 – Criação de um novo warehouse.....73
Figura 41 – Função *Output Feature Class*.....73
Figura 42 – Aba *advanced* da função *Output Feature Class*.....74
Figura 43 – Exemplo de elemento cartográfico importado para o Geomedia.....75
Figura 44 – Seleção de todos os arquivos de elementos cartográficos pontuais.....76
Figura 45 – Seleção do arquivo de referência para o sistema de coordenadas.....77
Figura 46 – Configuração da aba *General* do arquivo *csd*.....77
Figura 47 – Seleção dos atributos referentes aos elementos cartográficos.....78
Figura 48 – Conexão do arquivo Elementos_Pontuais.csd.....79
Figura 49 – Exemplo de toponímia importada para o Geomedia.....80
Figura 50 – Utilizando a função Output to Feature Class para converter elementos lineares..81
Figura 51 – Seleção da tabela de destino na warehouse EDGV2.1.....82
Figura 52 – Alteração automática do campo Output mode após a seleção da tabela.....82
Figura 53 – As geometrias de um elemento cartográfico em dois bancos de dados.....83
Figura 54 – Localização da função Spatial Query no Geomedia.....84
Figura 55 – Configuração da janela da função Spatial Query.....85
Figura 56 – Janela da função Update Attributes.....85
Figura 57 – Classificação de um elemento cartográfico linear segundo o padrão da EDGV...86

Figura 58 – Função Update Attributes Using Text.....87
Figura 59 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos lineares..88
Figura 60 – Janela da função Insert Label.....89
Figura 61 – Utilização do filtro para separar as células dos elementos pontuais.....90
Figura 62 – Seleção das células para serem convertidas para o padrão EDGV.....90
Figura 63 – Seleção da feature class de destino.....91
Figura 64 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos pontuais.91
Figura 65 – Elementos cartográficos de primitiva geométrica área importados como linha....92
Figura 66 – Nova feature class para utilizar no fechamento dos polígonos.....93
Figura 67 – Utilização da função Insert Area By Face.....94
Figura 68 – Criação de elemento cartográfico de primitiva geométrica área.....94
Figura 69 – Processo de conversão dos elementos de primitiva geométrica área.....95
Figura 70 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos de primitiva geométrica área.....96
Figura 71 – Ilustração da localização da carta topográfica digital de Saquarema.....98
Figura 72 – Carta topográfica digital de Saquarema.....99
Figura 73 – Leitura do arquivo dgn da categoria Hidrografia.....101
Figura 74 – Elementos cartográficos da categoria Hidrografia importados para o geomedia.....101
Figura 75 – Elementos da categoria Hidrografia convertidos para o padrão da EDGV.....102
Figura 76 – Elementos cartográficos com preenchimento de atributos.....102
Figura 77 – Importação dos elementos cartográficos da categoria Hipsografia da MTD.....103
Figura 78 – Curvas de nível segmentadas.....104
Figura 79 – Junção dos segmentos de curva de nível.....105
Figura 80 – Elementos cartográficos convertidos para o padrão da EDGV.....105
Figura 81 – Classe Curva_Nível do padrão da EDGV com os atributos preenchidos.....106
Figura 82 – Elementos cartográficos da categoria Ponto de referência convertidos para o padrão da EDGV com atributo preenchido.....107
Figura 83 – Elementos cartográficos da categoria sistema de transportes importados para o Geomedia.....108
Figura 84 – Elementos da categoria sistema de transportes convertidos para a EDGV.....108
Figura 85 – Recuperação das informações sobre a Rodovia Amaral Peixoto.....109
Figura 86 – Elementos cartográficos da categoria localidades importados para o Geomedia.....110

Figura 87 – Nomes dos elementos cartográficos preenchidos no banco de dados.....111
Figura 88 – Limite político administrativo contido no arquivo dgn da categoria de informação Limites.....111
Figura 89 – Elementos cartográficos da categoria Obras e edificações 1, 2 e 3 convertido para o padrão da EDGV.....112
Figura 90 – Resultado final do processo de conversão da carta topográfica digital de Saquarema para o padrão nacional da EDGV.....113
Figura 91 – Rio permanente no padrão da MTD (Microstation) e da EDGV (Geomedia)....115
Figura 92 – Lista de domínios dos atributos predefinida na EDGV.....116
Figura 93 – Exemplo de rodovias no padrão da EDGV.....116
Figura 94 – Exemplo do elemento cartográfico Barragem.....117
Figura 95 – Exemplo do elemento cartográfico curva de nível intermediária.....118
Figura 96 – Representação do elemento cartográfico limite municipal na EDGV.....118
Figura 97 – Representação de um elemento cartográfico com primitiva geométrica ponto...120
Figura 98 – Definição de estilos de representação dos elementos cartográficos.....121
Figura 99 – Resultado da definição de símbolos para representação de elementos cartográficos.....122
Figura 100 – Representação da Referência de Nível na MTD e na EDGV.....123
Figura 101 – Função de análise espacial Analyze Geometry, do Geomedia.....124
Figura 102 – Resultado da análise espacial para recuperar coordenadas geográficas de um elemento cartográfico.....124
Figura 103 – Geração de dados relativos à classe Ponto_Inicio_Drenagem.....125
Figura 104 – Elementos cartográficos massa d’água e terreno sujeito à inundação no padrão da MTD.....126
Figura 105 – Elementos cartográficos lineares transformados em área no Geomedia.....127
Figura 106 – Transformação em área levando em consideração os “holes”.....128
Figura 107 – Exemplo do elemento área edificada no padrão da MTD e da EDGV.....129
Figura 108 – Seleção de várias cartas topográficas para serem importadas para o Geomedia.....130
Figura 109 – Leitura dos elementos cartográficos no formato shape no ArcGIS.....131
Figura 110 – Diagrama de fluxo de trabalho para o processo de conversão.....134
Quadro 4 – resultados dos objetivos e hipóteses definidos nesta dissertação.....137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo da classe Caatinga na RCO.....48
Tabela 2 – Tipos de primitivas geométricas existentes na RCO e no DC.....49

LISTA DE ABREVIATURAS

BDR	Banco de Dados relacional
CAD	C*omputer Aided Design*.
CCAR	Coordenação de Cartográfica
CEMG	Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais.
CEMND	Comitê Especializado para a Estruturação da Mapoteca Nacional Digital.
CINDE	Comitê de Infraestrutura de Dados Geoespaciais.
CNGEO	Comitê de Nomes Geográficos.
CNMC	Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral.
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia.
DC	Diagrama de Classes
DGC	Diretoria de Geociências
DGN	Design, formato do Microstation.
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro.
EDGV	Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais.
ESRI	Environment Systems Research Institute
ID	Identificador da tabela.
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
MTD	Mapoteca Topográfica Digital
OMT	*Object Modeling Technique*.
OMT-G	*Object Modeling Technique for Geographic*.
RCO	Relação de Classes e Objetos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TBCD	Tabela de Base Cartográfica Digital
UML	*Unified Modeling Language*.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....18

Identificação do problema.....18

Objetivos.....20

Hipóteses.....20

Metodologia.....21

Motivações e contribuições.....21

Estrutura.....22

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....24

1.1 **Sistema de Informação Geográfica – SIG**.....24

1.1.1 Definições.....24

1.1.2 Componentes de um SIG.....25

1.1.3 Aplicações de um SIG.....28

1.2 **Técnicas de modelagem orientada a objetos**.....29

1.2.1 Conceitos básicos.....29

1.2.2 Níveis de abstração de dados geográficos.....30

1.2.3 Visão geral do modelo OMT-G.....31

1.2.4 Diagrama de classes.....31

1.3 **Formas de representação em banco de dados relacional**.....36

1.3.1 Mapeamento de classes de objetos e seus respectivos atributos.....36

1.3.2 Mapeamento de herança.....38

1.3.2.1 Mapear toda hierarquia de classes para uma única tabela.....38

1.3.2.2 Mapear cada classe concreta para sua própria tabela.....39

1.3.2.3 Mapear cada classe para sua própria tabela.....40

CAPÍTULO 2 ESTRUTURA DE DADOS GEOESPACIAIS VETORIAIS – EDGV ...42

2.1 **Estrutura organizacional da CONCAR**.....42

2.2 **Breve histórico**.....43

2.3 **Categorias de informação**.....45

2.4 **Relação de classes e objetos – RCO**.....47

2.5 **Diagrama de classes – DC**.....49

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA PROPOSTA.....54
3.1 **Origem dos dados e infraestrutura**.....54
3.2 **Geomedia como ferramenta de conversão**.....55
3.3 **Metodologia de conversão**.....59
3.3.1 Organização dos dados.....60
3.3.1.1 Comparativo entre MTD e EDGV.....60
3.3.1.2 Esquema de banco de dados – EDGV2.1.....62
3.3.1.3 Utilitário Geomedia Pick List..... 63
3.3.2 Importação dos dados.....67
3.3.3 Conversão de dados de primitiva geométrica.....80
3.3.3.1 Linha.....80
3.3.3.2 Ponto.....88
3.3.3.3 Área.....92

CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO TÍPICA.....97
4.1 **Dados utilizados**.....97
4.2 **Resultados obtidos**.....99
4.2.1 Hidrografia.....100
4.2.2 Hipsografia.....103
4.2.3 Ponto de referência.....106
4.2.4 Sistema de transportes.....107
4.2.5 Localidades.....110
4.2.6 Limites.....111
4.2.7 Obras e edificações 1, 2 e 3.....112
4.2.8 Vegetação.....112
4.2.9 Base cartográfica no padrão EDGV.....113

CAPÍTULO 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....114
5.1 **Primitiva geométrica linha**.....114
5.2 **Primitiva geométrica ponto**.....119
5.3 **Primitiva geométrica área**.....126
5.4 **Sistema computacional**.....129
5.5 **Impactos no processo de conversão**.....131

CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....133

REFERÊNCIAS.....139

ANEXO A..... 141

INTRODUÇÃO

Um importante desafio a ser enfrentado pela sociedade moderna se refere ao volume e diversidade de dados e informações disponíveis nas mais diversas mídias.

A desordem e a carência de padronização nesse universo de dados constitui uma das contradições deste maravilhoso mundo tecnológico, onde se tem: tecnologia de uso e tratamento de dados cada vez mais amigável, acesso, muitas vezes em tempo real, de significativo volume e diversidade de dados, contra a dificuldade de produção de uma dada informação, em face da fragilidade dos sistemas de padronização.

Há, portanto, que se investir em sistemas de gerenciamento de dados que viabilizem acesso a diversas fontes; construção de cadeias de relação entre dados, possibilitando a produção de informação .

No caso da cartografia a situação é a mesma, exigindo esforço no desenvolvimento de metodologias de padronização da informação cartográfica.

Identificação do problema

Com a evolução tecnológica nos anos 80 e o surgimento de *software* de mapeamento cada vez mais amigável para o entendimento de usuários e produtores de informações, as instituições, públicas e as privadas, partiram para estudo, definição e implantação de sistemas de produção cartográfica apoiados por computador, buscando a implementação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

A variedade de aplicações e de produtores de informação cartográfica somada a diversidade de tecnologias, as múltiplas escalas de trabalho e as diferentes metodologias de produção, conformam a base de motivação das diversas instituições para tomarem iniciativas individuais, e isoladas visando a modernizar sua produção, sem projetar qualquer integração com outros produtores de cartografia.

A implementação de várias iniciativas, com pouca simultaneidade de esforços entre órgãos interessados, produziu uma grande quantidade de arquivos digitais sem qualquer protocolo de padronização. O mais grave é que o mesmo comportamento se da dentro das instituições, dificultando até mesmo a verificação da qualidade e validação das informações.

Conforme a demanda e o aperfeiçoamento da metodologia utilizada na produção de

bases digitais vetoriais, se notou a incompatibilidade entre as diferentes estruturas de dados geradas. Mesmo no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), houve a necessidade de gerar diferentes versões de MTD[1], Mapoteca Topográfica Digital. Com isso, as bases cartográficas digitais vetoriais se tornaram heterogêneas.

Se por um lado, o uso intenso de automatização, através de geração de conversores entre as estruturas de dados, visando minimizar a interatividade, é a única forma de concluir o processo em um prazo esperado, por outro, é impossível pensar em Sistema de Informações Geográficas sem a integração das bases. Este é, sem dúvidas, um fator de estímulo às ações de busca à integração e à interoperabilidade.

A CONCAR, Comissão Nacional de Cartografia, possui 4 (quatro) subcomissões técnicas. Uma delas é a Subcomissão de Dados Espaciais, que acompanha os trabalhos e estudos de 6 (seis) Comitês Especializados. Com o objetivo de encontrar os procedimentos para a integração e a interoperabilidade, foi criado, na CONCAR, o Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND).

O objetivo deste Comitê é propor a estruturação de uma Mapoteca Nacional Digital (MND), de uso compartilhado, na qual estariam disponibilizados os produtos do mapeamento de referência realizado pelos diversos órgãos componentes do Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

Em 2007, após várias reuniões técnicas com especialistas de instituições produtoras de informação, a CONCAR homologou a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) como parte do objetivo, para minimizar o problema da falta de integração de bases cartográficas e, assim, a sociedade ter acesso a uma estrutura padronizada e nacional.

A elaboração de uma metodologia de trabalho para o processo de conversão de bases cartográficas digitais existentes pode resolver o problema da falta de padronização entre as mesmas, já que esta metodologia possibilitaria a conversão de grande quantidade de bases cartográficas para o padrão nacional recomendado pela CONCAR.

[1] A MTD é uma biblioteca de produtos digitais do mapeamento topográfico sistemático.

Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo geral desenvolver uma metodologia de trabalho para o processo de conversão de bases cartográficas digitais, utilizando o padrão nacional da estrutura de dados geoespaciais vetoriais - EDGV, homologado pela Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR.

Para alcançar o objetivo geral, existem objetivos específicos a serem traçados e alcançados. Os objetivos específicos são partes da dissertação que deverão ser concluídas para se obter sucesso no resultado final.

Os objetivos específicos são:

- Criar um esquema de banco de dados de acordo com o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais – EDGV, homologado pela CONCAR;

- Armazenar os dados contidos nas bases cartográficas em banco de dados relacional;

- Avaliar o *software*, disponibilizado pelo IBGE, no processo de conversão dos dados geoespaciais;

- Avaliar os impactos causados no processo de conversão das bases cartográficas.

Hipóteses

Para cumprir os objetivos descritos anteriormente, pretende-se comprovar duas hipóteses:

- A metodologia de trabalho proposta nesta dissertação facilitará o processo de conversão das bases cartográficas digitais vetoriais;

- O uso do padrão da EDGV solucionará o problema da falta de padronização entre as bases cartográficas existentes.

Metodologia

Na presente dissertação será feita a seleção de funções existentes no sistema computacional disponível pelo IBGE a partir da qual se pretende elaborar uma metodologia de trabalho para executar a conversão de bases cartográficas existentes de acordo com o padrão nacional aprovado, homologado e recomendado pela CONCAR, a EDGV.

Para isso, será selecionada uma determinada área na base cartográfica do município de Saquarema, disponibilizada no site do IBGE. Após a seleção das funções do sistema computacional e da área a ser trabalhada, será executado o processo de conversão das bases cartográficas para o padrão da EDGV.

Como a base cartográfica disponibilizada pelo IBGE está no formato *CAD (Computer Aided Design*), um processo de importação para o ambiente de banco de dados deve ser elaborado como parte integrante da metodologia proposta, resultando num preparo preliminar para a execução da conversão da base cartográfica.

As bases cartográficas convertidas para o padrão da EDGV serão os resultados obtidos esperados deste trabalho, juntamente com as respectivas análises feitas em relação ao processo de conversão de dados.

Motivações e contribuições

Em maio de 2008, na 14° reunião do CEMND, foi constatada a necessidade de estudos relativos a vários itens, sendo um desses itens a avaliação de aspectos referentes ao processo de conversão de mapeamento existente para a EDGV. Esse fator e a elaboração de uma metodologia de trabalho para executar o processo de conversão a fim de gerar bases cartográficas digitais no padrão da EDGV foram as principais motivações para a elaboração desta dissertação.

Como contribuição deste trabalho, a metodologia proposta pode ser aplicada em qualquer outro *software*, seja de mercado ou livre, necessitando apenas de adaptações em relação às funções utilizadas no processo de conversão das bases cartográficas. Além disso, com a metodologia proposta o IBGE poderá executar o processo de conversão com mais rapidez e eficiência, e com isso, disponibilizar mais bases cartográficas no padrão da EDGV para os usuários da informação geográfica.

Para o IBGE e a sociedade seria de grande importância uma avaliação consistente do

uso desta nova estrutura de dados no processo de conversão de dados geoespaciais já existentes, indicando os possíveis impactos no processo de produção, bem como sua potencialidade e limitações para a padronização de bases cartográficas digitais vetoriais.

Estrutura

A estrutura organizacional da presente dissertação está definida com 6 capítulos, sendo eles:

O capítulo 1 apresenta e descreve os fundamentos teóricos utilizados no embasamento necessário para dar suporte a elaboração da dissertação. Foram identificados três temas como fundamentos teóricos para este trabalho. O primeiro é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), já que o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV), utilizado como foco nesta dissertação, é totalmente voltado para a construção dos mesmos. O segundo é OMT-G, ou Técnicas de modelagem orientada a objetos geográficos, devido ao fato da EDGV ter sido elaborada segundo este modelo. Para isso é necessário conhecer e entender os conceitos básicos e características sobre o modelo OMT-G. E o terceiro tema trata as formas de representação em banco de dados relacional existentes. Este tema foi identificado devido ao fato de que na maior parte das instituições ainda é utilizado banco de dados relacional, e no IBGE não é diferente. Como a EDGV tem como base o modelo orientado a objetos e o banco de dados utilizado neste trabalho é relacional, é necessário saber as formas que existem para tal representação.

O capítulo 2 apresenta e descreve a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV), que é o foco principal desta dissertação. É neste capítulo que é apresentada a estrutura organizacional e um breve histórico da Comissão Nacional de cartografia (CONCAR) para se ter conhecimento de como surgiu este padrão nacional. Além de descrever os componentes da EDGV, como as categorias de informações que foram definidas para organizar as classes de objetos, a relação de classes e objetos (RCO), onde estão as descrições de todas as classes de objetos contidos nesta estrutura, e o diagrama de classes (DC), que contém os relacionamentos entre as classes de objetos.

O capítulo 3 apresenta e descreve toda metodologia proposta nesta dissertação. Este capítulo possui os detalhes de como foi feita a aquisição de dados para utilização no processo de conversão de bases cartográficas, bem como a infraestrutura disponível. Além de descrever, detalhadamente, toda a metodologia proposta para executar o processo de

conversão de bases cartográficas existentes, bem como a organização dos dados a serem utilizados.

O capítulo 4 apresenta a aplicação feita a partir da metodologia proposta neste trabalho. Mostra também, a seleção da área onde é aplicada a metodologia, além dos resultados obtidos no processo de conversão da área selecionada. Neste item, foi selecionada uma área da base cartográfica digital do município de Saquarema, na escala 1:50.000.

O capítulo 5 apresenta a análise do processo de conversão a partir da aplicação feita no item anterior. Serão feitas análises, mostrando a origem da área da base cartográfica juntamente com a área já convertida, destacando as vantagens e desvantagens no processo de conversão, além de algum impacto, seja ele positivo ou negativo, que venha a ser identificado.

E finalmente, no capítulo 6 estão as conclusões finais sobre a pesquisa e algumas recomendações que venham a serem feitas para o aperfeiçoamento da EDGV e na própria metodologia proposta, a fim de melhorar o processo de conversão das bases cartográficas existentes.

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo estão descritos os fundamentos teóricos utilizados na elaboração desta dissertação. São considerados três temas principais para o entendimento dos conceitos relativos ao projeto. O primeiro é o *Sistema de Informação geográfica (SIG),* pois o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) é totalmente voltado para a construção de SIG. O segundo se refere a *Modelagem orientada a objetos*, já que para a elaboração da EDGV foram utilizadas técnicas de modelagem orientada a objetos. O terceiro e ultimo tema é a *Forma de representação em banco de dados relacional*, aja que a EDGV foi elaborada com técnicas de modelagem orientada a objetos e o banco de dados utilizado neste trabalho é relacional, devem-se descrever as formas de representação de modelos orientados a objetos em banco de dados relacional.

1.1 Sistema de Informação Geográfica – SIG

Neste item estão descritos o histórico, as definições, os componentes e as funcionalidades de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

1.1.1 Definições

Segundo (CÂMARA, 1996), a definição para SIG, de forma geral, é:

> “Sistemas de Informação Geográfica são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la”.

Sabendo de algumas definições existentes, me estimulou a gerar uma definição a fim de unificar todas as definições lidas por mim. Logo:

“Sistema de Informação Geográfica é um conjunto de procedimentos orientados para a aquisição, armazenamento, gerenciamento, manipulação, recuperação, visualização e análise de dados que têm como atributo principal estar referenciado a um dado território. Assim conceituado, os SIGs atendem a objetivos de diferentes complexidades, podendo auxiliar a uma simples consulta para se obter informação sobre a localização de um dado evento, ou

atuar como ferramenta essencial para o monitoramento ambiental de recursos hídricos em uma determinada bacia hidrográfica".

1.1.2 Componentes de um SIG

Antes de mencionar e descrever os componentes de um SIG deve-se compreender melhor alguns conceitos básicos, tais como: dado, informação, informação geográfica, conhecimento, sistema e sistema de informação. (DELOU, 2006)

Dado é um valor bruto que não expressa nenhum significado, ou seja, são simplesmente números ou textos, como por exemplo, 30 graus, 5 e Amazonas. Quando este conjunto de valores brutos recebe um significado ou uma interpretação para determinado fim, constitui-se uma informação. Já a informação geográfica é àquela que além de informar sobre um conteúdo qualquer, informa também sobre a localização daquela ocorrência, indicando, assim, a dimensão espacial do evento em análise. O conhecimento, de uma forma geral, é a compreensão de um determinado conjunto de informações, por exemplo, as informações contidas num mapa só se tornam conhecimento se houver, por parte do usuário, a leitura e o entendimento das mesmas. Sistema é um conjunto de elementos relacionados entre si que forma uma unidade ou um todo. E finalmente, sistema de informação é o conjunto de elementos relacionados entre si que possuem como fim coleta, entrada, armazenamento, tratamento, análise e fornecimento de informações.

Basicamente, um SIG necessita de um hardware, no caso um computador, e um *software*, porém existem outros requisitos para complementar um SIG. Apenas o hardware e o *software* não seriam suficientes, então é necessário recurso humano, já que é preciso manipular, armazenar e controlar os dados contidos no SIG. Como foi dito, a pessoa irá controlar os dados, logo o dado também é uma parte componente de um SIG. Neste ponto, se faz necessário o gerenciamento dos dados de um SIG. Para isso, devem ser definidos métodos e procedimentos a fim de manter a integridade dos dados, evitando redundância e a desorganização dos dados. Logo, outro componente importante de um SIG são os procedimentos a serem definidos. E finalmente, outra parte importante componente de um SIG é a rede, seja internet ou intranet. Esse último componente visa o compartilhamento das informações disponível em determinada organização. Por tanto, tem-se um total de 6 componentes importantes para um SIG, são eles: hardware, *software*, recurso humano, dados, procedimentos e rede. (DELOU,2006)

Todos os componentes de um SIG, descritos acima, formam uma estrutura na qual se tem pleno entendimento de sua arquitetura. A figura 1 mostra a relação entre os componentes de um SIG.

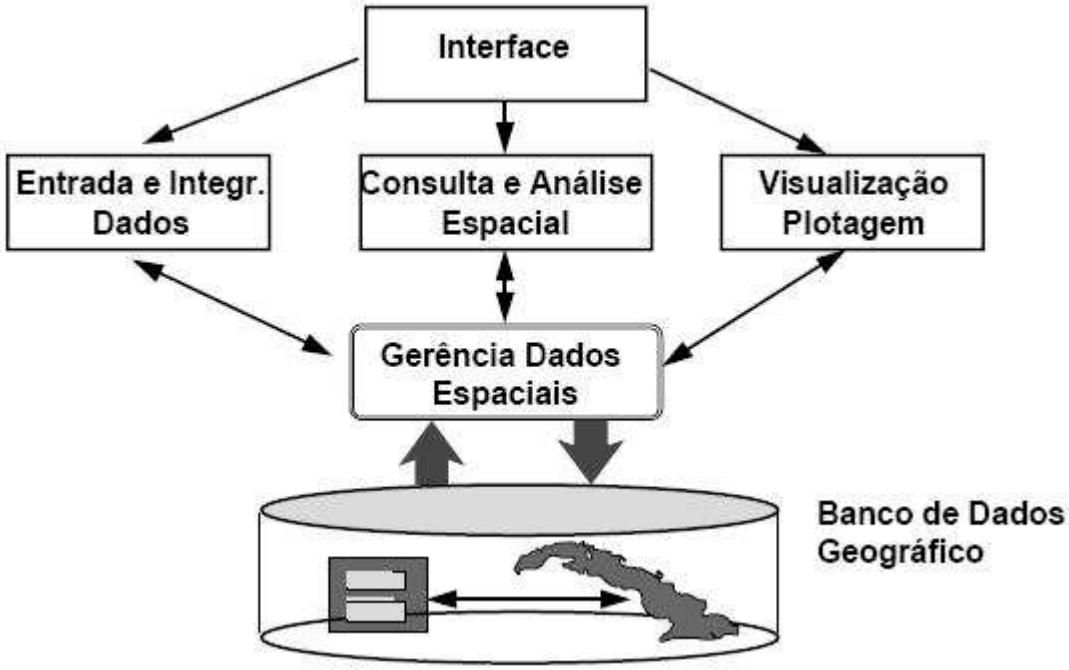


Figura 1 – Relação entre os componentes de um SIG. Fonte: CAMARA, 1996.

Comentando a figura acima, todos os componentes de um SIG possuem a sua importância. Os dados possuem relações com todos os componentes sendo também a origem de um determinado projeto. Se, já na entrada, houver alguma inconsistência com os dados, todo o projeto será prejudicado. Logo os dados devem ser preparados e validados antes mesmo de sua utilização no SIG. Não deve haver dados duplicados, descontinuidades de elementos e os dados devem estar integrados. Qualquer problema desse tipo pode ocasionar numa consulta ou análise espacial errada, resultando na tomada de decisão incorreta.

Os dados, em relação a geometria, podem ser de dois tipos: vetorial e matricial. No dado vetorial, os elementos são representados por linha, ponto e área. Por exemplo, um rio permanente pode ser representado por linha ou por área, dependerá da distância entre as margens, uma propriedade rural é representada pode ser representada por um ponto e uma área de cultivo de arroz será representada por uma área (polígono). As geometrias de representação dos elementos cartográficos associados a um banco de dados com dados alfanuméricos possibilitam a construção de um SIG.

O recurso humano deve ser especializado de forma que a pessoa tenha conhecimento

dos procedimentos que estão sendo aplicados e da utilização de hardware e *software* no SIG. São essas pessoas que irão planejar desenvolver e manter o SIG, além de interpretar os resultados obtidos.

Segundo (DELOU,2006), existem quatro classes de recursos humanos:

- Gerencial, que mantém o sistema funcionando e faz a relação com todo a organização;

- Técnico, que inclui engenheiros cartógrafos, analistas de sistemas, geógrafos, entre outros.

- Científico, que inclui a equipe de pesquisa;

- a classe de contato com os demais segmentos e usuários.

Por isso, é fundamental investir em atualização e aperfeiçoamento de recursos humanos, hardware e *software*, para que seja possível a manutenção e o gerenciamento ideal da base de dados de um determinado projeto.

O Quadro abaixo mostra os programas comercializados por empresas e voltados para SIG.

Tipos	Autodesk	ESRI	Intergraph	MapInfo	GE Smallworld
Internet	MapGuide	ArcIMS	GeoMedia Web Map, GeoMedia Web Enterprise	MapXtreme, MapXSite	Smallworld Internet Application Server
Visualizador	AutoCAD LT	ArcExplorer	GeoMedia Viewer	ProViewer	Custom
Portátil	OnSite	ArcPad	Em desenvolvi-mento	MapXtend	Scout
Mesa	World	ArcView	GeoMedia	MapInfo Professional	Spatial Intelligence
Profissional	AutoCAD/ World	ArcInfo	GeoMedia Pro	MapInfo Professional	Smallworld GIS
SGBD	Vision	ArcSDE	Oracle Spatial	SpatialWare	Smallworld (parte)
CAD	AutoCAD MAP	ArcCAD	Presente em vários produtos	Presente em vários produtos	Smallworld GIS (parte)

Quadro 2 – *Softwares* existentes voltados para SIG. Fonte: DELOU, 2006.

Dentre os *software* existentes no mercado, de acordo com o quadro acima, o IBGE adquiriu o Geomedia Professional. Este *software* é voltado para SIG e foi disponibilizado pelo IBGE para ser utilizado na execução da metodologia de conversão de dados geoespaciais proposta nesta dissertação.

1.1.3 Aplicações de um SIG

A aplicação de um SIG depende exclusivamente do problema a ser tratado. Vários profissionais de diversas áreas estão utilizando o SIG para solucionar algum tipo de problema. Para cada aplicação é necessário a manipulação de fenômenos geográficos diferentes associados a características e propriedades distintas que variam no espaço e no tempo. Além de tudo, existe uma grande variedade de perfis de usuários de SIG, como especialistas em determinada área do conhecimento, por exemplo, engenheiros, geógrafos, arquitetos, biólogos, sociólogos, agrimensores, administradores e planejadores urbanos.

Uma das principais aplicações de SIG é na área sócio-econômica, podendo ser utilizado para o planejamento e avaliação de mudanças em uma determinada região como resultado de uma política específica. Nesta área existem aplicações específicas como sistemas de informações sobre o uso da terra, que busca, por exemplo, a redução dos casos de disputa de propriedades, a simplificação do processo de reforma agrária, a monitoração do mercado de terras e uma maior eficiência na cobrança de impostos. Outra aplicação específica é o sistema para serviços de utilidade pública, que tem como objetivo geral mapear toda a rede, seja ela, subterrâneas ou de superfície, permitindo relacionar dados alfanuméricos com a sua respectiva geometria. Mais uma aplicação são os sistemas de informações censitárias, que ajudam a monitorar as mudanças nas características da população e são fundamentais para o planejamento, seja global ou mesmo local. Outras aplicações como sistema de navegação, terrestre ou marítimo, também podem ser beneficiados pelo SIG.

Outra área bastante conhecida para aplicação de SIG é a de meio ambiente. Nesta área existem aplicações para modelagem climática e ambiental previsão do tempo, monitoramento do desflorestamento e da emissão e ação de poluentes. Em relação a recursos naturais, tem-se identificação e mapeamento mineral e petrolífero, planejamento e supervisão de redes hidroelétricas, gerenciamento costeiro e marítimo, e sistemas de informação de recursos hidrológicos.

Uma área que está em constante crescimento na utilização de SIG é a de gerenciamento, com o intuito de gerenciar administrações municipais, regionais e nacionais a fim de tomar decisões para definir novas políticas de planejamento e avaliar os resultados de políticas já implementadas por exemplo, planejamento de tráfego urbano, planejamento e controle de obras públicas e planejamento da defesa civil.

1.2 Técnicas de modelagem orientada a objetos (OMT-G)

O modelo OMT-G é uma técnica que foi elaborada para construção de modelagem para aplicações geográficas no nível de representação. Este item descreve os conceitos básicos utilizados na OMT-G, assim como uma visão geral do modelo e alguns exemplos de aplicações com esta técnica de modelagem. É importante a descrição deste item na fundamentação teórica desta dissertação, pois a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) foi elaborada segundo o modelo da OMT-G, que segue as premissas da UML (*Unified Modeling Language*), logo, é necessário para ter um embasamento sobre o assunto e possibilitar o pleno entendimento da modelagem conceitual do padrão da EDGV.

1.2.1 Conceitos básicos

Segundo (BORGES, 2001), um *objeto* é uma abstração para representar os elementos contidos no espaço geográfico, podendo ser real como uma pessoa ou abstrato como uma conferência. Os objetos não são identificados por suas propriedades e sim por sua própria existência. Uma *classe de objetos* descreve um conjunto de objetos que possuem características em comum, com mesmo comportamento. Na modelagem, as classes são representadas graficamente por caixas divididas em três partes: o nome da classe na parte superior, a lista de atributos, que representam as propriedades do objeto, no meio e a lista de operações na parte inferior.

Os *Atributos* são propriedades dos objetos na classe. A *operação* é um procedimento que é definido para ser aplicada a um determinado objeto, ou seja, uma função ou mudança que o objeto sofrerá.

Para relacionar objetos e classes são utilizadas *ligações e associações*. Uma instância de associação é conhecida como ligação de objetos, e cada associação possui o nome como referência.

Quando um relacionamento entre classes resulta numa hierarquia, isso é chamado de *generalização*, ou seja, uma ou mais classes generalizam-se em uma classe de nível mais alto. As classes de nível mais baixo são as chamadas subclasses e a classes de nível mais alto são conhecidas como superclasse. A forma de compartilhar as características utilizando o relacionamento de agregação é chamada de *herança*, neste caso, as subclasses herdam os atributos, operações e associações de sua superclasse.

O modo de associação onde uma classe de objetos compõe outras classes é chamado de *agregação*.

1.2.2 Níveis de abstração de dados geográficos

Segundo (CASANOVA, 2005), os modelos de dados podem ser classificados de acordo com o nível de abstração, sendo que, para aplicações geográficas, quatro níveis de abstraçãosão considerados.

No primeiro, *nível do mundo real*, é onde estão localizados os fenômenos geográficos reais que serão representados, como ferrovias, rios e vegetação.

No segundo, *nível de representação conceitual*, onde estão localizados os conceitos formais sobre as entidades geográficas que serão utilizadas para modelar da forma como o usuário percebe., em um alto nível de abstração. Neste nível são definidas as classes básicas que irão compor o banco de dados. As classes definidas estão associadas a representação espacial, variando de acordo com o grau de percepção do usuário.

No terceiro, *nível de apresentação*, onde estão as ferramentas que irão especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas irão assumir nas aplicações.

No quarto, *nível de implementação*, onde estão definidos os padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para a implementação de cada representação, os relacionamentos entre elas e as funções e métodos que houver necessidade.

A figura abaixo mostra a visão geral dos níveis de abstração existentes em modelagem de dados geográficos.

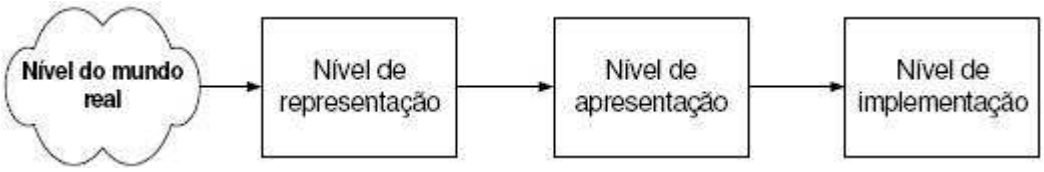


Figura 2 – Visão geral dos níveis de abstração. Fonte: CASANOVA, 2005.

1.2.3 Visão geral do modelo OMT-G

O modelo OMT-G baseia-se em três conceitos: *classes*, *relacionamentos* e *restrições de integridade espaciais*. A proposta do OMT-G é utilizar três diagramas no processo de desenvolvimento de aplicações geográficas: *diagrama de classes*, que contém todas as classes com suas respectivas primitivas geométricas e seus relacionamentos, *diagrama de transformação*, onde está especificado todo o processo de transformação possibilitando identificar os métodos que serão utilizados na implementação e, finalmente, *diagrama de apresentação*, onde estão especificadas as opções de visualização que cada representação pode adotar. (CASANOVA, 2005)

A OMT-G segue as primitivas do modelo UML, que é uma linguagem padronizada para fins de representação em modelagens de dados.

Para manter sempre a integridade do banco de dados, são definidas algumas restrições conhecidas como restrições de integridade espacial. Os tipos de restrições que mais são utilizadas na modelagem de banco de dados são as restrições de *domínio*, de *chave*, de *integridade referencial* e de *integridade semântica*. Além desses tipos de restrições, a classificação pode ser estendida para abranger as características próprias dos dados espaciais, com a inclusão de restrições *topológicas*, onde são consideradas as propriedades geométricas e as relações espaciais dos objetos, e *definidas pelo usuário*, onde um bom exemplo de uso desta restrição é na localização de postos de gasolina, os quais, por razão legal, precisam estar a uma distância de pelo menos 200 metros de qualquer escola. (COCKCROFT, 1997)

1.2.4 Diagrama de classes

Em relação aos diagramas existentes para o desenvolvimento de aplicações geográficas, é descrito apenas o diagrama de classes. O interesse maior está no nível de representação conceitual para o entendimento do padrão EDGV, homologado CONCAR (CONCAR, 2007).

O diagrama de classes contém todo o conteúdo e estrutura do banco de dados geográficos. Nele estão representados as classes de objetos e seus respectivos relacionamentos, juntamente com a primitiva geométrica que representa as classes de objetos. A classe é representada neste diagrama através de uma caixa retangular, onde no seu canto superior esquerdo está a primitiva geométrica, seja ponto, linha, e/ou área, ao lado fica o

nome da classe de objetos que está sendo representada, no meio estão os atributos, que mostram as propriedades dos objetos e, por fim, na parte inferior estão as operações definidas para a respectiva classe de objetos. Esta classe de objetos é conhecida como classe georreferenciada, pois possui a representação geométrica e estão referidas à superfície terrestre. Quando não possuem uma representam espacial são conhecidas como classes convencionais. A figura 3 mostra a representação utilizada para os dois tipos de classes.

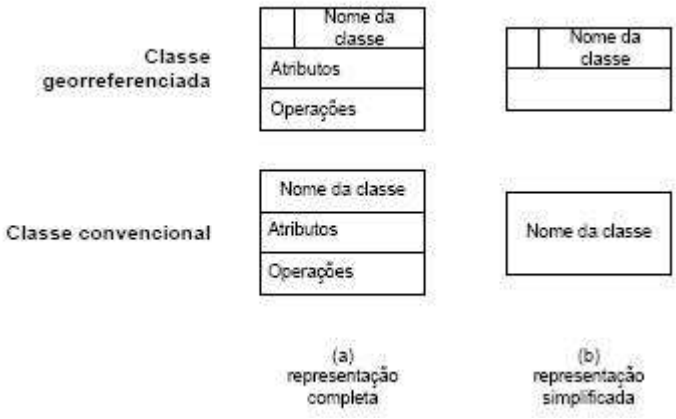


Figura 3 – Notação gráfica das classes de objetos no modelo OMT-G.
Fonte: CASANOVA, 2005.

Um grande problema existente na construção de uma modelagem é ignorar os relacionamentos que existem entre os fenômenos do mundo real. O modelo OMT-G considera esses relacionamentos entre as classes e os representa através de três tipos: Associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais.

As *associações simples* representam as possíveis ligações entre classe de objetos diferentes, sejam convencionais ou georreferenciadas. Por exemplo, na classe convencional, uma pessoa pertence a determinada empresa, e na classe georreferenciada, uma propriedade rural pertence a um proprietário.

Os relacionamentos entre os objetos que estão conectados entre si são chamados de *relacionamentos de rede* e são indicados por duas linhas pontilhadas paralelas e seu respectivo nome. Em geral, esses relacionamentos são entre uma classe de nós (ponto) e uma classe de arcos (linha com direção). Por exemplo, uma determinada ferrovia deve estar conectada com o ponto de mudança de via, quando o trem muda de linha, resultando na rede ferroviária.

Os *relacionamentos espaciais* são representados por relações topológicas ou métricas. Por exemplo, uma unidade federativa (UF) contém vários municípios, ou seja, o polígono da

UF possui vários polígonos de municípios. A figura 4 mostra outros exemplos e como são representados os relacionamentos na modelagem.

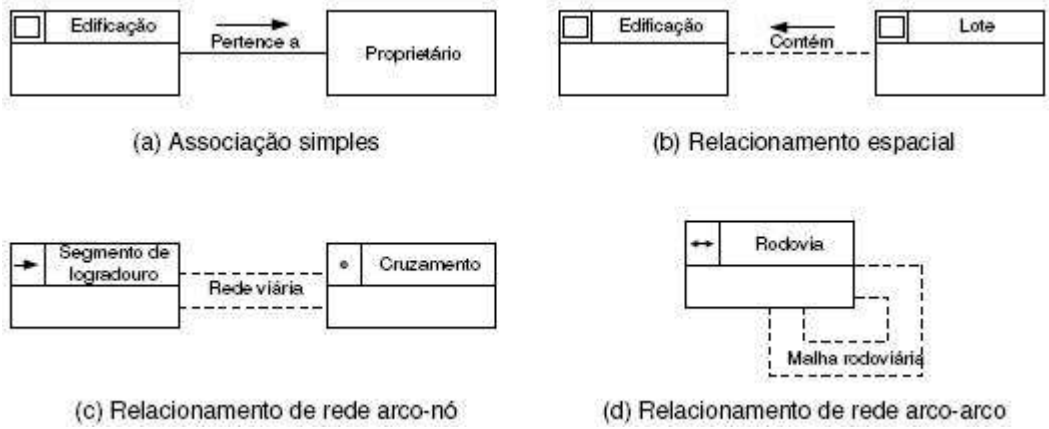


Figura 4 – Representação dos relacionamentos. Fonte: CASANOVA,2005.

Uma das características existentes nos relacionamentos é a sua *cardinalidade*, que representa a quantidade de instâncias de uma classe que estão associadas com instâncias de outras classes. Por exemplo, uma Unidade Federativa pode conter um ou mais municípios, logo a cardinalidade é um pra muitos, representados da seguinte forma: 1..*. A figura abaixo mostra os tipos de cardinalidades existentes no modelo OMT-G, que segue os mesmo tipo da UML.

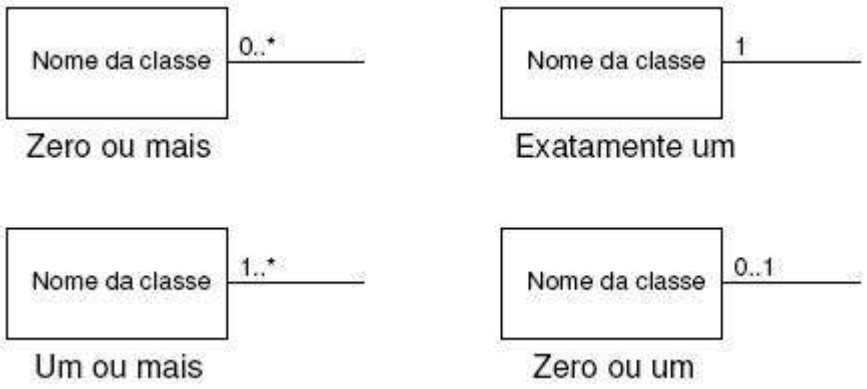


Figura 5 – Cardinalidade no modelo OMT-G. Fonte: CASANOVA, 2005.

Quando uma classe de nível mais alto representa outras classes de nível mais baixo se tem a *generalização*, ou seja, a definição de superclasses a partir de subclasses. No caso do processo se inverter, uma superclasse ser representada por várias subclasses, é chamado de

especialização. Para esse processo ocorrer, as superclasses e subclasses devem conter propriedades semelhantes. No caso da especialização a subclasse herda os atributos, operações e asssociações das superclasses. A figura abaixo mostra a representação da generalização e da especialização no diagrama de classes do modelo OMT-G. E a figura 6 mostra alguns exemplos de generalização espacial.

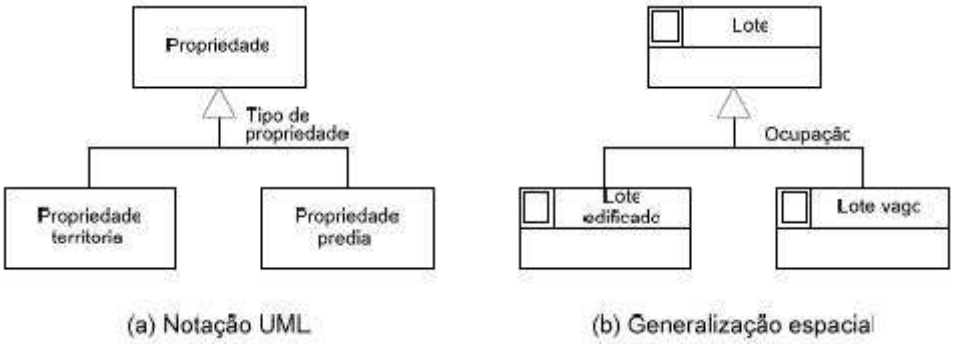


Figura 6 – Representação no diagrama de classes da generalização e especialização entre classes. Fonte: CASANOVA, 2005.

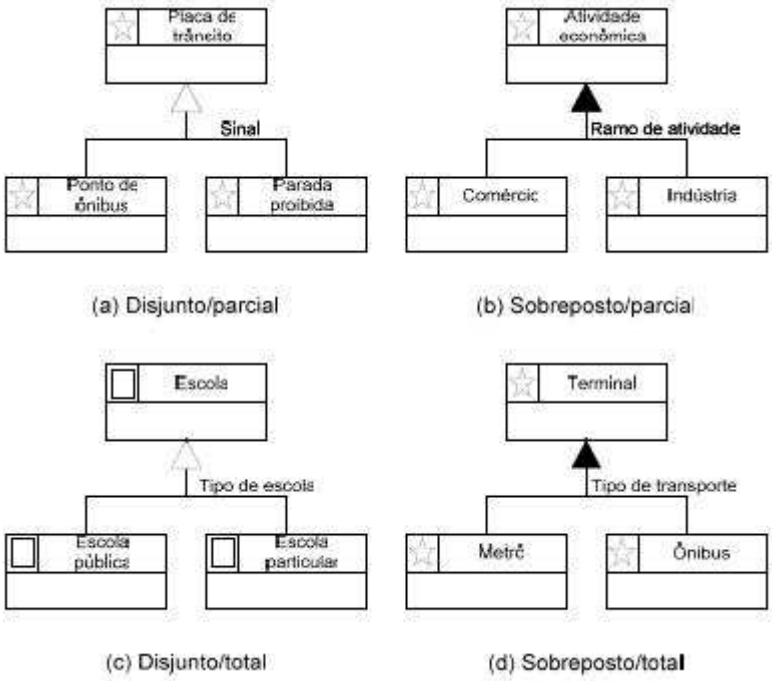


Figura 7 – Exemplos de generalização espacial. Fonte: CASANOVA, 2005.

Quando uma classe é formada por duas ou mais classes, recebe o nome de *agregação*, ou seja, é uma forma de associação entre objetos onde se considera que um deles é formado a partir de outros. Quando a classe é georreferenciada, a agregação utilizada é a espacial. Um

exemplo de agregação espacial é uma quadra que é formada por vários lotes de terreno. A figura 8 mostra a representação de agregação no modelo OMT-G que segue a notação UML e a figura 9 mostra um exemplo de agregação entre uma classe convencional e outra georreferenciada.

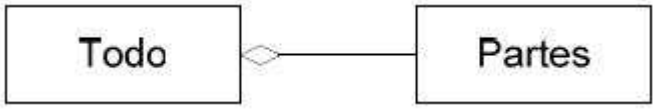


Figura 8 – Representação de agregação de acordo com a notação UML. (CASANOVA, 2005)

Figura 9 – Exemplo de agregação no modelo OMT-G. (CASANOVA, 2005)

Existe também a *generalização conceitual*, em relação à forma de representação, que não pode ser confundida com a generalização utilizada como um tipo de abstração usado nos modelos de dados semânticos e orientados a objetos, segundo (ELMASRI, 2003). No caso da generalização conceitual, um elemento cartográfico pode ser representado por mais de uma primitiva geométrica, de acordo com a escala de visualização. Ela pode ocorrer de duas formas: em relação a forma ou a escala. Na primeira, é utilizada quando uma classe possui várias representações, sem depender da escala. A figura 10a mostra um exemplo deste caso. Na segunda, quando ocorrem primitivas geométricas diferentes na representação de uma classe, de acordo com a escala, por exemplo, quando uma cidade é representada por um polígono ou por um ponto, dependendo da escala. A figura 10b mostra um exemplo deste caso.

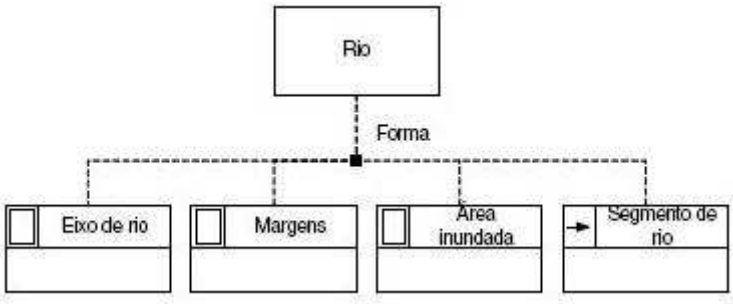


Figura 10a – Exemplo de generalização conceitual de acordo com a forma.

Fonte: CASANOVA, 2005.

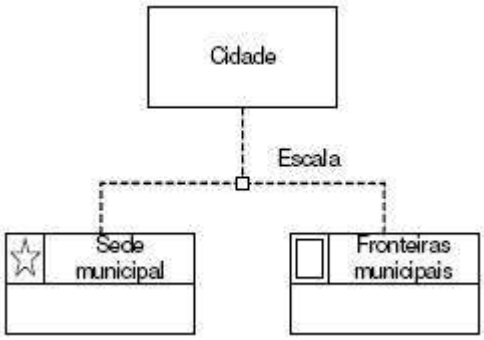


Figura 10b – Exemplo de generalização conceitual de acordo com a escala.
Fonte: CASANOVA, 2005.

1.3 Formas de representação em banco de dados relacional

Como o padrão da EDGV foi elaborado segundo o modelo da OMT-G e o banco de dados utilizado nesta dissertação é um banco de dados relacional, se faz necessário a descrição das formas de representação em banco de dados relacional (BDR). A descrição deste item se torna fundamental para que seja possível entender como foram representadas as classes de objetos no banco de dados relacional construído através do sistema computacional Geomedia Professional.

1.3.1 Mapeamento de classes de objetos e seus respectivos atributos

As classes de objetos existentes neste padrão serão representadas por tabelas no BDR. Por exemplo, a classe de objetos chamada Curva_Nivel terá uma tabela com o mesmo nome no BDR. A figura 11 mostra a tabela de Curva_Nivel.

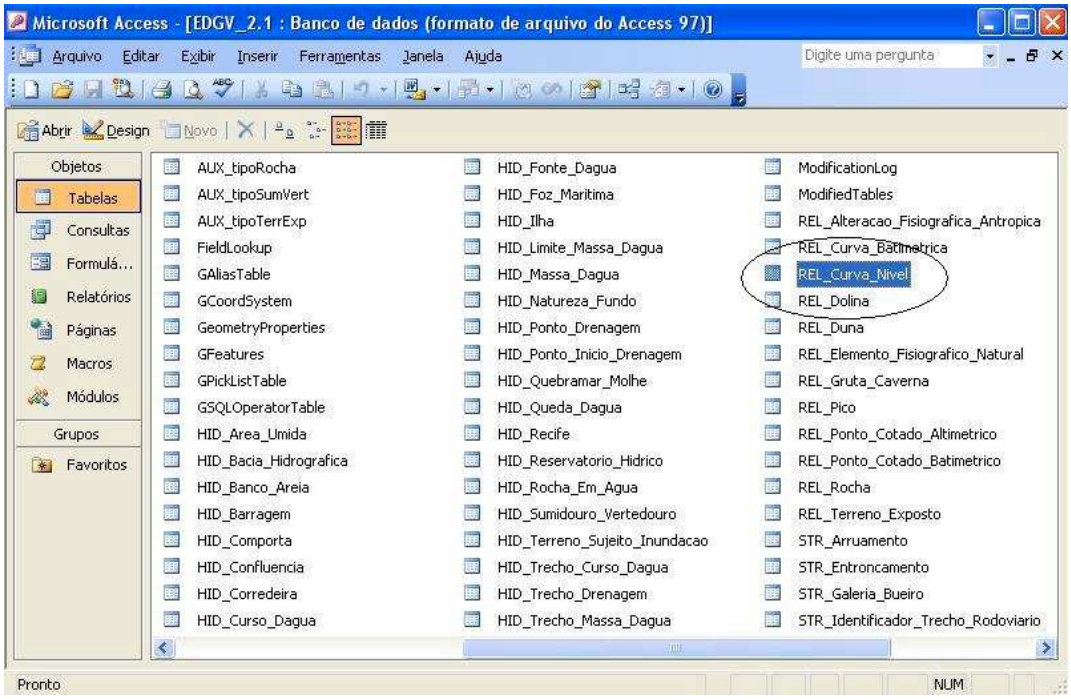


Figura 11 – Exemplo da classe Curva_Nivel representada por uma tabela.

Os atributos serão mapeados para colunas da tabela que estão representando as classes de objetos. Utilizando o mesmo exemplo, a classe Curva_Nivel possui quatro atributos. Logo, na tabela, serão criados estes atributos como colunas e deverá ser criado também mais um atributo: o identificador (ID) da tabela que representa a classe de objetos. Cada classe terá um identificador na tabela que a representa. A figura 12 mostra os atributos da classe Curva_Nivel representados com colunas da tabela no BDR.

Figura 12 – Exemplo dos atributos representados por colunas da tabela.

Note que existem duas colunas, Geometry e Geometry_sk, que não foram descritos aqui. Esses campos são gerados automaticamente, através do sistema computacional, quando, na criação das tabelas, se indica o tipo de primitiva geométrica que irá representar a classe de objetos. Nesses dois campos serão armazenados a parte geométrica dos elementos cartográficos.

1.3.2 Mapeamento de herança

Como se sabe, no modelo relacional não existe suporte para representar diretamente as estruturas de herança, que faz parte do modelo orientado a objetos. A herança na modelagem está sendo visualizada através da generalização e especialização.

Segundo (AMBLER, 2007), existem três soluções para mapeamento de herança (generalização/especialização) em um banco de dados relacional, e uma quarta técnica complementar que vai além do mapeamento de herança, são elas:

- Mapa de toda hierarquia de classes para uma única tabela;
- Mapear cada classe concreta para sua própria tabela;
- Mapear cada classe para a sua própria tabela;
- Mapa das classes em uma estrutura genérica tabelas.

A quarta técnica não será tratada nesta dissertação, pois só estarão sendo tratadas as técnicas para mapear herança.

1.3.2.1 Mapear toda hierarquia de classes para uma única tabela

O resultado desta solução é uma única tabela com todos os atributos das classes que fazem parte de uma determinada hierarquia na modelagem de dados. Na figura abaixo está um exemplo para esta solução.

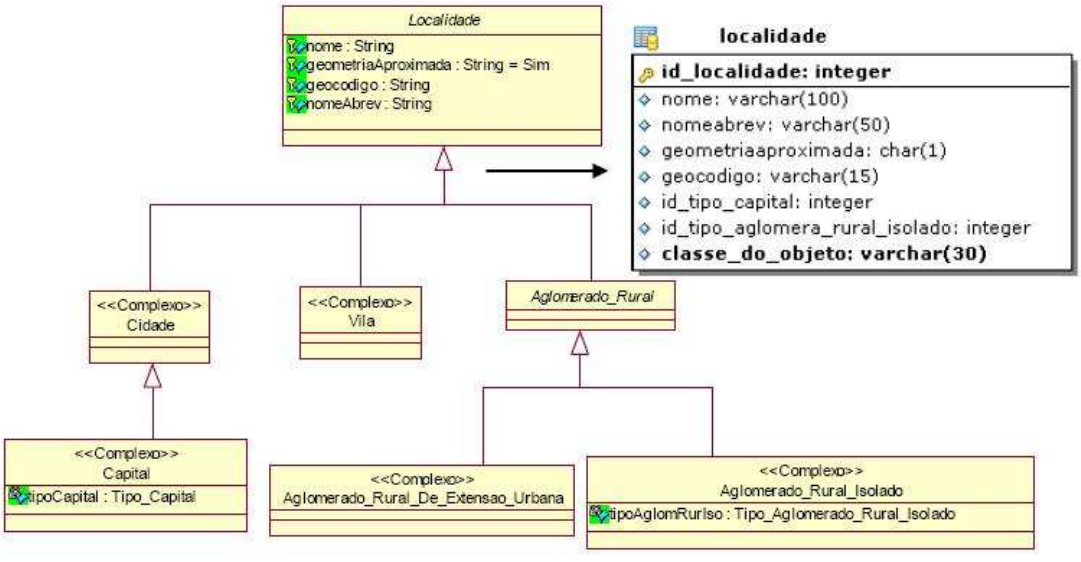


Figura 13 – Exemplo de mapeamento das classes hierárquicas para uma única tabela.

Fonte: BORBA, 2009.

Nota-se, na figura 13, que a tabela localidade incorporou os atributos de todas as classes hierárquicas da modelagem de dados contidas no exemplo. Segundo (BORBA, 2009), existem algumas diferenças entre os atributos das classes e as colunas da tabela que foi criada. Uma das diferenças é criação da coluna da tabela chamada classe_de_objeto, na qual se tem a identificação da classe que originou o registro na tabela.

1.3.2.2 Mapear cada classe concreta para sua própria tabela

Segundo (AMBLER, 2007), nesta solução é criado uma tabela para cada classe concreta, incluindo tanto os atributos implementados pela classe quanto os atributos herdados. A figura 14 mostra o exemplo para esta solução.

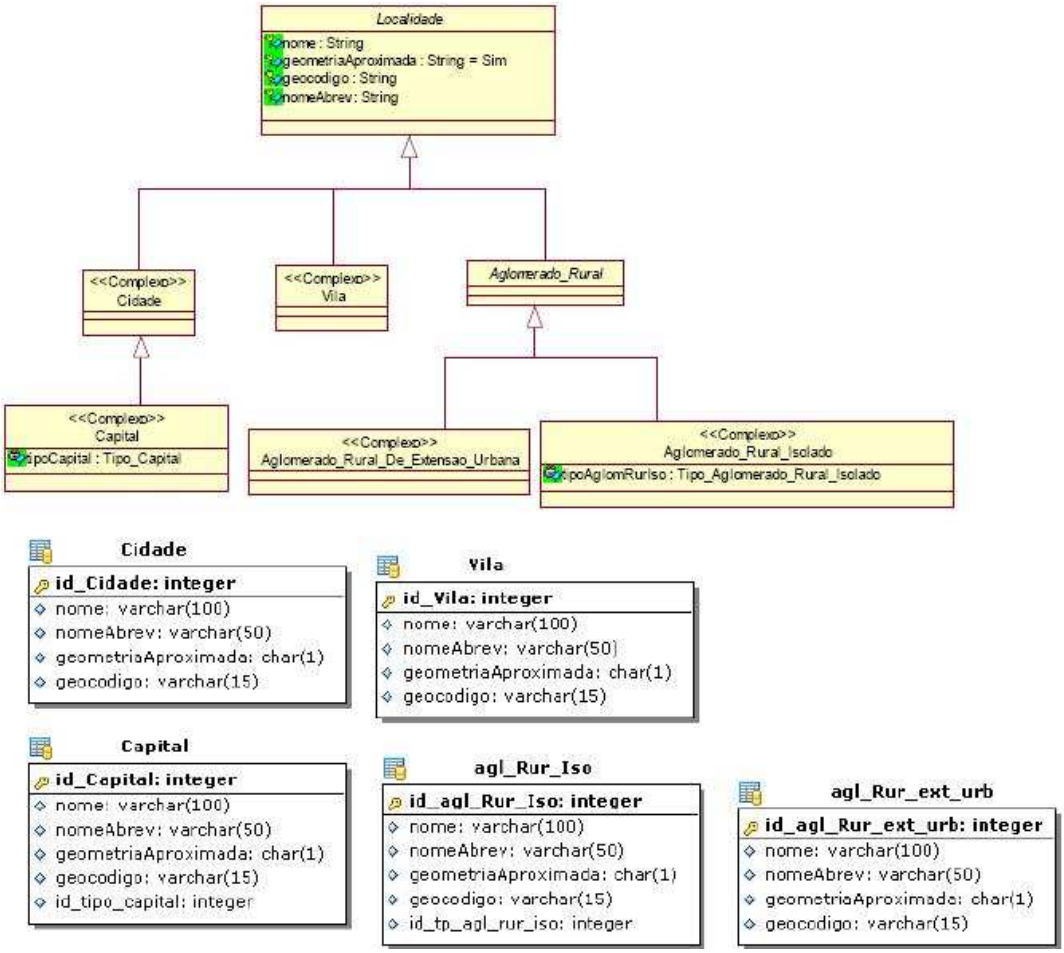


Figura 14 – Exemplo de criação de uma tabela para cada classe concreta da modelagem.

Fonte: BORBA, 2009.

Observando a figura 14, é notável que não foram criadas tabelas para duas classes, Localidade e Aglomerado_Rural, pois não são classes concretas, e sim abstratas. Mas os atributos contidos nelas foram transferidos para as classes concretas, de acordo com a hierarquia.

1.3.2.3 Mapear cada classe para a sua propria tabela

Segundo (AMBLER, 2009), esta solução resulta na criação de uma tabela para cada classe, independente de ser abstrata ou concreta. Cada classe irá possuir os seus atributos e sua respectiva identificação. Os relacionamentos serão representados pelo ID da tabela em cada uma delas. A figura 15 mostra o exemplo desta solução.

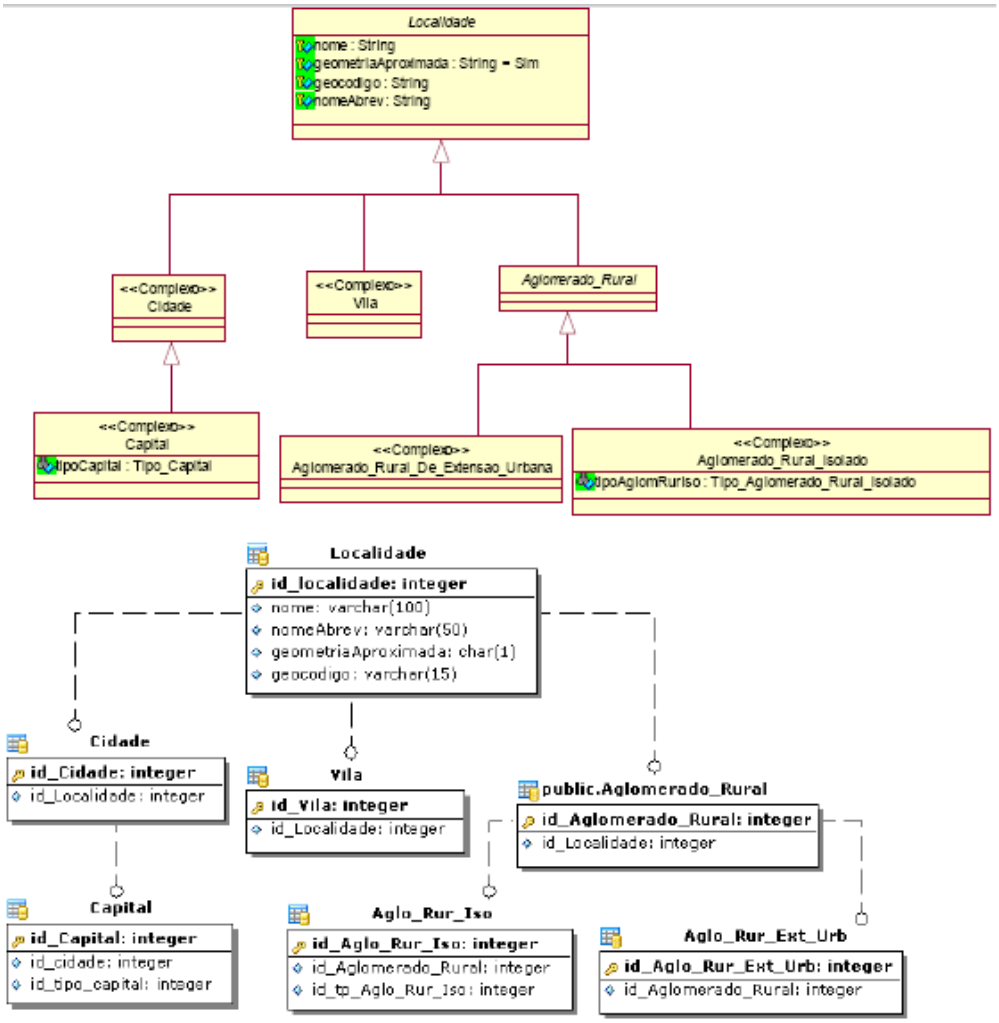


Figura 15 – Exemplo de mapeamento de cada classe para sua própria tabela.

Fonte: BORBA, 2009.

Para representar fielmente a modelagem de dados do padrão da EDGV, foi selecionado o item 2.3.2.3 como forma de representação das classes de objetos contidas na EDGV no banco de dado relacional construído através do sistema computacional Geomedia. Com isso, a classe abstrata, que não possui primitiva geométrica, foi criada sem geometria como tabela simples e seu identificador (ID) foi inserido na tabela que herda os atributos dela. Como n exemplo da figura X.14, a classe Aglomerado_Rural é abstrata e foi criada como uma tabela simples e a herança foi representada com a inserção do atributo id_Aglomerado_Rural na tabelas Aglo_Rur_Iso e Aglo_Rur_Ext_Urb.

CAPÍTULO 2 ESTRUTURA DE DADOS GEOESPACIAIS VETORIAIS

A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) a fim de atender a grande demanda por informação geoespacial, criou a Sub-Comissão de Dados Espaciais e comitês especializados para elaborar normas técnicas visando a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais no Brasil (INDE-Brasil).

"O Comitê Especializado para a Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND) tem, dentre outras, a atribuição de elaborar as Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais, tendo sua atuação calcada nos termos do nº 2 do §1º e do §3º do art. 15, do Cap. VIII, do Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967". (CONCAR, 2008)

O tema central deste capítulo é a contextualização da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV), homologado pela CONCAR em novembro de 2007, considerando a ambiência administrativa que lhe confere natureza legal , bem como as principais dimensões inerentes a este padrão de estrutura de dados.

2.1 Estrutura organizacional da CONCAR

"A CONCAR é um órgão colegiado do Ministério do Planejamento, constituída conforme Decreto s/no de 1º de agosto de 2008, originária da antiga COCAR, instituída pelo Decreto lei 243 de 28 de fevereiro de 1967, que fixa as diretrizes e bases da Cartografia brasileira e dá outras providências". (CONCAR)

A CONCAR tem como principais atribuições assessorar o Ministro de estado na supervisão do Sistema Cartográfico nacional (SCN) e coordenar a execução da Política Cartográfica Nacional.

A estrutura organizacional da CONCAR é composta por uma secretaria executiva, cinco subcomissões técnicas e cinco comitês especializados. Os cinco comitês especializados são: Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais (CEMG), Comitê de Infraestrutura de Dados Geoespaciais (CINDE), Comitê de Nomes Geográficos (CNGEO), Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral (CNMC) e Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CMND). É no CMND que se originou a especificação técnica do padrão da EDGV. A figura 16 apresenta o organograma da CONCAR.

Figura 16 – Estrutura organizacional da CONCAR. Fonte: CONCAR.

2.2 Breve histórico

Os processos para elaboração de cartas e mapas, até o final da década de 80, eram todos analógicos. Entre os anos de 1987 e 1992, surgiram esforços para automatizar o processo de elaboração de cartas e mapas com o auxílio de computador, através de programas do tipo CAD (*Computer Aided Design*). É neste período, também, que surgiram estudos para definição de normas técnicas visando a migração de procedimentos do meio analógico para o meio digital. (CONCAR, 2008)

Com o uso de recursos da informática na cartografia, intensificada na década de 90, tornou necessária a definição de novas normas técnicas para dar suporte ao avanço da cartografia digital, com o intuito de validar o dado geoespacial, criando regras topológicas, e estruturá-lo, segundo categorias de informação e elementos cartográficos.

Assim, surgem as primeiras versões da Mapoteca Topográfica Digital (MTD), desenvolvido no do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a Tabela da Base cartográfica Digital (TBCD), da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro. Contudo, estes esforços foram independentes um do outro, fazendo com que essas novas estruturas não apresentassem os mesmos padrões, dificultando o uso integrada das mesmas. Para utilizar estas bases em conjunto é necessário adotar procedimentos de conversão de bases cartográficas, encarecendo e tornando mais complexas estas operações.

Por volta de junho de 1997, foi instalado o Comitê Especializado para estudo do padrão de Intercâmbio de dados cartográficos digitais (CEPAD), com o objetivo de estabelecer um padrão de orientação para o intercâmbio dos dados cartográficos digitais entre organizações governamentais que possuíssem esses tipos dados. As reuniões tiveram seu andamento até novembro de 1998.

Entre 1998 e 2004, com o intuito de buscar uma solução para o problema da falta de um padrão nacional, IBGE e DSG realizaram reuniões com um único objetivo: unir os padrões da MTD e TBCD. Mas a falta de recursos financeiros para locomoção de pessoal para realização de tais reuniões, impossibilitou que as mesmas fossem realizadas com uma frequência ideal e, com isso, o objetivo não foi alcançado.

No final de 2004, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) entrou em contato com a CONCAR a fim de realizar uma auditoria técnica em bases cartográficas digitais editadas pelo IBGE e DSG, na escala de 1:100.000, da Amazônia Legal, elaboradas por empresa privadas, através de processos de conversão e atualização cartográfica. O MMA tinha interesse em obter uma base cartográfica da Amazônia Legal em um padrão único de dados geoespaciais, porém, esse padrão não existia.

Surgiu, assim, a possibilidade de um convênio entre MMA, IBGE e DSG para obtenção dessas bases cartográficas em um padrão único de dados.

Em 2005, com o apoio financeiro do MMA, IBGE e DSG desenvolveram uma proposta preliminar de Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais exclusivamente para o projeto da Amazônia Legal. Esta proposta tornou-se a versão 2005, através do comitê especializado para a Estruturação da Mapoteca Nacional Digital, e foi apresentada em reunião da plenária da CONCAR, sendo aprovada e homologada como norma provisória, até que uma versão mais completa fosse elaborada.

Em 2006 e 2007, o Comitê especializado realizou exaustivas reuniões, num total de 14, para o aperfeiçoamento da versão 2005, com a participação de especialistas de vários órgãos e instituições, tendo como resultado a versão ET-EDGV 2.0 (Especificação Técnica – Estrutura de Dados Geospaciais Vetoriais 2.0). Esta versão foi aprovada e homologada pela CONCAR em novembro de 2007.

Ao decorrer do ano de 2008, utilizando esta especificação, os produtores de bases cartográficas constataram que algumas melhorias deveriam ser realizadas nesta versão, resultando na versão 2.1 da EDGV.

2.3 Categorias de informação

As ocorrências estão representadas por classes de objetos na modelagem conceitual dos dados geoespaciais, levando em consideração a natureza e a funcionalidade de cada um. As classes que possuem características funcionais comuns foram agrupadas por *categorias de informação*, visando apenas a organização dos dados geoespaciais e resultando em 13 categorias de informação. A figura 17 mostra os pacotes das categorias de informação definidos na modelagem conceitual da EDGV.

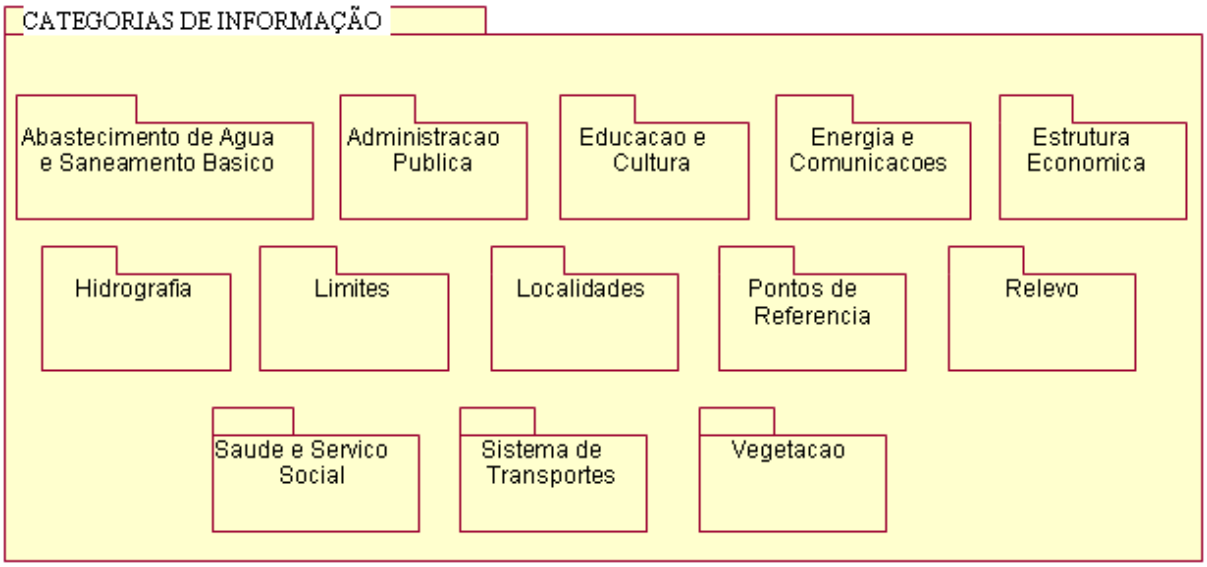


Figura 17 – Pacotes das categorias de informações definidas na EDGV.

Fonte: Adaptado de CONCAR, 2007.

Na modelagem conceitual, cada categoria de informação possui uma definição, de forma geral, a fim de mostrar a área que abrange cada uma delas. A quadro 3 mostra essas definições.

Seção 1	Hidrografia	Categoria que representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Seção 2	Relevo	Categoria que representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Seção 3	Vegetação	Categoria que representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
Seção 4	Sistema de Transporte	Categoria que agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades.
Seção 5	Energia e Comunicações	Categoria que representa as estruturas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia, bem como as de comunicação.
Seção 6	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Categoria que agrupa o conjunto de estruturas associadas à captação, ao armazenamento, ao tratamento e à distribuição de água, bem como as relativas ao saneamento básico.
Seção 7	Educação e Cultura	Categoria que representa as áreas e as edificações associadas à educação e ao esporte, à cultura e ao lazer.
Seção 8	Estrutura Econômica	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas atividades para produção de bens e serviços que, em geral, apresentam resultado econômico.
Seção 9	Localidades	Categoria que representa os diversos tipos de concentração de habitações humanas.
Seção 10	Pontos de Referência	Categoria que agrupa as classes de elementos que servem como referência a medições em relação a superfície da Terra ou de fenômenos naturais.
Seção 11	Limites	Categoria que representa os distintos níveis político-administrativos e as áreas especiais; áreas de planejamento operacional, áreas particulares (não classificadas nas demais categorias), bem como os elementos que delimitam materialmente estas linhas no terreno.
Seção 12	Administração Pública	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas as atividades inerentes ao poder público.
Seção 13	Saúde e Serviço Social	Categoria que representa as áreas e as edificações relativas ao serviço social e à saúde.

Quadro 3 – Definições gerais das categorias de informação da EDGV.

Fonte: CONCAR, 2007.

2.4 Relação de classes e objetos – RCO

Um dos documentos, disponibilizados pela CONCAR, que faz parte da especificação técnica do padrão da EDGV é a Relação de classes e objetos, mais conhecida pelas iniciais RCO. É neste documento que estão as descrições de todas as classes de objetos, atributos e domínios. As classes de objetos, seus atributos e domínios foram definidos por especialistas, por se tratarem de informações importantes a serem inseridas no banco de dados.

A RCO possui o nome da classe, sua descrição bem abrangente, a primitiva geométrica que pode representar essa classe, os atributos pertencentes à classe, a descrição de cada atributo, os domínios prédefinidos dos atributos e, se existir, as descrições dos domínios. Como exemplo podemos citar a classe Massa_Dagua. Na RCO possui o nome da classe com sua descrição, que é *"Corpo d'água representado por polígono, tais como oceano, baias, enseadas, meandros abandonados, lagos, lagoas, e os açudes que não possuam fluxo de água"*, a sua primitiva geométrica que é *polígono (área)*, simbolizado por um retângulo, seus atributos que são *nome, geometria_aproximada, tipoMassaDagua, regime, salinidade e nomeAbrev*, suas respectivas descrições e seus respectivos domínios. A tabela 1 mostra um exemplo da classe *Caatinga* contida na RCO.

Tabela 1 – Exemplo da classe Caatinga na RCO. Fonte: CONCAR, 2007.

Classe	**Descrição**			**Código**	**Primitiva geométrica**	
Caatinga	**Vegetação arbórea-arbustiva, com folhas pequenas, partidas ou pinadas, muitas vezes sensíveis, flora das cactáceas, com riqueza de espinhos.**			**3.11**		
Atributo	**Tipo**	**Tam**	**Descrição**	**Domínio**	**Descrição**	Req
nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim	-	NÃO NULO
				Não	-	
classificacaoPorte	Alfanumérico	9	Indica o porte da vegetação.	Desconhecido	-	NÃO NULO
				Arbórea	As árvores são todos os vegetais gimnospermas e angiospermas dicotiledôneas lenhosas que, entre outros atributos, se caracterizam por ter uma raiz aérea, um caule lenhoso do tipo tronco, que forma ramos bem acima do nível do solo.	
				Arbustiva	Vegetação arbustiva é todo vegetal do grupo das angiospermas dicotiledôneas lenhosas, que se ramifica desde de junto ao solo.	
				Misto	2 ou mais tipos listados.	
denso	Alfanumérico	12	Indica se a vegetação é densa.	Desconhecido	-	NÃO NULO
				Sim	-	
				Não	-	
alturaMediaIndividuos	Real	-	Altura média dos indivíduos, em metros.	A ser preenchido	Ex.: 50,00 m.	NULO
antropizada	Alfanumérico	12	Indica se a vegetação sofre ou sofreu ação humana.	Desconhecido	-	NÃO NULO
				Sim	-	
				Não	-	
nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO

Nota-se que cada atributo possui a sua respectiva descrição. Alguns atributos são "*não nulos*, ou seja, devem ser preenchidos, já o que são "*nulos*" podem ficar em branco caso ainda não seja conhecido o seu valor. Nos campos que são obrigado a ser preenchidos mas ainda não é conhecido o seu valor, foram criados domínios chamados "*desconhecido*" , para que seu preenchimento correto seja feito posteriormente, quando o valor for conhecido. Outro ponto importante são os campos *tipo* e *tam* (tamanho), pois quando esses atributos forem criados no banco deve-se inserir os tipo e os tamanhos já definidos na RCO. E por fim, é importante frisar o campo *domínio*, são valores predefinidos para o preenchimento dos atributos no banco de dados.

2.5 Diagrama de classes – DC

O Diagrama de Classes, mais conhecido como DC, é a representação das classes de objetos segundo modelo da OMT-G. Para o entendimento total do padrão da EDGV, deve-se fazer a leitura em paralelo dos dois documentos disponibilizados pela CONCAR, a RCO e o DC.

Para cada pacote de categoria de informação foi elaborado um DC simplificado. No Dc simplificado possui apenas as classes de objetos e seus respectivos relacionamentos, não contemplando os seus atributos e comportamentos.

Tanto na RCO quanto na DC possuem a representação das classes através de uma primitiva geométrica. A tabela 2 mostra os tipos de primitivas geométricas existentes.

Tabela 2 – Tipos de primitivas geométricas existentes na RCO e no DC.

☆	**Ponto**
———	**Linha**
▭	**Polígono**
C	**Complexo** - Elemento complexo é aquele cuja geometria poderá ser constituída por mais de uma primitiva geométrica, isto poderá ocorrer em classes de objetos onde: 1. pelo menos uma instância possua mais que uma primitiva geométrica; ou, 2. as instâncias sejam representadas pela agregação de instâncias de classes de objetos com diferentes primitivas geométricas.

No DC simplificado, construído segundo o modelo OMT-G, existem relacionamentos espaciais que estão classificados de acordo com as regras topológicas, ou seja, regras definidas em relação às primitivas geométricas ponto, linha e polígono. As relações topológicas podem ser: entre *pontos* (figura 18a), *ponto-linha* (figura 18b), *ponto-polígono* (figura 18c), *linhas* (figura 18d), *linha-polígono* (figura 18e) e *polígonos* (figura 18f).

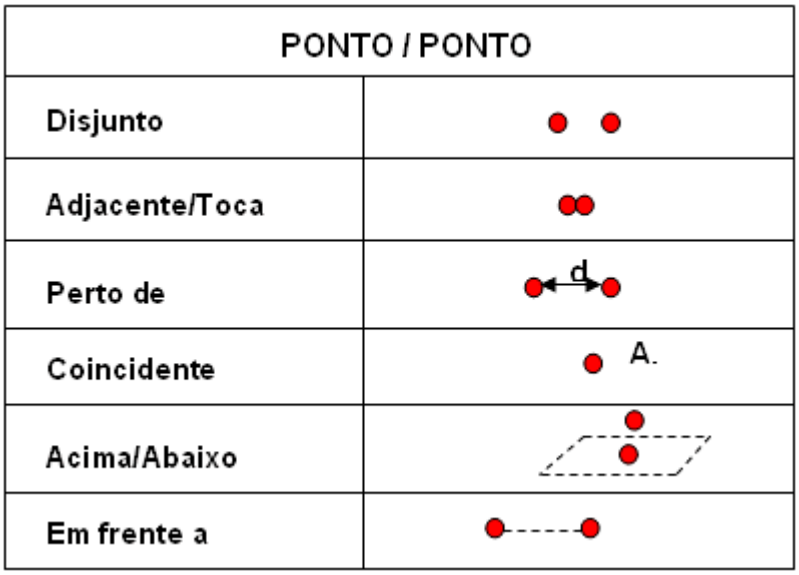


Figura 18a – Relação espacial entre pontos. Fonte: CONCAR, 2007.

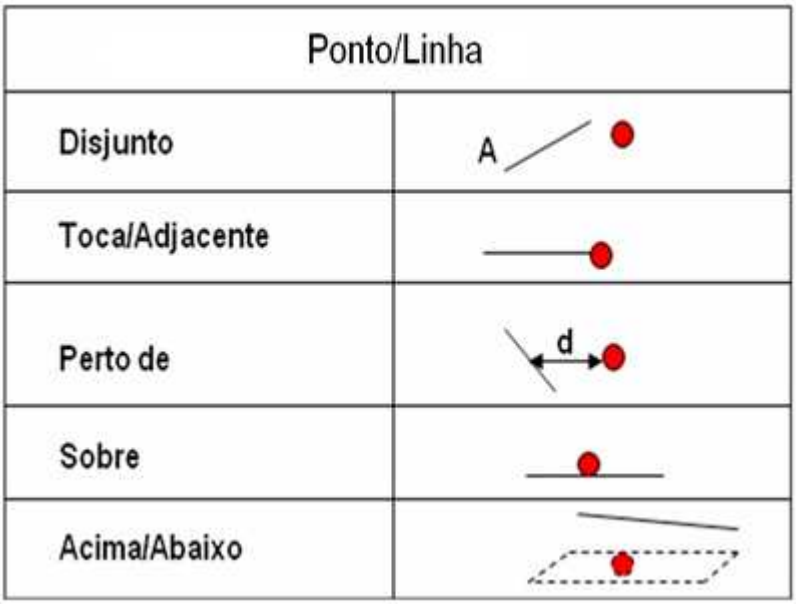


Figura 18b – Relação espacial entre ponto e linha. Fonte: CONCAR, 2007.

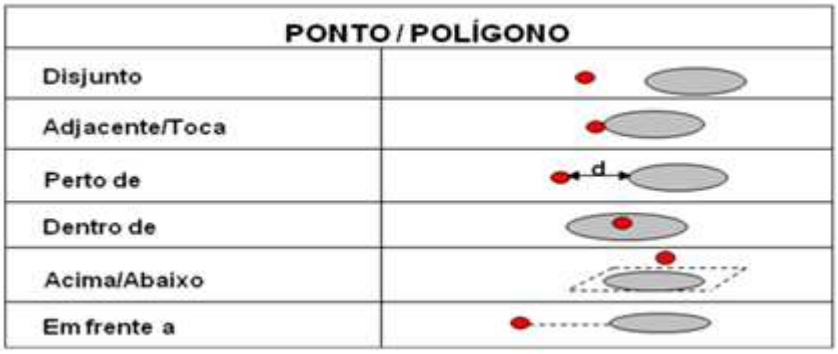


Figura 18c – Relação espacial entre ponto e polígono. Fonte: CONCAR, 2007.

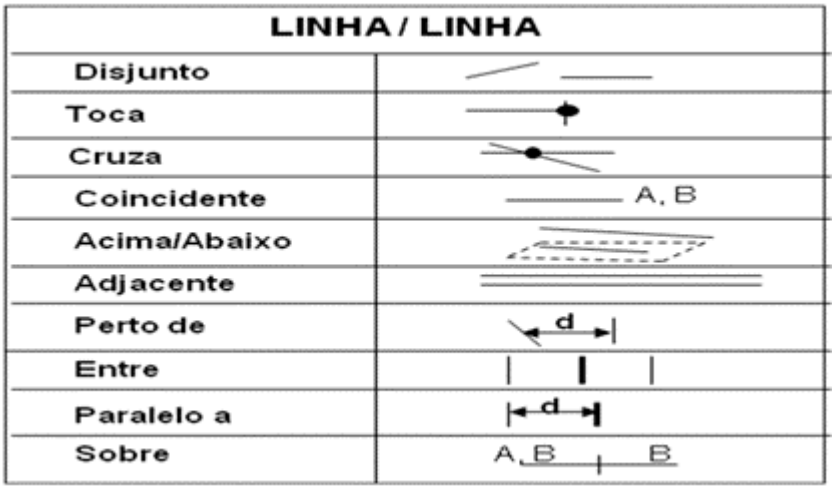


Figura 18d – Relação espacial entre linhas. Fonte: CONCAR, 2007.

Figura 18e – Relação espacial entre linha e polígono. Fonte: CONCAR, 2007.

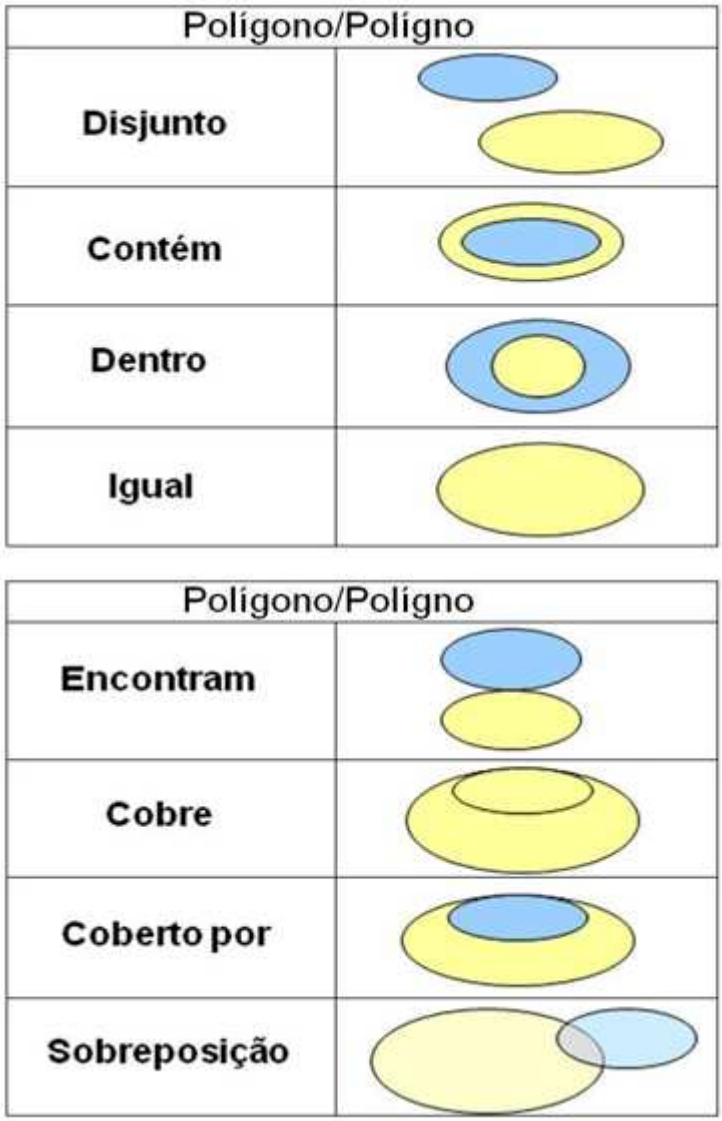


Figura 18f – Relação espacial entre polígonos. Fonte: CONCAR, 2007.

A figura 19 mostra um exemplo de um DC da categoria de informação *Localidades*.

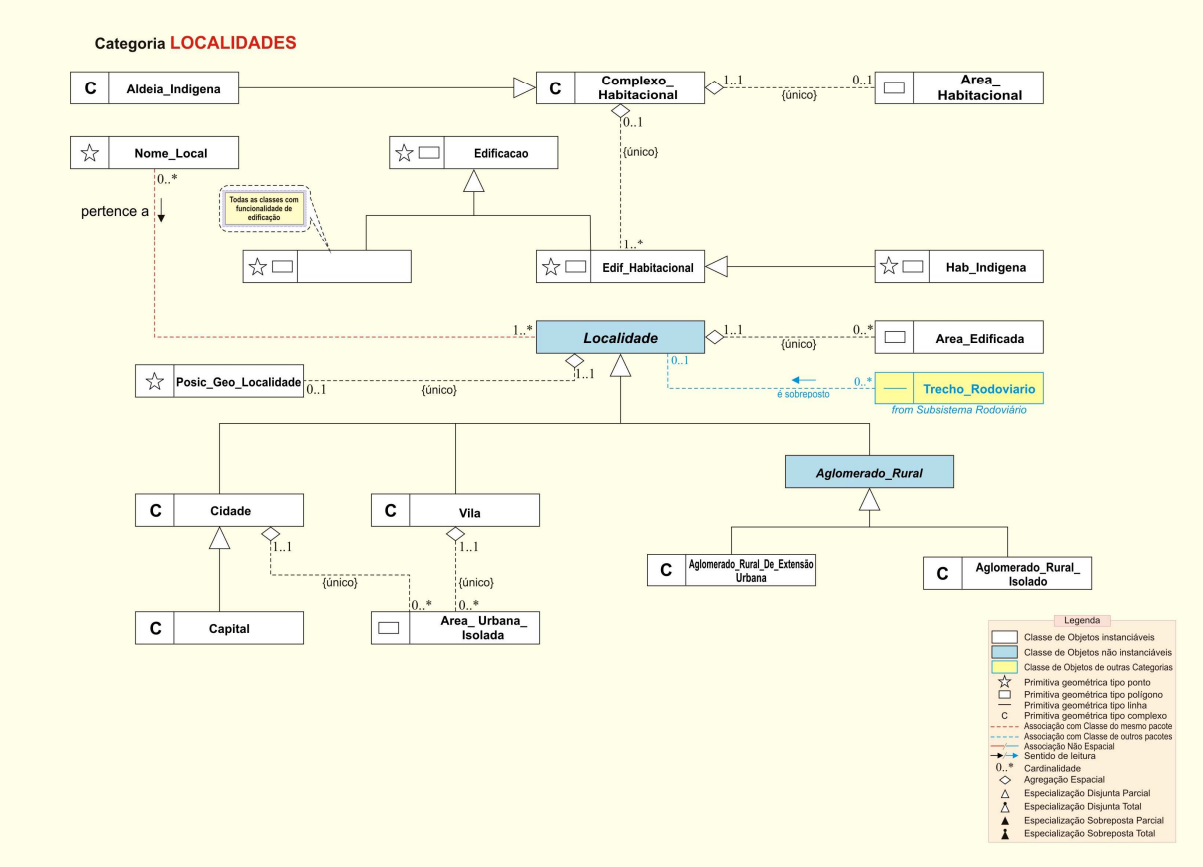


Figura 19 – Diagrama de classes da categoria Localidades. Fonte: CONCAR, 2007.

A CONCAR recomenda que os produtores de dados utilizem o padrão da EDGV para novos projetos e para os dados já existentes que seja feita a conversão para o novo padrão. Em destaque também, ressalta que o padrão construído é resultado de análises de caráter técnico-científico, sendo importante que o meio acadêmico contribua com seu aperfeiçoamento, através de estudos dos impactos da implementação deste padrão. Algumas vantagens são mencionados no documento como, por exemplo, a portabilidade dos arquivos, facilidade de agregar novas informações, possibilidade de geração de bases cartográficas contínuas e economia de recursos públicos.

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA PROPOSTA

Este capítulo contem o conjunto de informações necessárias para a compreensão da metodologia de conversão cartográfica foco desta dissertação.

Assim se tem inicialmente um descritor sobre a origem dos dados utilizados no estudo e um relato sobre a infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento do trabalho. Em seguida são apresentados os fundamentos que justificam a escolha do sistema computacional utilizado como ferramenta de conversão de dados cartográficos. O item seguinte, contempla a questão central do capítulo que é a descrição das etapas da metodologia de conversão proposta nesta dissertação. Por fim, se tem a descrição de uma aplicação típica com o intuito de exemplificar a operacionalidade da metodologia proposta.

3.1 Origem dos dados e infraestrutura

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE tem por missão a produção de informações de natureza cartográfica, estatística e geográfica sobre a realidade do território brasileiro. Para cumprir esta missão, o IBGE esta dotado de uma estrutura organizacional que contempla as diversas unidades responsáveis pela execução e coordenação das atividades inerentes a missão institucional.

Dentre estas unidades está a Diretoria de Geociências (DGC) responsável pela produção de informações cartográficas, geodésicas, geográficas e àquelas referentes ao meio ambiente. A esta diretoria pertence a Coordenação de Cartografia (CCAR) que tem sob sua responsabilidade o mapeamento do território nacional.

Para tanto a CCAR utiliza tecnologia de ponta orientada para captura, tratamento, armazenamento e análise de dados e informações necessários para a adequada e atualizada representação do território nacional, dentre estes recursos destacam-se àqueles referenciados a projetos de: Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Geoprocessamento.

Os dados utilizados nesta dissertação fazem parte da base de dados disponibilizada pela CCAR, ressaltando que o aluno foi autorizado pela instituição a fazer uso de dados e de informações necessárias para o bom desempenho de seus trabalhos neste programa de mestrado.

A infra-estrutura utilizada na execução da dissertação conta com computadores,

programas, banco de dados e dependências físicas, disponibilizadas pela CCAR-IBGE. As estações de trabalho a serem utilizadas envolvem a base física disponível no CCAR-IBGE. Será, ainda, utilizado o computador pessoal do aluno.

Em relação aos sistemas computacionais, será utilizado o Geomedia Professional versão 5.2, da *Intergraph*, já disponibilizado pela CCAR – IBGE para utilização na dissertação.

Em relação ao banco de dados, será utilizado o Access, pois é o banco que o Geomedia Professional utiliza para armazenar, manipular e processar os dados cartográficos.

3.2 Geomedia como ferramenta de conversão

O Geomedia Professional é um sistema computacional elaborado pela Intergraph, que é uma empresa do ramo de engenharia e programas de geoprocessamento que permite visualizar dados complexos. No Brasil, a Sisgraph é a representante exclusiva *da Intergraph Security, Government & Infraestructure* na América Latina, Caribe e México, e *da Intergraph Process, Power & Marine e da Stratasys*.

Dentre os vários sistemas computacionais existentes no mercado, o IBGE adquiriu este devido à necessidade de adequação ao avanço tecnólogico e ao surgimento dos sistemas de informações geográficas.

Um dos principais motivos que fez com que o IBGE decidisse adquirir o Geomedia foi a capacidade de acessar arquivos do tipo CAD (*Computer Aided Design*). A maior parte das bases cartográficas elaboradas pela Coordenação de Cartografia do IBGE está no formato nativo do Microstation, conhecido como *dgn* (*Design*). O Geomedia suporta arquivos, do tipo CAD, gerados nos programas Microstation e AutoCAD, que são programas de desenho voltados para projetos multidisciplinares.

Para acessar os dados se deve proceder a uma conexão com o banco de dados de interesse. O Geomedia pode se conectar com vários tipos de banco de dados como Microsoft Access, Oracle, CAD, ARCVIEW (formato *shape*), dentre outros, como mostra a figura 20.

Figura 20 – Tipos de conexões do Geomedia.

O Geomedia possui uma estrutura de diretórios para guardar a *geoworkspace* e *warehouse* que estão sendo utilizadas. Automaticamente, na instalação do programa, essa estrutura de diretórios é gerada na raiz do disco rígido onde o programa está sendo instalado. Serão geradas duas pastas no disco rígido com os nomes *Geoworkspaces* e *Warehouses*. A estrutura dos diretórios pode ser ajustada de acordo com as especificidades do projeto a ser desenvolvido,Aconselha-se utilizar a estrutura gerada na instalação do programa e identificar os projetos pelos nomes das *geoworkspace*s e *warehouse*s.

A área de trabalho no Geomedia é conhecida como *geoworkspace*, local no qual os dados serão visualizados pelo usuário. Quando esta *geoworkspace* é salva, nela ficam armazenadas todas as conexões, análises espaciais, consultas espaciais e qualquer outra funcionalidade utilizada nos dados que estão nos bancos de dados conectados de determinado projeto. Quando se está trabalhando em um determinado projeto, uma *geoworkspace* é salva com o intuito de guardar todo o histórico de funções executados juntamente com a configuração de cores, preenchimento e estilos de geometrias, seja linha, ponto ou área. A figura 21 mostra os dados que estão sendo visualizados e as consultas que foram feitas em alguns dados salvos na *geoworkspace*.

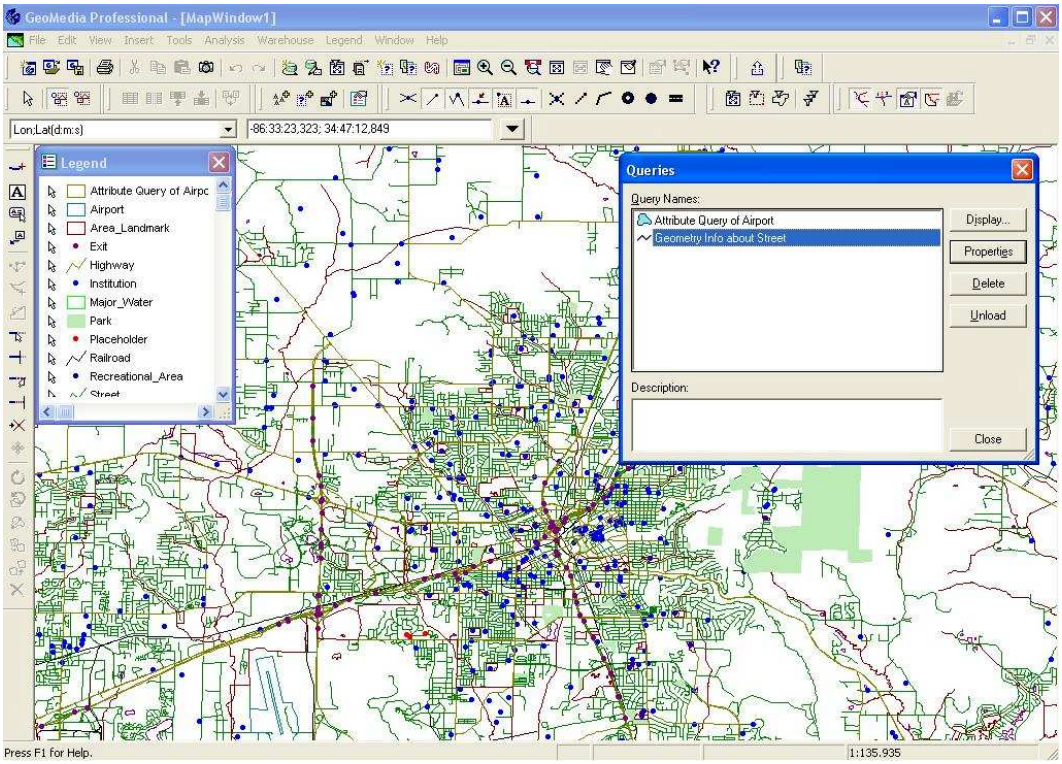


Figura 21 – *Geoworkspace* com as características de determinado projeto.

O banco de dados no Geomedia é chamado de *Warehouse*, que significa armazém. Conectar um banco de dados no Geomedia significa conectar um *warehouse*, podendo ser um banco de dados Oracle, Access, SQL Server ou outro tipo suportado por ele. Quando o usuário criar um *warehouse* novo, deve saber que a *warehouse* nativa do Geomedia é o Microsoft Access. Todos os dados estarão armazenados no *warehouse* e qualquer manipulação no banco de dados, seja uma atualização, alteração, inserção ou exclusão, é feita diretamente pelo Geomedia. O Geomedia lê e escreve nos bancos de dados Access e Oracle, sendo que quando é criado um novo *warehouse*, automaticamente, será gerado um banco de dados Access. Nesta dissertação, quando se falar em banco de dados do geomedia se estará referindo ao *warehouse*. A figura 22 mostra a criação de um *warehouse*.

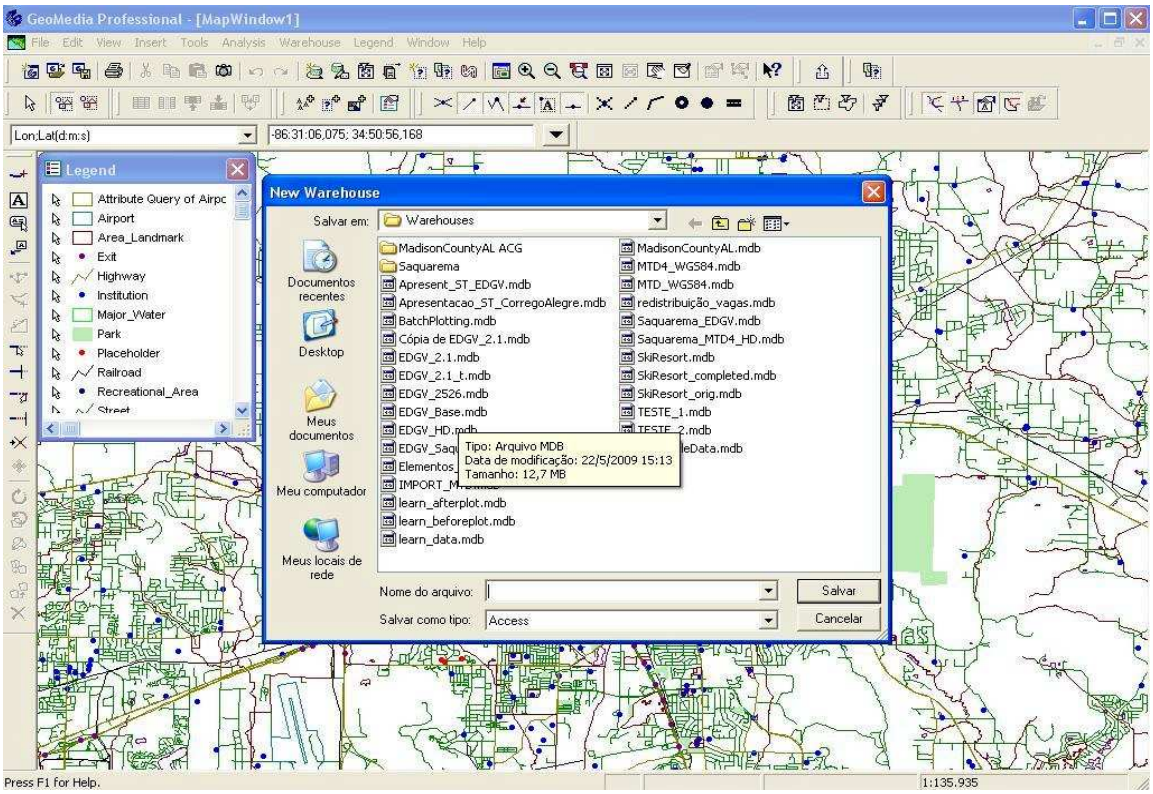


Figura 22 – Criação de um novo *warehouse*.

O Geomedia possui várias funcionalidades, dentre elas, a capacidade de acessar arquivos de vários tipos de banco de dados ao mesmo tempo. Esse acesso é feito através de conexões. Por exemplo, se o usuário possui um banco de dados Access, alguns arquivos no formato *shape*, do Arcview, e um arquivo no formato *dgn*, do Microstation, é possível visualizar os três tipos ao mesmo tempo fazendo as respectivas conexões de banco de dados no geomedia. Apesar de o formato *shape* ser um dos mais utilizados mundialmente, isso não se torna um problema, já que o Geomedia exporta todos os dados do seu formato próprio para o formato *shape*. Assim,, todo o processo de produção de bases cartográficas pode ser realizado através do sistema computacional Geomedia. O Geomedia exporta dados para os formatos DGN, AutoCAD, *Shape*, Oracle, MAPINFO e SQL Server. A figura 23 mostra a conexão de vários tipos de bancos de dados.

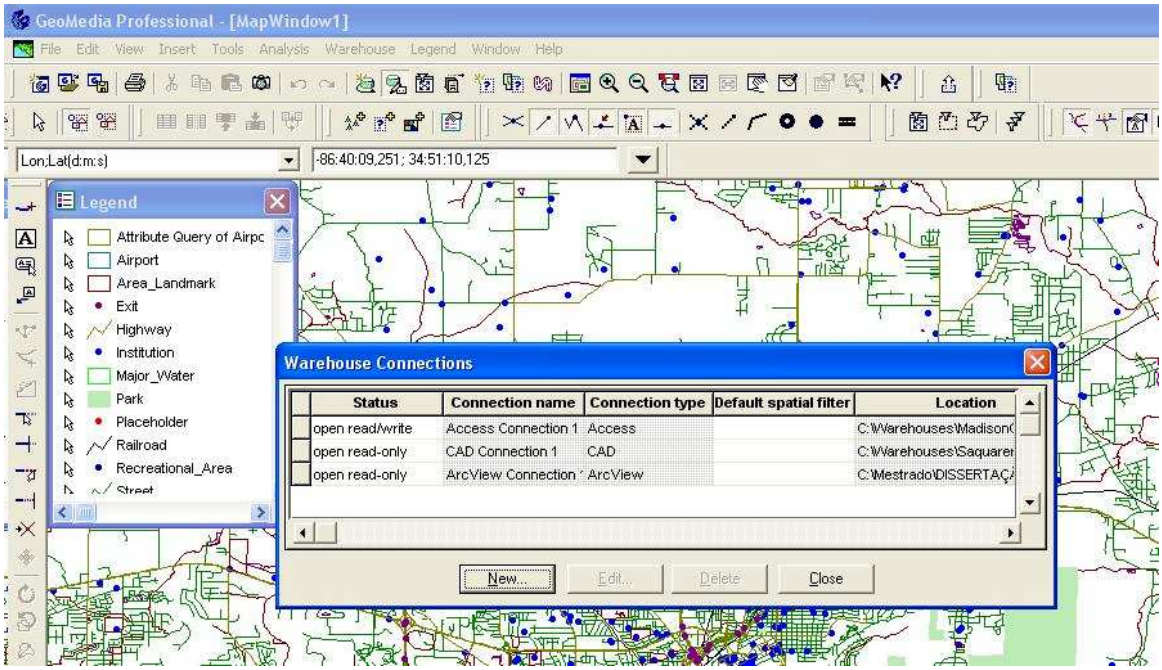


Figura 23 – Três tipos de *warehouse*: Access, CAD e Arcview.

A mesma figura 23 mostra os tipos de banco de dados conectados onde se observa que só existe a conexão *read/write* (leitura/escrita) para o banco de dados Access, as outras duas conexões são *read-only* (leitura-somente). O Geomedia faz leitura e escrita apenas nos bancos de dados Access e Oracle, e os outros bancos de dados são apenas como leitura. Para permitir que o usuário faça qualquer tipo de alterações á necessário importar os dados para um *warehouse* do geomedia (Oracle ou Access) e a partir dele criar, alterar ou atualizar as informações existentes neste banco de dados. Para isso, é criado um novo *warehouse* e, utilizando as funções do Geomedia, importa-se os dados que estão sendo lidos na conexão read/only para este novo *warehouse*.

3.3 Metodologia de conversão

Este item é o mais importante deste capítulo, pois é nele que estão descritas todas as etapas da proposta de metodologia de conversão de bases cartográficas digitais vetoriais, objeto desta dissertação. As etapas fundamentais da metodologia proposta podem ser assim resumidas: é feita a importação dos dados no formato *dgn* para o banco de dados Access do Geomedia. Após esta etapa, faz-se a conversão dos dados por primitiva geométrica, ou seja,

pelo tipo de geometria que o elemento cartográfico está sendo representado na base cartográfica. Primeiro os dados que possuem como primitiva geométrica *linha*, depois os dados com primitiva geométrica *ponto* e por último com primitiva geométrica *área*.

Existem várias formas de converter as bases cartográficas digitais vetoriais que estão na estrutura da Mapoteca Topográfica Digital (MTD) para a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV), porém esta é uma das formas existentes. Para executar as etapas definidas nesta metodologia foram selecionadas funções do sistema computacional Geomedia Professional. As etapas e as funções utilizadas estão descritas a seguir.

3.3.1 Organização dos dados

Neste item, estão contidos todos os procedimentos de organização e preparação dos dados das bases cartográficas que serão convertidas para o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais. É descrito o comparativo entre os padrões da MTD e EDGV, a geração do esquema de banco de dados segundo o padrão da EDGV e a utilização do aplicativo Geomedia *Pick List* para criar e conectar as tabelas auxiliares que contém os domínios dos atributos das classes contidas na RCO.

3.3.1.1 Comparativo entre MTD e EDGV

Antes de iniciar o processo de conversão é necessário fazer uma comparação entre as estruturas que serão utilizadas, neste caso a Mapoteca Topográfica Digital do IBGE e a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais homolagada pela Comissão Nacional de Cartografia. Essa comparação se deu através da identificação dos elementos cartográficos que compõem a MTD na EDGV. Para cada estrutura existente a ser convertida deve ser gerada uma planilha identificando cada elemento da mesma na EDGV. Para a construção desta planilha é utilizado o Microsoft Excel. A figura 24 mostra uma parte da planilha que foi feita para identificar os elementos cartográficos da MTD na EDGV.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CatMTD4	Elemento_MTD_4	CatEDGV2.1	Classe EDGV_2.1	Atributo_1	Domínio_1	Atributo_2	Domínio_2
28	HD	Linha de drenagem (incluído em	- HIDROGRAF	Trecho_Drenagem				
29	HD	Nascente	- HIDROGRAF	Ponto_Inicio_Drenagem	nascente			
30	HD	Naufrágio Descoberto	12- SIST TRANS	Obstaculo_Navegacao	tipoObst	Artificiais	situacaoEmAgua	Emerso
31	HD	Naufrágio Submerso	12- SIST TRANS	Obstaculo_Navegacao	tipoObst	Artificiais	situacaoEmAgua	Submerso
32	HD	Perigo Caráter Geral	12- SIST TRANS	Obstaculo_Navegacao	tipoObst			
33	HD	Piscicultura/Viveiro Com	- HIDROGRAF	Massa_Dagua	tipoMassaDagua	Represa/Açude		
34	HD	Piscicultura/Viveiro Sem	- HIDROGRAF	Massa_Dagua	tipoMassaDagua	Represa/Açude		
35	HD	Poço de Água	- HIDROGRAF	Fonte_Dagua	tipoFonteDagua	Poço		
36	HD	Recife Descoberto	- HIDROGRAF	Recife	situaMare	Sempre fora dágua		
37	HD	Recife Submerso	- HIDROGRAF	Recife	situaMare	Sempre submerso		
38	HD	Recife Submerso Rocha Saliente	- HIDROGRAF	Recife	tipoRecife	Rochoso		
39	HD	Rio Aluvião Seco Área Úmida MD Com	5- HIDROGRAFI	Trecho_Massa_Dagua	regime	Seco		
40	HD	Rio Aluvião Seco Área Úmida MD Com	5- HIDROGRAFI	Trecho_Drenagem	regime	Seco		
41	HD	Rio de Aluvião Seco Margem Simples	5- HIDROGRAFI	Trecho_Massa_Dagua	regime	Seco		
42	HD	Rio de Aluvião Seco Margem Simples	5- HIDROGRAFI	Trecho_Drenagem	regime	Seco		
43	HD	Rio Intermitente (6)	- HIDROGRAF	Trecho_Massa_Dagua	tipoTrechoMassa	Rio	regime	Temporário
44	HD	Rio Permanente (6)	- HIDROGRAF	Trecho_Massa_Dagua	tipoTrechoMassa	Rio	regime	Permanente
45	HD	Rocha Descoberta Com Representação	- HIDROGRAF	Rocha_Em_Agua	situacaoEmAgua	Emerso		
46	HD	Rocha Descoberta Sem Representação	- HIDROGRAF	Rocha_Em_Agua	situacaoEmAgua	Submerso		
47	HD	Sondagem	5- ESTRUT ECO	Ext_Mineral	tipoExtMin	onto de prospecção		
48	HD	Sumidouro em Areia	- HIDROGRAF	Ponto_Drenagem	relacionado	idouro e/ou Vertedouro		
49	HD	Sumidouro em Terra	- HIDROGRAF	Ponto_Drenagem	relacionado	idouro e/ou Vertedouro		
50	HD	Talude	10- RELEVO	mento_Fisiografico_Nat	tipoElemNat	Talude		
51	HD	Terreno Sujeito à Inundação (7)	- HIDROGRAF	erreno_Sujeito_Inundacao				

Figura 24 – Identificação dos elementos cartográficos da MTD na EDGV.

Na coluna A da planilha é indicada a categoria de informação a qual pertence o o elemento cartográfico na MTD. Na coluna B se encontra o nome do elemento cartográfico. Na coluna C está a categoria de informação da EDGV na qual o elemento está localizado. Na coluna D se encontram as classes da EDGV as quais pertencem os elementos cartográficos. Finalmente a partir da coluna E estão os atributos dos elementos cartográficos na EDGV e seus respectivos domínios. Com isso, se tem os elementos cartográficos da MTD identificados na EDGV.

Após esse procedimento, devem ser importadas as bases cartográficas que estão na MTD e que serão convertidas para o padrão da EDGV.

Este comparativo é feito através da identificação do elemento cartográfico da MTD na EDGV. Por exemplo, rio permanente. Na MTD, rio permanente está identificado por nível, cor, estilo e peso, nesse caso, os valores são: nível 7, cor 77, estilo 0 e peso 1. Na EDGV, o rio permanente é identificado através de uma classe e um conjunto de atributos contido na RCO, nesse caso, a classe *Trecho_Drenagem* e dois atributos, desta classe, c*oincideComDentroDe* e *regime*. Na RCO, esses dois atributos possuem domínios pré-definidos. O Atributo c*oincideComDentroDe* possui como domínios pré-definidos *Barragem, Canal, Corredeira, Eclusa, Foz marítima, Laguna, Não aplicável, Queda d1água, Represa/Açude, Rio, Terreno sujeito à inundação e Vala*. Já o atributo *regime* possui como domínios pré-definidos: *Permanente, Permanente com grande variação, Seco, Temporário e Temporário com leito permanente.*

Para o elemento cartográfico deste exemplo, os campos dos atributos deverão ser preenchidos, respectivamente, com os domínios *Rio* e *Permanente*. Dessa forma, foram identificados os elementos cartográficos da MTD na Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais, homologada pela CONCAR.

3.3.1.2 Esquema de banco de dados - EDGV2.1

Um dos objetivos específicos é gerar um esquema de banco de dados seguindo o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais. Como neste trabalho está sendo utilizado o sistema computacional Geomedia, será criado um banco de dados vazio no formato Access, ou seja, será criado um arquivo *mdb* compatível com o Geomedia, conforme mostra a figura 25 Esse banco de dados será uma *warehouse* criado diretamente no Geomedia, inserindo todas as descrições das classes de elementos, dos atributos e dos seus respectivos domínios.

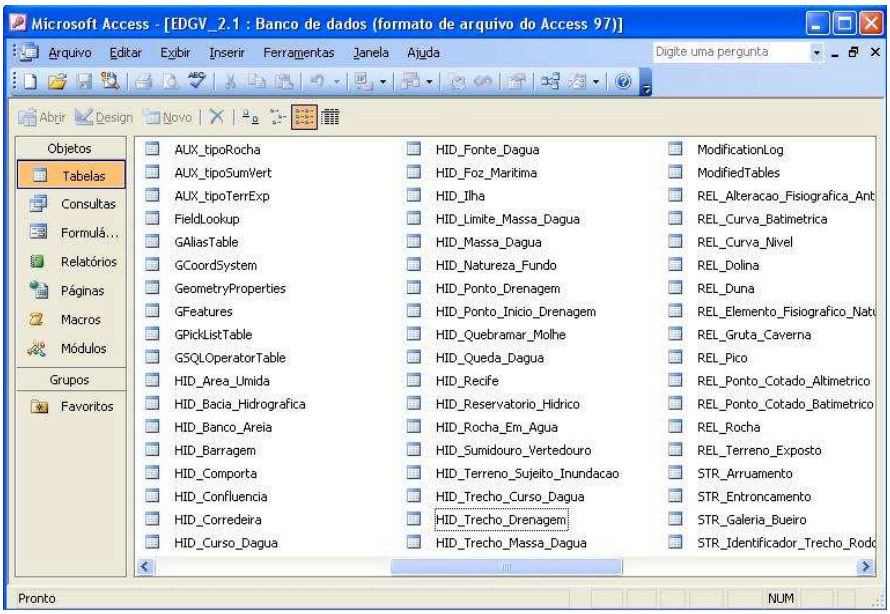


Figura 25 – Parte do esquema de banco de dados criado para utilizar no Geomedia.

A *warehouse* terá como referência a Relação de Classes e Objetos (RCO) e o Diagrama de Classes (DC). É importante salientar que a representação da EDGV neste trabalho será em banco de dados relacional, apesar de a EDGV ter sido construída de acordo com as técnicas de orientação a objetos. Devido a esse fato, o capítulo 2 descreve a

fundamentação teórica sobre modelagem orientada a objetos e as formas de representação de uma modelagem conceitual orientada a objetos em banco de dados relacional.

Para fins de controle através das categorias de informação, todas as tabelas criadas no banco de dados do Geomedia para representar as classes contidas na RCO tiveram nos seus respectivos nomes a identificação de cada categoria formada por três letras. Na figura anterior é possível visualizar esta situação. Por exemplo, as tabelas que fazem parte da categoria de informação *Hidrografia* possuem antes do nome a identificação HID.

3.3.1.3 Utilitário Geomedia *Pick List*

Uma parte importante do esquema de banco de dados no padrão da EDGV são os domínios dos atributos que deverão ser preenchidos para classificar determinado elemento cartográfico. Para seguir o padrão e evitar erros de escrita ou abreviações, o correto é utilizar exatamente os nomes pré-definidos nas listas de domínios. Na Relação de Classes e Objetos estão predefinidos todos os domínios possíveis para cada atributo das classes de objetos. Para cada lista de domínio deve ser criada uma tabela, chamada tabela auxiliar, e fazer a ligação dela com seu respectivo atributo.

Um caminho para alcançar tal feito seria via linguagem de programação. Através de uma determinada linguagem de programação é possível fazer o *link* entre os campos dos atributos e suas respectivas listas de domínios. Porém, na busca de uma solução, foi identificado que a empresa Intregraph desenvolveu tal solução através de um aplicativo livre disponível para utilização junto com a licença do sistema computacional Geomedia. Este aplicativo é utilizado independentemente do Geomedia e também funciona por meio de conexão aos bancos de dados de interesse.

Neste caso, o aplicativo será utilizado com o esquema de banco de dados, segundo o padrão da EDGV, para fazer a criação e ligação das tabelas auxiliares dos domínios dos atributos. Utilizou-se o aplicativo ao final da elaboração do esquema de banco de dados no padrão da EDGV. Através dele, foram criadas todas as tabelas auxiliares e ao mesmo tempo feitas as ligações necessárias com seus respectivos atributos. Isso irá permitir a seleção do domínio exato em um determinado campo do atributo. Por exemplo, para indicar o regime de um determinado rio, basta selecionar o elemento na lista de domínios que se abrirá no campo a ser preenchido. Neste aplicativo é possível fazer a conexão com os mesmos bancos de dados que o Geomedia adota para fazer qualquer edição, seja Access, Oracle ou SQL server, como

mostra a figura 26.

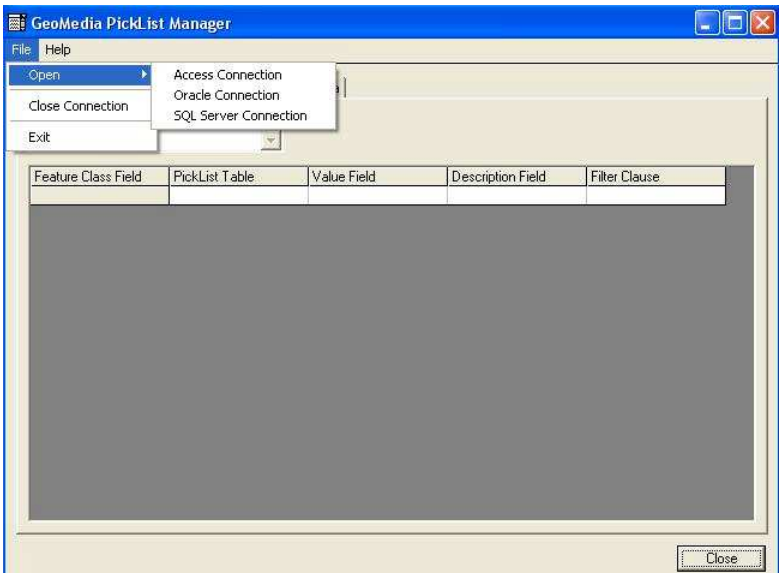


Figura 26 – Conexão com o banco de dados de interesse.

Ao fazer a conexão com o banco de dados de interesse é possível visualizar todas as tabelas contidas nele. Para iniciar a ligação das tabelas auxiliares, é necessário selecionar cada uma delas. Esse procedimento é feito uma única vez, já que, depois disso, basta utilizar o banco de dado e as listas de domínios que já estarão interligadas com seus respectivos atributos. A figura 27 mostra as tabelas sendo visualizadas após a conexão do banco.

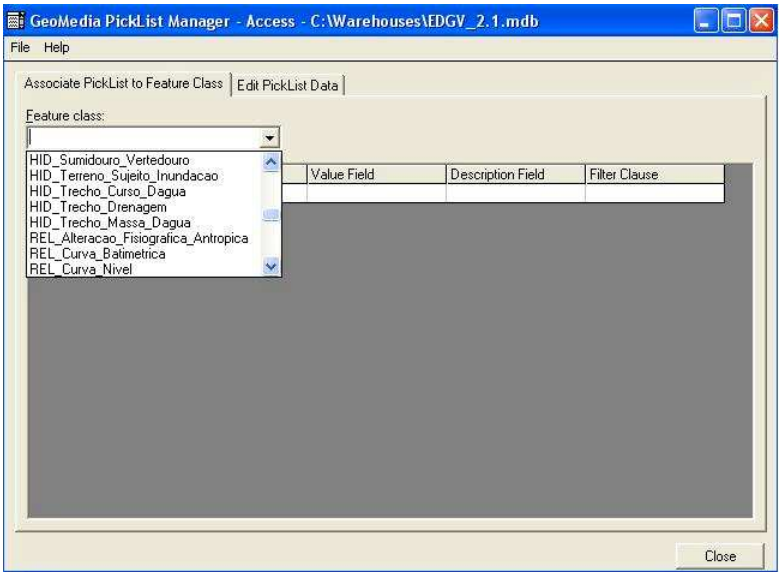


Figura 27 – Visualização das tabelas contidas no banco de dados conectado.

Ao selecionar uma das tabelas aparecem os atributos as quais pertencem, permitindo o início da ligação dos campos da tabela com seus domínios, conforme a figura 28.

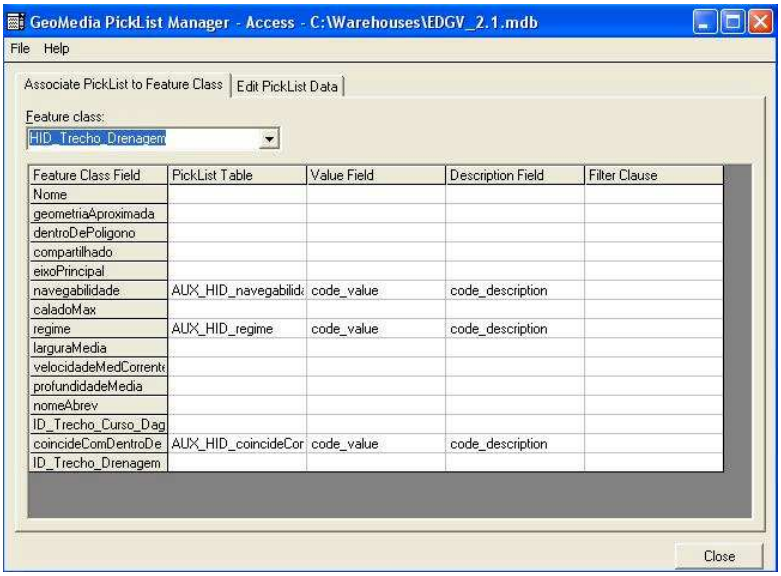


Figura 28 – Lista de atributos das tabelas existentes no banco de dados.

Para criar as tabelas auxiliares e suas respectivas ligações com os atributos, deve-se seguir a Relação de Classes e Objetos (RCO), pois nela estão contidas todas as informações de domínios a serem utilizados neste procedimento. Clicando no campo *PickList Table* do atributo que se quer incluir, a lista de domínios abrirá uma nova janela onde serão definidos os nomes das tabelas auxiliares e seus respectivos valores a serem preenchidos, como mostra a figura 29.

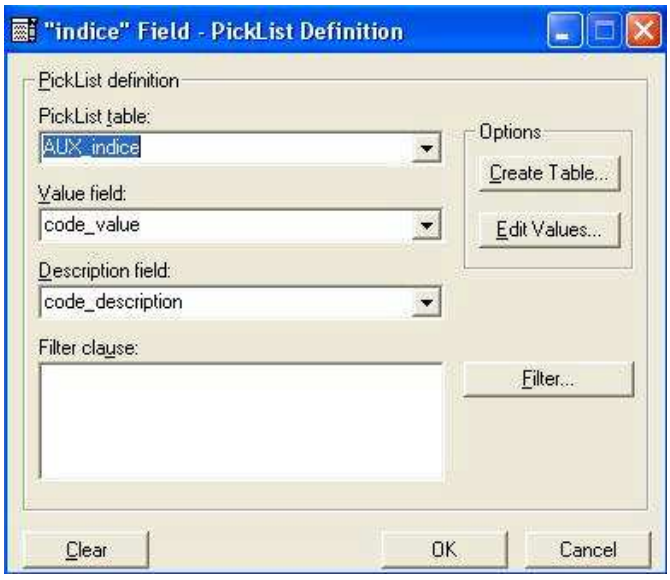


Figura 29 – Criação da tabela auxiliar de domínios.

Nesta nova janela, existem duas opções: uma é a criação da tabela, chamada C*reate Table*, e a outra é a edição dos valores dos domínios, chamada *Edit Values*. Caso as tabelas auxiliares já existam no banco de dados e ainda não estejam ligadas com seus repectivos atributos, basta utilizar o Geomedia *PickList* para realizar tal ligações. No campo *PickList Table*, da figura 29, é possível fazer apenas a ligação com as tabelas auxiliares existentes no banco de dados. Na opção *Create Table*, define-se o tipo e o tamanho do campo a serem preenchidos pelos domínios pré-definidos na RCO. Após a criação da tabela auxiliar, na opção *Edit Values* define-se a lista de domínios de cada atributo que está pré-definida na RCO. As figuras 30 e 31 mostram as duas situações descritas.

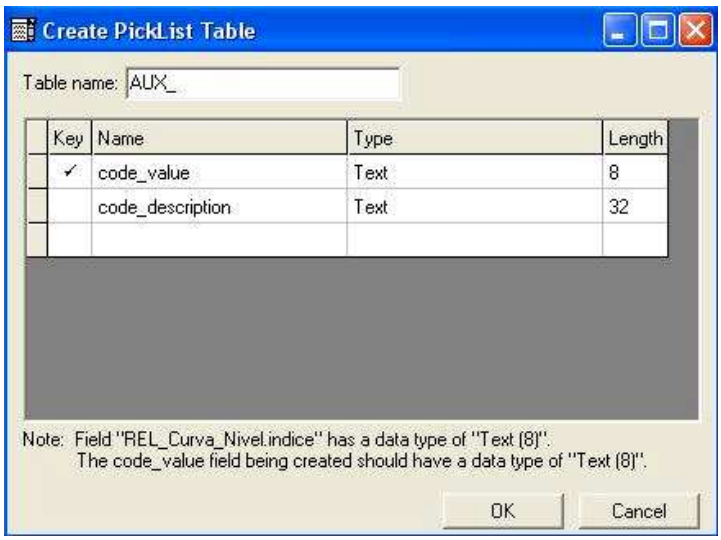


Figura 30 – Janela da opção *Create Table*.

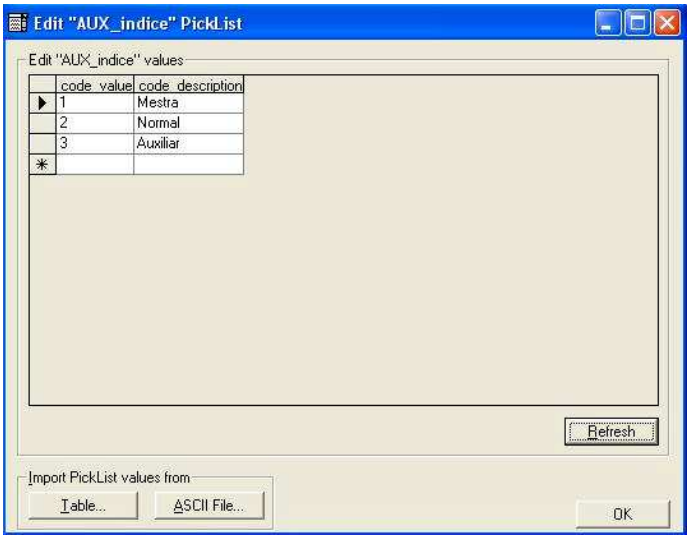


Figura 31 – Criação da lista de domínios na opção *Edit Values*.

3.3.2 Importação dos dados

Esta etapa tem como objetivo importar as bases cartográficas digitais vetoriais que estão na estrutura da MTD e que deverão ser convertidos para a EDGV. Para fazer a leitura dos dados no formato nativo do Microstation, *dgn*, o Geomedia possui uma ferramenta chamada *Define CAD Server File*. A funcionalidade desta ferramenta é simplesmente fazer com que o Geomedia leia os dados que estão no formato CAD, neste caso, no formato *dgn*. A figura 32 mostra a localização desta ferramenta. A extensão do arquivo criado com esta ferramenta é conhecida como *csd*. Para se referir a este arquivo iremos chamar de arquivo *csd*. A configuração do arquivo *csd* , que será descrita a seguir, deve ser feita antes de abrir o Geomedia. Após a sua configuração, deve-se abrir o geomedia e fazer a conexão com o respectivo arquivo para realizar a leitura dos dados, no formato CAD, a serem convertidos para a EDGV.

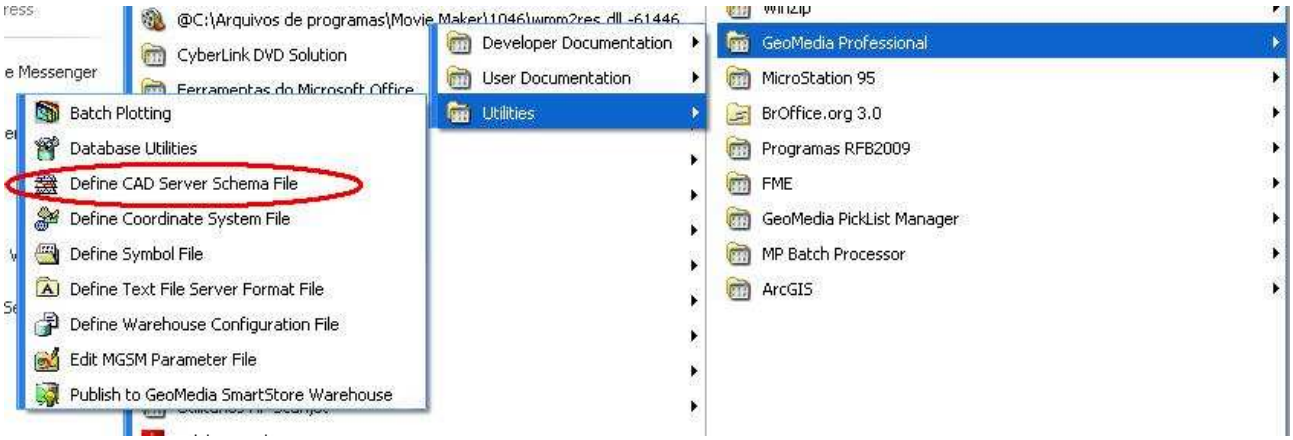


Figura 32 – Localização da ferramenta Define CAD Server Schema File do Geomedia.

Ao abrir a ferramenta, deve-se criar um arquivo *csd* novo com o nome relacionado ao projeto ou aos dados a serem convertidos. Esse nome será definido de acordo com o projeto. Os arquivos *csd* devem ser salvos na pasta *warehouse*, onde ficam os bancos de dados do Geomedia. Para criar este arquivo deve-se ir a File – New, como mostra a figura 33. Este arquivo será configurado de acordo com a estrutura da MTD. Devem ser configuradoss no arquivo *csd* todos os elementos cartográficos existentes na MTD, porém, após a sua configuração, não há a necessidade de uma nova configuração, já que todos os elementos já estão inclusos neste arquivo. Para outras bases cartográficas digitais vetoriais existentes na MTD basta utilizar o mesmo arquivo *csd*.

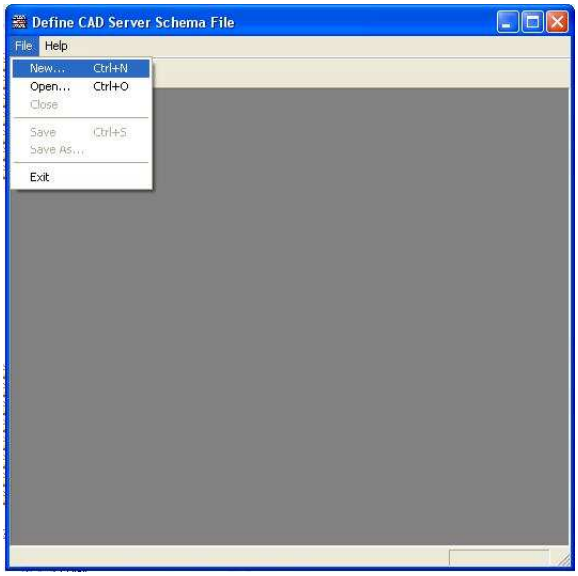


Figura 33 – Criando um novo arquivo *csd*.

O Geomedia permite selecionar arquivos CAD no formato do Microstation, seja na versão 7 ou 8, ou do Autocad, por isso, ao criar um novo arquivo *csd*, se deve selecionar o tipo de CAD que será utilizado, conforme a figura 34.

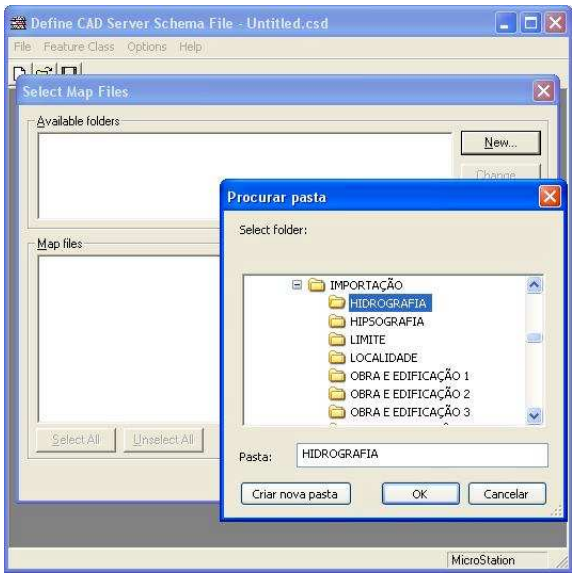


Figura 34 – Seleção da pasta onde estão as bases cartográficas.

Na próxima janela, deve ser selecionada a pasta onde estão localizadas as bases cartográficas que serão importadas para o Geomedia. Selecionada a pasta há uma mudança, automática para outras duas janelas: a primeira para selecionar os arquivos das bases cartográficas, que contém os elementos cartográficos que serão importados para Geomedia, a segunda para selecionar o arquivo de referência para o sistema de coordenadas que está sendo utilizado nas bases cartográficas. As figuras 35 e 36 mostram essas janelas.

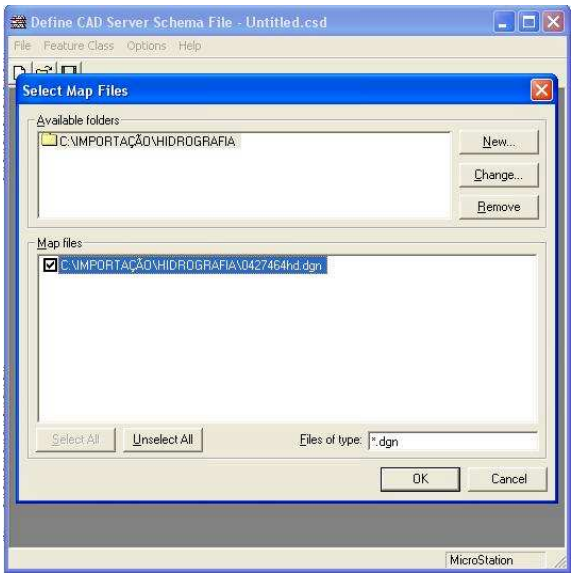


Figura 35 – Janela de seleção dos arquivos das bases cartográficas.

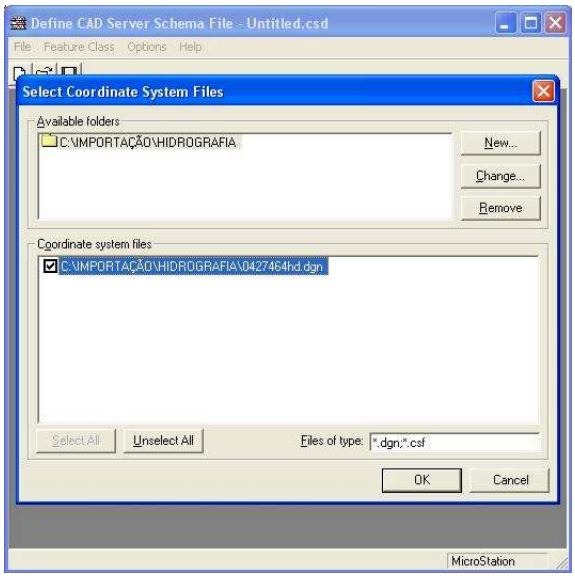


Figura 36 – Janela de seleção do arquivo de referência para o sistema de coordenadas.

A próxima etapa é criar a *feature class* de cada elemento cartográfico, que é a identidade do elemento cartográfico para reconhecimento pelo Geomedia. Por exemplo, um rio permanente na estrutura da MTD terá no Geomedia uma *feature class* chamada *rio_permanente*, que compreende uma tabela com atributos de nível, cor, estilo e peso.

Clicando em New na janela da função *Define Feature class*, abrirá outra janela com três abas, como mostra a figura 37.

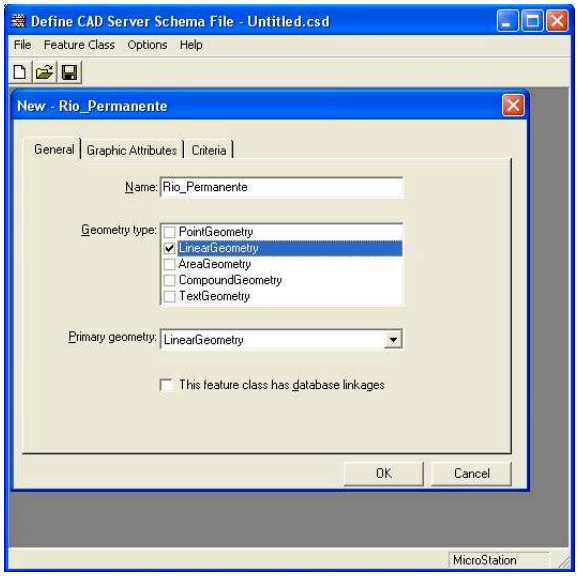


Figura 37 – Criando uma *feature class* no arquivo csd.

Na primeira aba estão as informações gerais da *feature class* que será criada no arquivo csd. Devem ser preenchidos os campos do nome e tipo de geometria do elemento cartográfico. A figura 37 também mostra esse procedimento. Na segunda aba estão as informações dos arquivos CAD que podem ser importados para o geomedia. Todos os itens desta aba foram selecionados para serem importados juntos com a parte geométrica, mas o importante é que sejam selcionados os itens de nível, cor, estilo e peso de acordo com a estrutura da MTD. A figura 38 mostra a segunda aba.

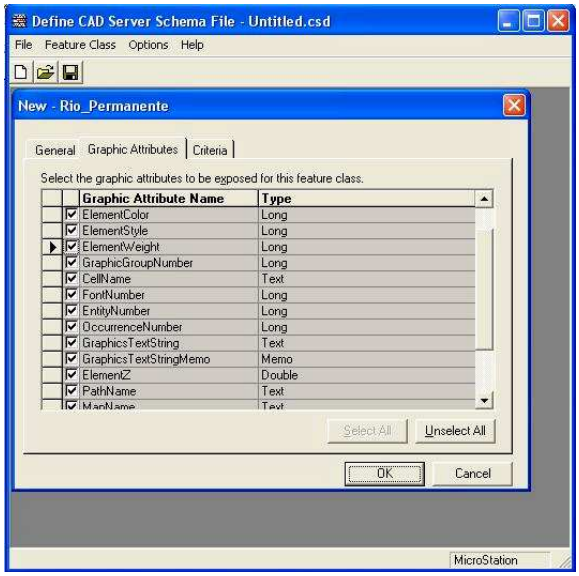


Figura 38 – Seleção das informações sobre elementos cartográficos da MTD.

A terceira aba são os critérios para leitura de cada elemento cartográfico da MTD pelo Geomedia. Como cada elemento da MTD é formado por um nível, cor, estilo e peso. Serão selecionados os itens *ElementLevel* (nível), *ElementColor* (cor) , *ElementStyle* (estilo) e *ElementWeight* (peso) e inseridos nos campos os seus respectivos valores para cada elemento cartográfico. No exemplo, rio permanente na MTD possui nível 7, cor 77, estilo 0 e peso 1, logo são esses valores que serão inseridos nos campos ao lado dos respectivos critérios selecionados. Esse procedimento deve ser feito para todos os elementos cartográficos da MTD. A MTD possui mais de 350 elementos cartográficos, porém este procedimento será feito uma única vez e utilizado sempre que for necessário realizar uma importação de qualquer arquivo de base cartográfica que esteja na estrutura da MTD. A figura 39 mostra a terceira aba.

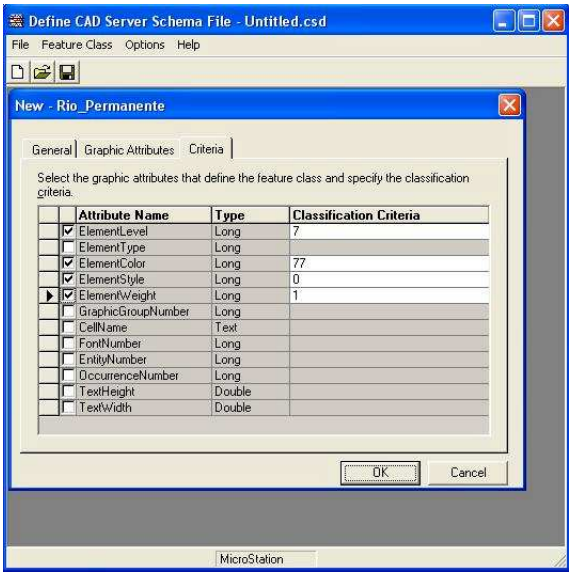


Figura 39 – Critérios de seleção dos elementos da MTD

Com o arquivo *csd* já criado e configurado corretamente, todas as etapas seguintes foram feitas através do Geomedia. Neste ponto, foi decidido criar um *warehouse* vazio para auxiliar na importação pois o Geomedia não edita diretamente arquivos no formato CAD, conforme já foi descrito. Para criar o *warehouse* utiliza-se a função *New Warehouse* e o nome foi definido como *import_mtd. mdb* para fazer referência ao procedimento que está sendo realizado. Esta função está localizada em *Warehouse – New Warehouse*. Após a criação desse novo *warehouse*, se faz a conexão com o arquivo *csd* que foi configurado para importar as bases cartográficas. A função *New Connection* é utilizada para fazer todas as conexões possíveis no Geomedia, seja Access, Oracle, CAD, *Shape*, dentre outras e está localizada em *Warehouse – New Connection*. A figura 40 mostra a criação de um novo *warehouse*.

Ao criar uma *warehouse* nova, automaticamente é feita a conexão com o mesmo. Logo, depois de fazer a conexão com o arquivo csd, está tudo pronto para executar a importação das bases cartográficas para o Geomedia. Lembrando que todas as etapas descritas até o momento é um preparo para executar processo de conversão das bases cartográficas para a estrutura da EDGV. Esse preparo é importante para garantir que a conversão das bases cartográficas seja feita corretamente, diferente de uma conversão que venha a ser realizada automaticamente. Desta forma, é possível detectar erros que venham a aparecer nos arquivos das bases cartográficas, funcionando como uma validação dos arquivos existentes.

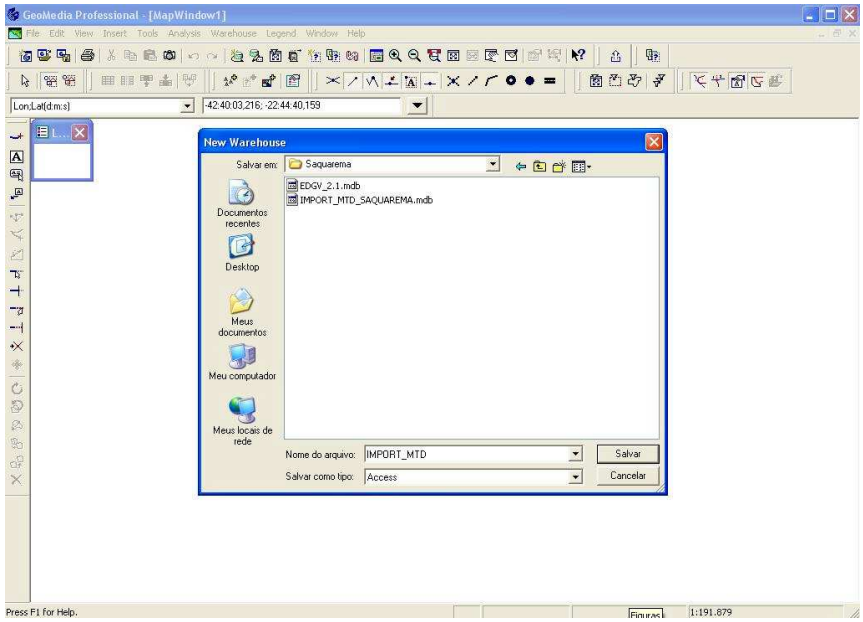


Figura 40 – Criação de um novo *warehouse*.

Para executar a importação dos elementos utilizou-se a função *Output to Feature class*. Esta função tem como objetivo transformar algo em *feature class*, que é a representação de uma classe de elementos, ou seja, se existe alguma conexão CAD e queira transformá-la em uma *feature class* editável ou alguma análise espacial ou consulta espacial e queira torná-la editável. Neste caso, a função será utilizada para transformar os elementos cartográficos que estão no formato *dgn* em elementos cartográficos em banco de dados Access, que passam a ser identificados como *features class* de um determinado *warehouse*.

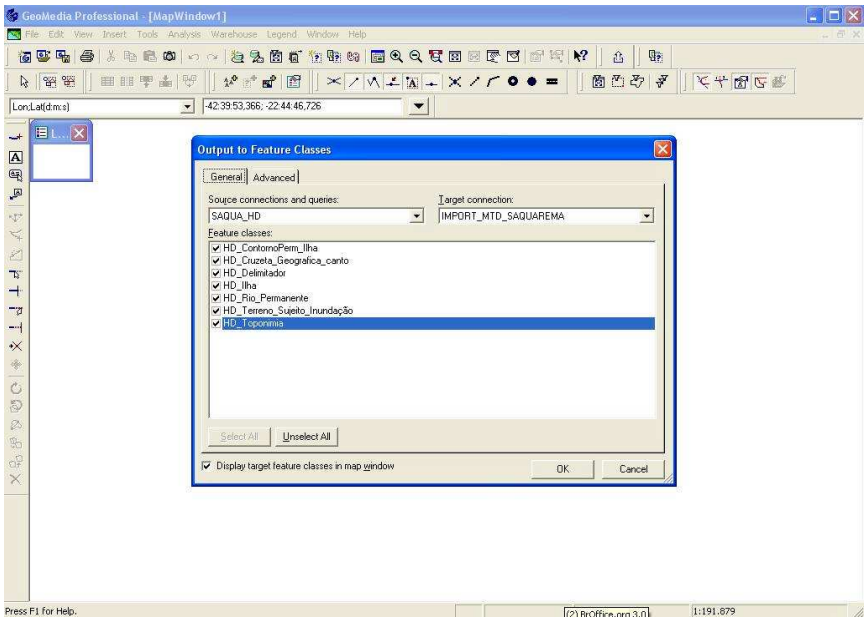


Figura 41 – Função *Output Feature class*

Ao abrir a janela desta função, existe duas abas: a primeira, chamada *general*, possui o *warehouse* de entrada onde estão localizados os elementos cartográficos no formato *dgn* lidos a partir do arquivo *csd* e o *warehouse* de saída que foi criado para auxiliar no processo de importação. Na parte de baixo, ainda na primeira aba, aparecem os elementos que compõem as bases cartográficas que serão importadas para o Geomedia. A figura 41 também mostra essa descrição. Na segunda aba, chamada *advanced*, estão todos os nomes, de entrada e de saída, dos elementos cartográficos que serão importadas e o modo de saída, chamado na janela de *Output Mode*. O modo de saída pode ser *New* (novo) ou *Append* (acrescentar). Neste caso, será o modo append, pois o *warehouse* de saída está vazio. O modo append é utilizado quando já existe uma *feature class* (tabela) pré-definida, mesmo que vazia, fazendo com que os elementos a serem importados migrem para outra tabela já existente. A figura 42 mostra a segunda aba da função *Output Feature class*.

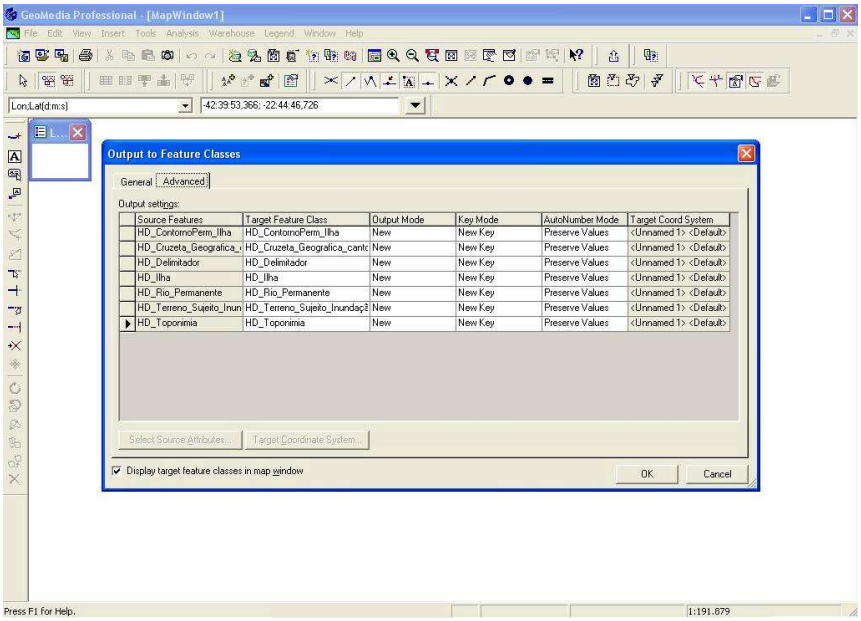


Figura 42 – Aba *advanced* da função *Output Feature class*.

Executando a função *Output Feature class* se obtem os elementos cartográficos importados para o Geomedia mas ainda na estrutura da MTD. A conexão CAD pode ser fechada, pois não será utilizada no processo de conversão das bases cartográficas. Na função *Edit Connection* é possível selecionar no campo *status* o item *Closed* para fechar a conexão, evitando qualquer erro grosseiro. A figura 43 mostra um exemplo de um elemento cartográfico importado para o Geomedia, permitindo realizar qualquer edição no mesmo.

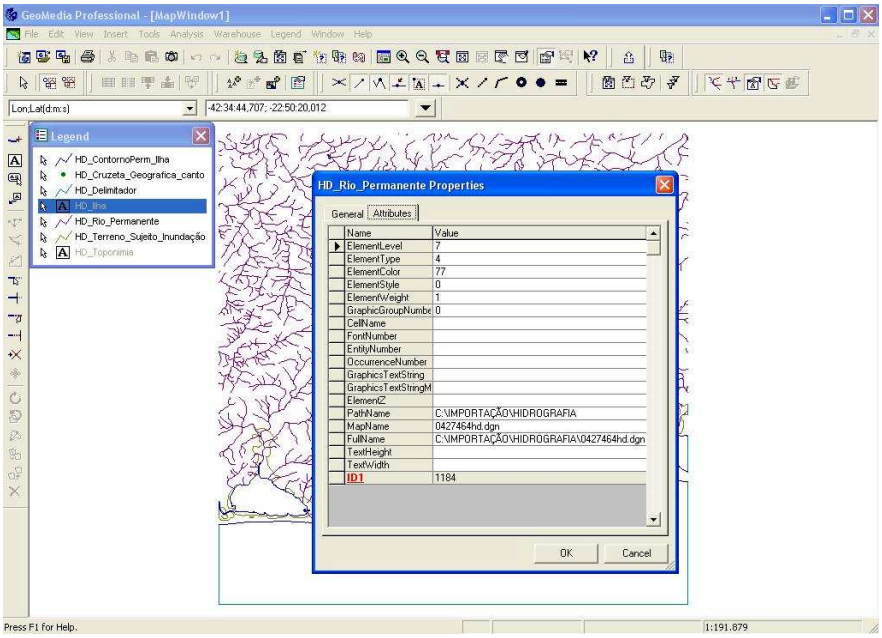


Figura 43 – Exemplo de elemento cartográfico importado para o Geomedia.

O procedimento de importação descrito anteriormente é utilizando para os elementos que possuem primitiva geométrica *linha*. Os elementos que possuem primitiva geométrica *área* devem ser importados da mesma maneira. Porém, após a importação devem ser validados para se obter os polígonos representativos dos elementos cartográficos desta primitiva geométrica. Isso se faz porque nos arquivos das bases cartográficas os elementos cartográficos que possuem primitiva geométrica *área* são representados com linhas fechadas nos arquivos de formato CAD. Esses elementos possuem carcterísticas de *linha*, porém, como são linhas fechadas, tem como foco a representação dos elementos cartográficos com primitiva geométrica *área*. Quando é feita a importação, os elementos cartográficos serão importados com primitiva geométrica *linha* e após esse procedimento é feito o fechamento dos polígonos no próprio Geomedia, resultando em elementos cartográficos com primitiva geométrica *área* na estrutura da MTD.

Logo, todas as etapas do procedimento de importação dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *linha* será feito também para os elementos cartográficos com primitiva geométrica *área*. Mesmo sendo primitiva geométrica *área*, na configuração do arquivo *csd* deve ser assinalado o item *LinearGeometry*. Com isso, se tem os elementos cartográficos de primitiva geométrica *área* também importados para o Geomedia, mas ainda representados com primitiva geométrica *linha* e na estrutura da MTD. O procedimento de validação para o fechamento de polígonos e geração de elementos com primitiva geométrica *área* serão descritos posteriormente no item 4.3.3.3.

Na importação dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *ponto* criou-se um arquivo *csd* configurado de forma diferente ao arquivo utilizado nas primitivas geométricas *linha* e *área*. Devido ao fato de que os elementos cartográficos de primitiva geométrica ponto estejam representados como célula, a importação foi feita de forma diferente. Na estrutura da MTD os elementos pontuais também possuem valores de nível, cor, estilo e peso, mas nos arquivos das bases cartográficas estão representados com células, que são, simplesmente, os símbolos de representação de cada elemento cartográfico. Com isso, foi decidido importar todos os elementos pontuais juntos e no Geomedia fazer a devida separação de cada elemento cartográfico.

Ao iniciar a criação do arquivo *csd*, na janela de seleção dos arquivos das bases cartográficas a serem importados, todos foram selecionados, como mostra a figura 44.

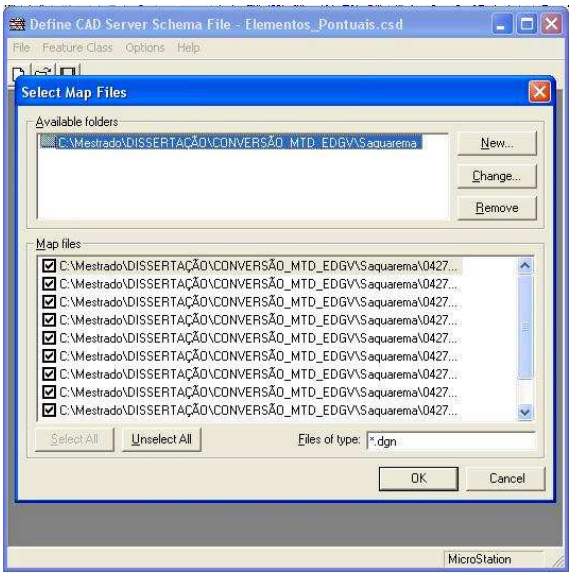


Figura 44 – Seleção de todos os arquivos de elementos cartográficos pontuais.

Na janela seguinte é selecionado um dos arquivos para ter como referência o sistema de coordenadas para as bases cartográficas. Deve-se selecionar um dos arquivos do projeto que será utilizado no processo de conversão das bases cartográficas existentes, como mostra a figura 45.

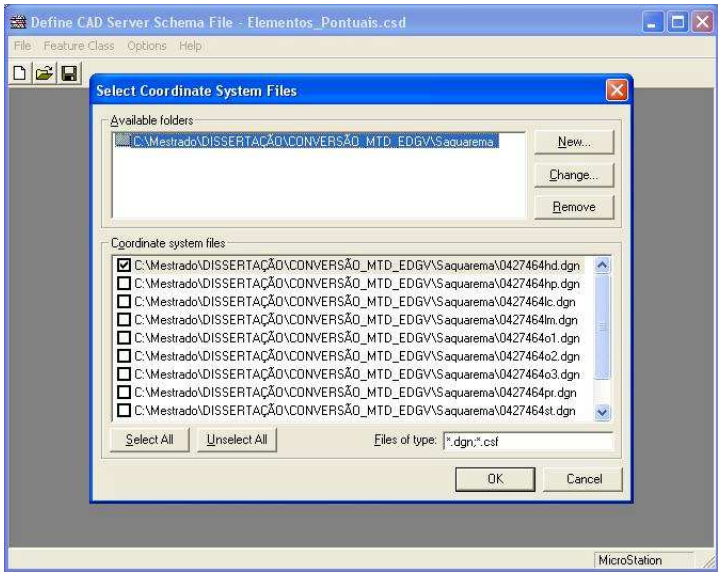


Figura 45 – Seleção do arquivo de referência para o sistema de coordenadas.

Ao abrir a janela *Define Feature class*, para definição dos elementos cartográficos que serão importados, clicar no item *New* para configuração de uma nova *feature class*. Para a importação dos elementos pontuais, existirá apenas uma *feature class* representando todos os elementos pontuais dos arquivos das bases cartográficas. Como foi dito anteriormente, os elementos serão separados no próprio Geomedia. Na aba de configuração da *feature class* chamada de *General*, o campo nome é preenchido com Elementos_pontuais e no campo *Geometry type* é selecionado o item *PointGeometry*, indicando que a primitiva geométrica que será importada para o geomedia é *ponto*, conforme a figura 46.

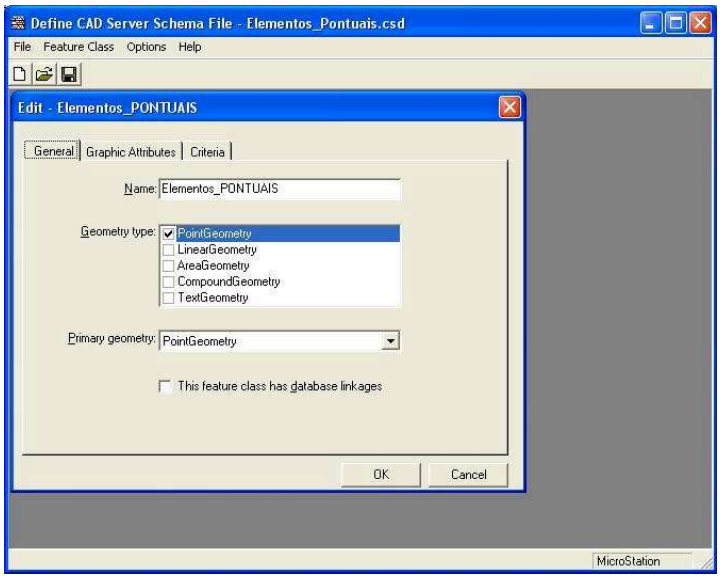


Figura 46 – Configuração da aba *General* do arquivo *csd*.

Na aba *Graphic Attributes*, deve-se selecionar os itens ElementLevel (nível), ElementColor (cor), ElementStyle (estilo), ElementWeight (peso), CellName (nome da célula) e GraphicsTextString. Além do nível, cor, estilo e peso, os outros dois itens estão sendo selecionados para trazer, junto com a geometria, os nomes das células que representam os elementos cartográficos e algum texto que esteja ligado as respcetivas geometrias. Na figura 47 é possível visualizar esta seleção.

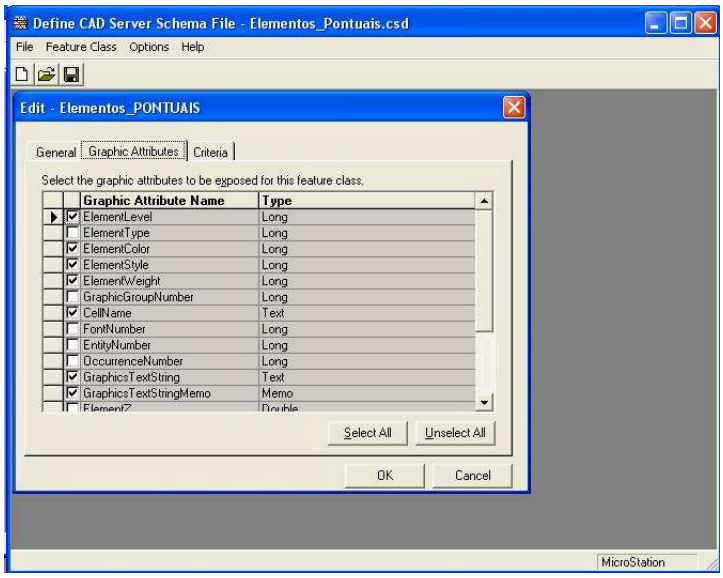


Figura 47 – Seleção dos atributos referentes aos elementos cartográficos.

Na última aba, chamada de *Criteria*, onde estão os critérios utilizados para os elementos cartográficos, terá apenas um critério. Como todos os elementos pontuais serão importados de uma única vez e o Microstation possui 63 níveis (camadas), será utilizado o critério 1-63, ou seja, o Geomedia irá visualizar os 63 níveis existentes em todos os arquivos, no formato *dgn*, selecionados para o processo de importação.

Diferente do arquivo *csd* gerado para os elementos de primitiva geométrica *linha* e *área*, o arquivo *csd* de elementos pontuais terá apenas uma *feature class* configurada, chamada Elementos pontuais.

A próxima etapa é, no Geomedia, fazer a conexão com o arquivo *csd* criado para importar os elementos pontuais, conforme a figura 48.

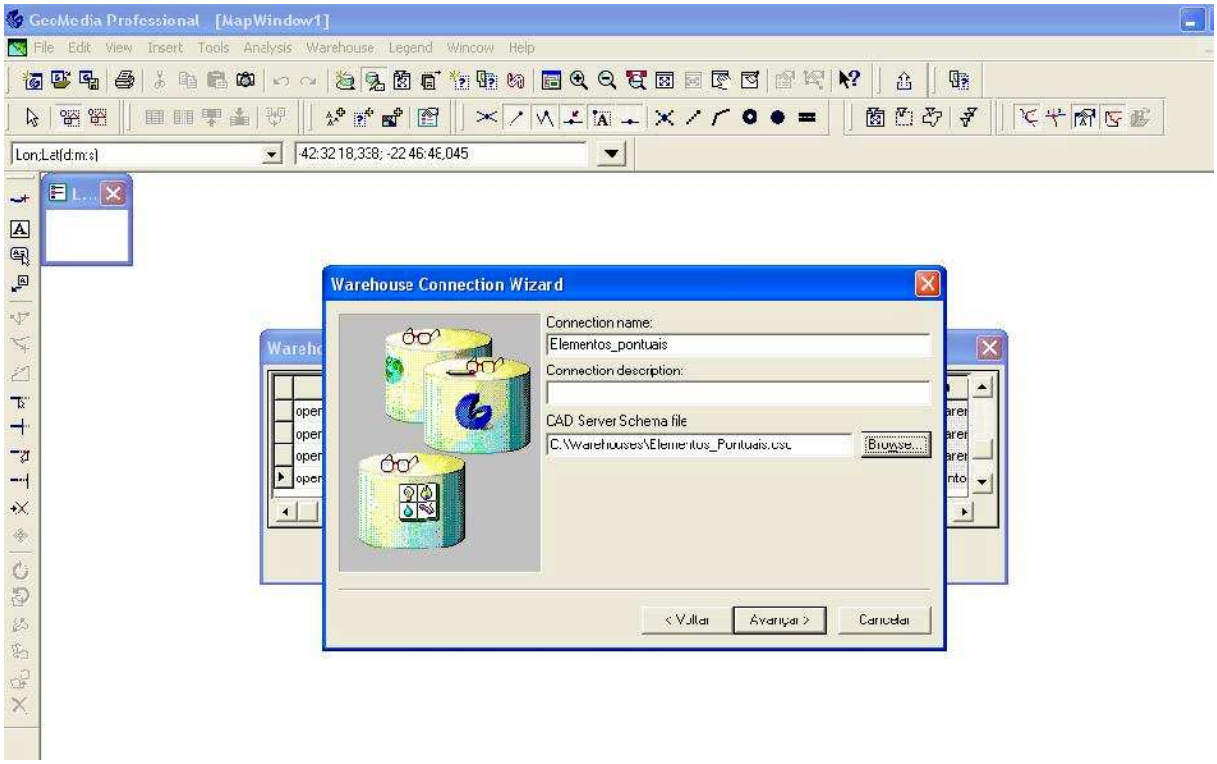


Figura 48 – Conexão do arquivo Elementos_Pontuais.csd.

E finalmente, utilizando a função Output to *Feature class*, executa-se a importação dos elementos pontuais para o Geomedia. Em todos os arquivos das bases cartográficas, no formato *dgn*, existe um nível de informação (camada) onde está localizada a toponímia dos elementos cartográficos, por exemplo, o nome de um rio. Decidi importar essa toponímia para o Geomedia a fim de utilizá-la no processo de conversão. Com isso, é necessário que seja configurado no arquivo *csd*, uma *feature class* para que o Geomedia consiga identificar essa toponímia. Essa *feature class* pode ser configurada no primeiro arquivo *csd*, para elementos lineares, ou no segundo, para elementos pontuais. Basta configurar, na aba *General*, selecionando no campo *Geometry type* o item *TextGeometry*. Utilizando a função *Output to Feature class*, importa-se toda a toponímia para a *warehouse* Import_MTD. A figura 49 mostra um exemplo de toponímia importada para o Geomedia.

Agora, tem-se todos os elementos cartográficos, de primitivas geométricas *linha*, *ponto* e *área*, das bases cartográficas, na estrutura da MTD, importados para a *warehouse* Import_MTD, que é o banco de dados criado para auxiliar no processo de conversão das bases cartográficas existentes para a estrutura da EDGV. Com isso, os dados cartográficos estão aptos para o processo de conversão das bases cartográficas segundo o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV).

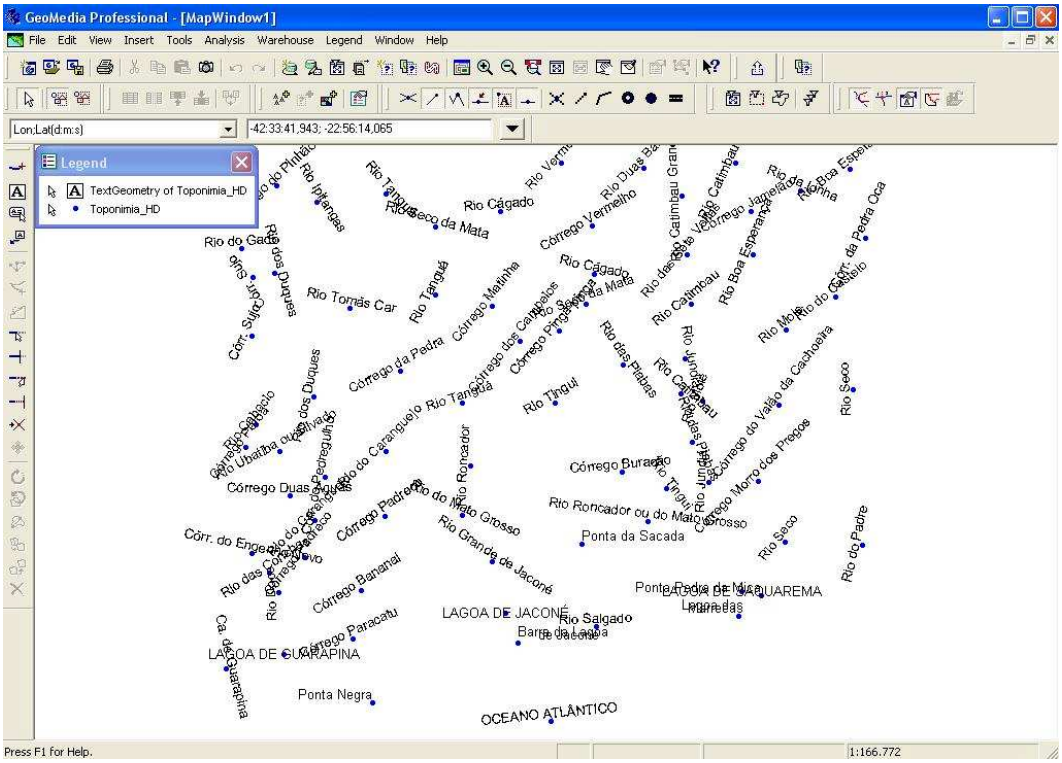


Figura 49 – Exemplo de toponímia importada para o Geomedia.

3.3.3 Conversão de dados de primitiva geométrica

Para o processo de conversão serão utilizados dois bancos de dados do Geomedia: Import_MTD e EDGV2.1. Neste item serão descritos os procedimentos utilizados no processo de conversão de bases cartográficas existentes para o padrão da EDGV. Esses procedimentos serão descritos por primitiva geométrica, como mostra os itens 3.3.3.1, 3.3.3.2 e 3.3.3.3.

3.3.3.1 Linha

O processo de conversão dos elementos lineares contidos nas bases cartográficas é executado de forma direta através da função *Output to Feature class* do Geomedia. O banco de dados de origem é o Import_MTD, onde estão contidos todos os elementos importados para o geomedia. A *warehouse* EDGV_2.1 é o banco de dados de destino, onde estão contidas todas as tabelas criadas para representar as classes da RCO. A figura 50 mostra a utilização da respectiva função.

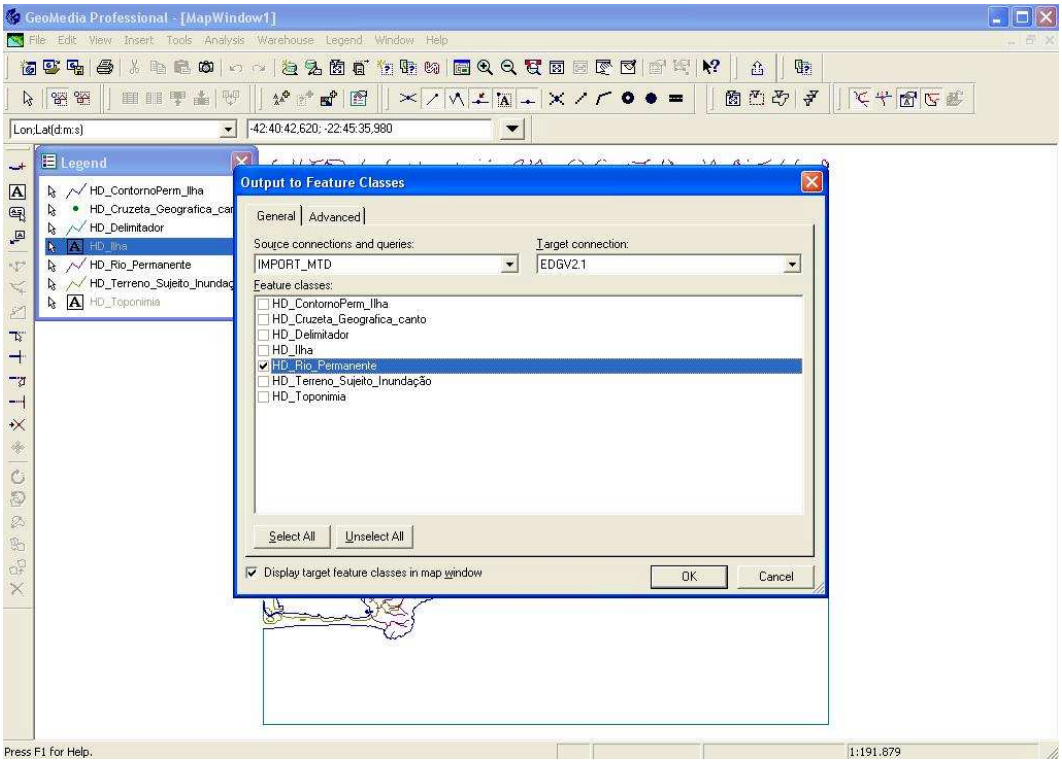


Figura 50 – Utilizando a função Output to *Feature class* para converter elementos lineares.

Ainda na figura 50, existem dois campos na aba *General* da janela da função *output to feature class*. No primeiro campo, *Source connections and queries*, é selecionado a *warehouse* Import_MTD onde estão contidos os elementos importados do formato *dgn*, do Microstation, para o Geomedia. No segundo campo, *Target connection*, é selecionado a *warehouse* EDGV_2.1, que possui o esquema de banco de dados criado para representar os elementos cartográficos segundo o padrão da EDGV.

Na outra aba, chamada *Advanced*, da mesma janela, é selecionada a tabela da *warehouse* EDV_2.1, para onde serão convertidos os elementos cartográficos. Ao selecionar a tabela, como é uma tabela já existente, automaticamente o modo de saída, no campo *Output mode*, será alterado de *New* para *Append*. O item *append* fará com que o sistema adicione as geometrias e seus atributos em uma tabela que já existe, mesmo que vazia. A figura X.51 mostra a seleção da tabela de destino do elemento cartográfico a ser convetido para o padrão da EDGV. Já a figura 52 mostra a alteração automática do campo *Output mode*, após a seleção da tabela existente no esquema de banco de dados.

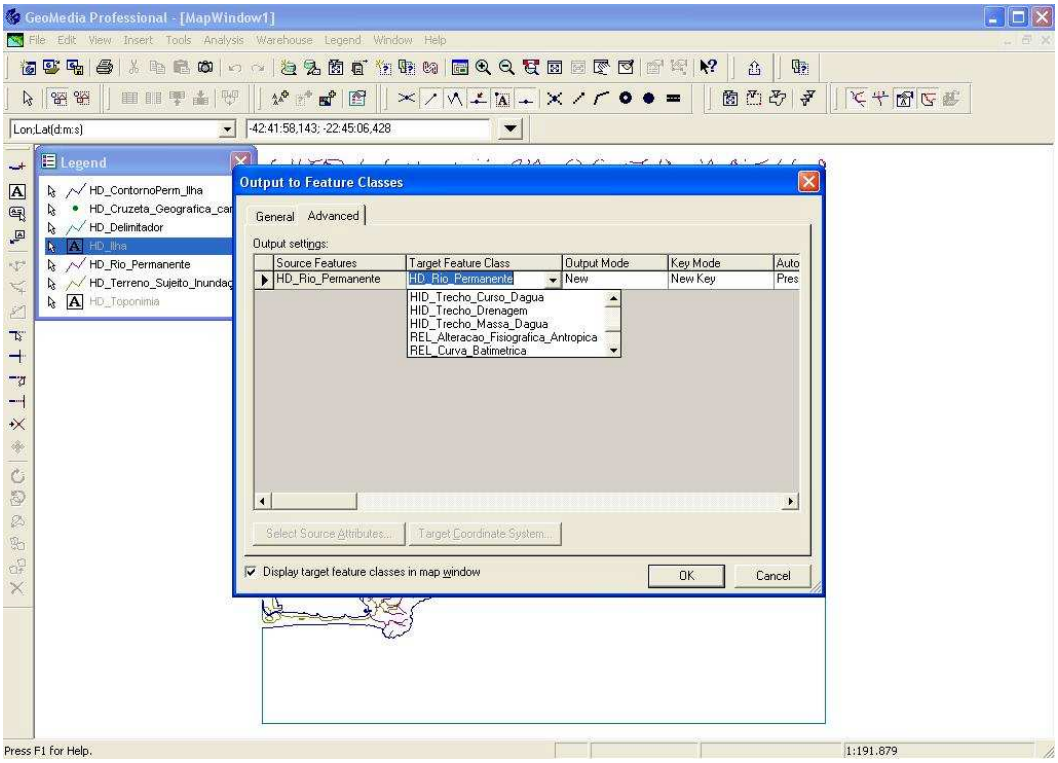


Figura 51 – Seleção da tabela de destino na *warehouse* EDGV2.1.

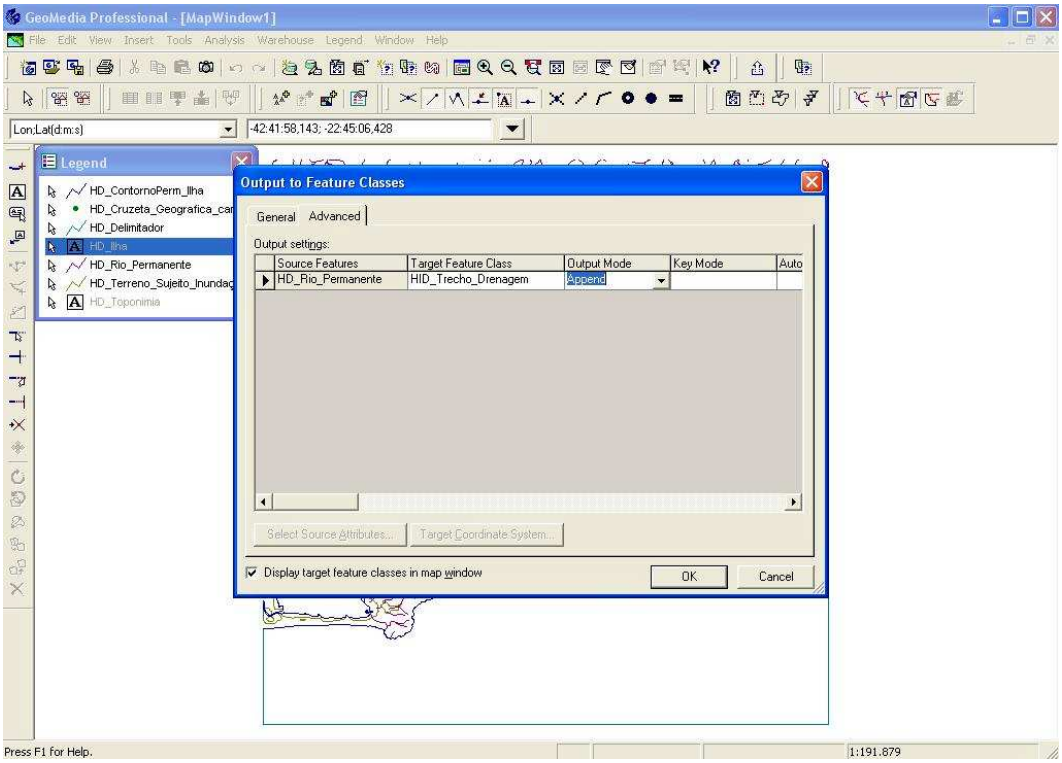


Figura 52 – Alteração automática do campo *Output mode* após a seleção da tabela.

Com isso, os elementos cartográficos foram convertidos para suas respectivas tabelas da *warehouse* EDGV_2.1, como mostra a figura X.53. As geometrias dos elementos cartográficos estão contidas nos bancos de dados Import_MTD e EDGV_2.1. Na figura X.27, tem como exemplo o elemento rio permanente, que está contido na tabela HD_Rio_Permanente da *warehouse* Import_MTD e na tabela HID_Trecho_Drenagem da *warehouse* EDGV_2.1.

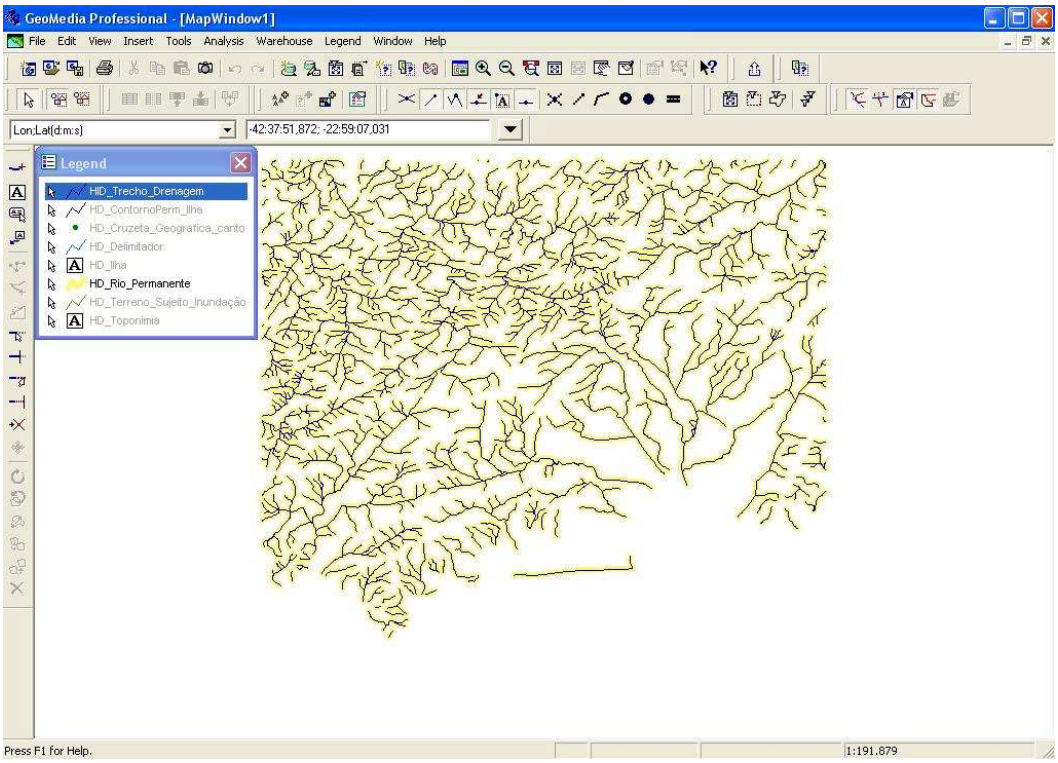


Figura 53 – As geometrias de um elemento cartográfico em dois bancos de dados.

Muitos elementos cartográficos devem ser convertidos para a mesma tabela da EDGV. Esse é o caso dos elementos rio permanente e rio temporário. Neste caso, no padrão da EDGV os elementos devem fazer parte da tabela HID_Trecho_Drenagem. Através da identificação descrita no item 4.3.3.1, sabe-se os atributos que deverão ser preenchidos na tabela Trecho_Drenagem e que irão representar o elemento cartográfico. No exemplo da figura X.53, o elemento rio permanente é representado através da tabela HID_Trecho_Drenagem e do preenchimento de dois atributos desta tabela, *coincideComDentroDe* e *regime*, onde os respectivos domínios são Rio e Permanente.

Com a função *Output to Feature class*, os elementos estão todos na tabela de destino segundo o padrão da EDGV, porém não estão classificados, ou seja, com os seus atributos ainda não preenchidos. Para essa classificação será utilizada a função de consulta chamada

Spatial Query, que tem como objetivo fazer consultas através das geometrias. A figura X.54 mostra a localização desta função.

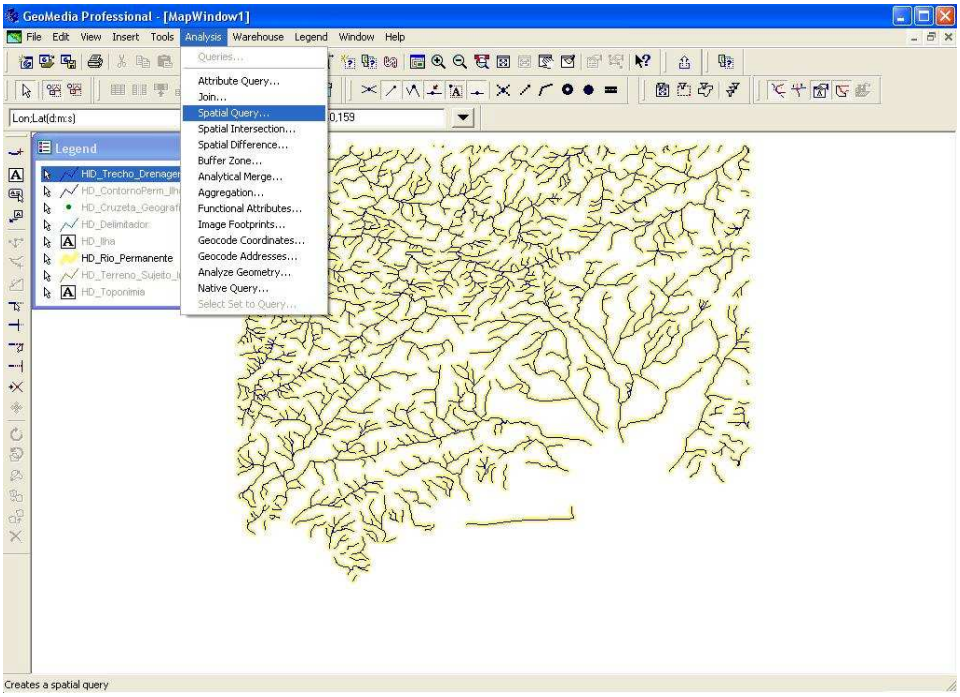


Figura 54 – Localização da função *Spatial Query* no Geomedia.

A janela da função *Spatial Query* deve ser configurada para que sejam selecionadas as geometrias dos elementos cartográficos que estão na tabela Hid_trecho_drenagem, ainda sem classificação, a partir dos mesmos elementos cartográficos contidos na tabela Import_MTD. Essa configuração é feita selecionando o método de consulta espacial adequado. Na lista dos métodos de consultas que podem ser utilizados, contidos no campo *That*, será selecionado o método *are spatially equal*, que significa a consulta de geometrias que são espacialmente iguais. Outros dois campos devem ser utilizados nesta janela. No campo *select features in* será selecionada a tabela da *warehouse* que possui os elementos ainda não classificados, neste caso, HID_Trecho_Drenagem. Já no campo *Features in* será selecionada a tabela do *warehouse* que possui o elemento cartográfico ainda na estrutura da MTD. A figura 55 mostra a configuração descrita anteriormente.

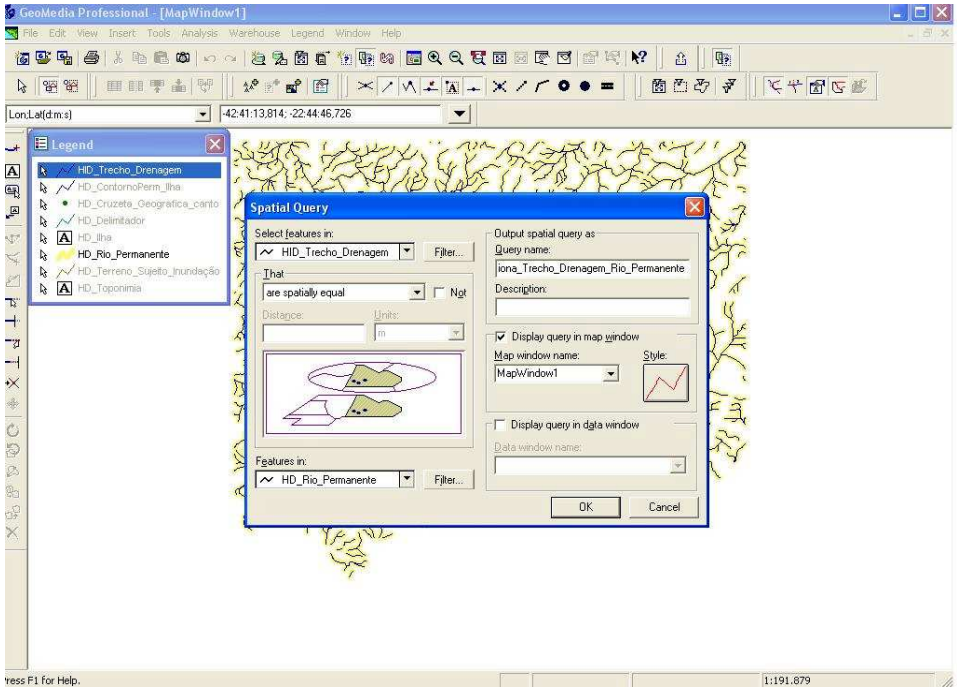


Figura 55 – Configuração da janela da função *Spatial Query*.

Após a seleção dos elementos cartográficos a serem classificados, deve-se fazer a classificação dos mesmos através do preenchimento dos atributos das tabelas com os seus respectivos domínios. Para realizar tal procedimento, ficou decidido utilizar a função *Update Attributes*. A figura 56 mostra a janela desta função.

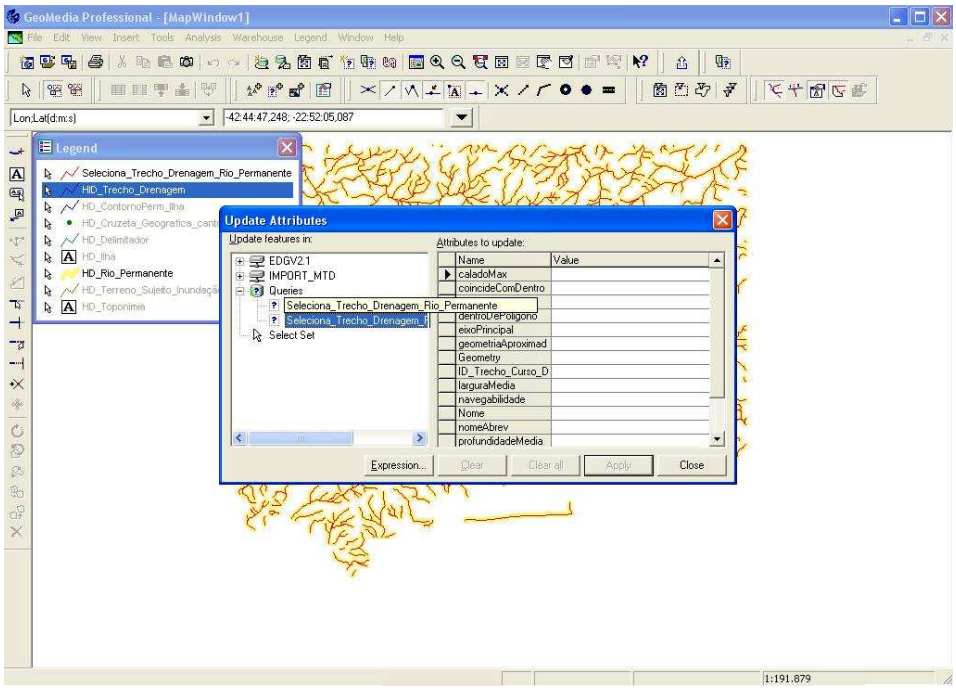


Figura 56 – Janela da função *Update Attributes*

A função *Update Attributes* permite preencher, de uma única vez, os atributos de todos os elementos cartográficos selecionados para classificação. As consultas, chamadas de *queries*, ficam salvas e, com isso, torna-se possível selecionar a consulta desejada para classificar os respectivos elementos cartográficos. Se o preenchimento dos campos for com números, basta inserir os valores nos campos em branco, caso sejam textos, devem ser escritos entre aspas simples. Na janela da função *Updatye* Attributes, no campo *Update features in*, seleciona-se a consulta feita para classificar o elemento cartográfico. Ao selecionar a consulta, os atributos aparecerão ao lado com os campos vazios. Com isso, faz-se o preenchimento dos campos com os domínios dos atributos, de acordo com a RCO. A figura 57 mostra a classificação do elemento cartográfico.

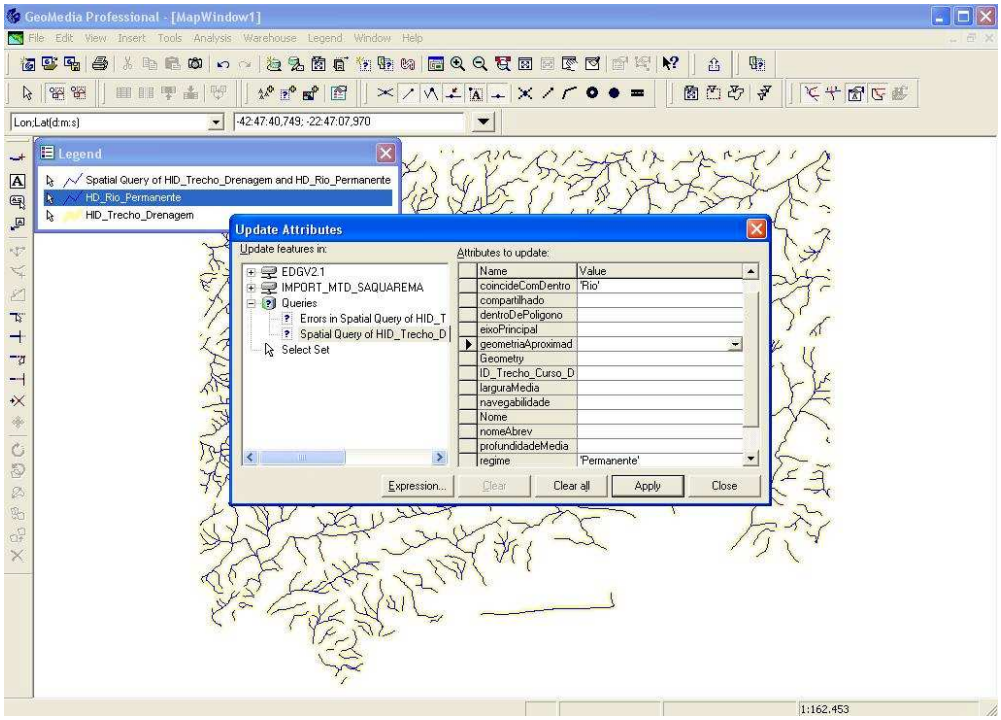


Figura 57 – Classificação de um elemento cartográfico linear segundo o padrão da EDGV.

Conforme já foi dito, a fim de utilizar a toponímia na classificação dos elementos cartográficos, foi utilizada a função *Update Attributes Using Text*. Essa função permite utilizar os textos existentes e importados para preencher o atributo *nome* dos elementos cartográficos que foram convertidos para o padrão da EDGV. Na janela desta função, deve-se selecionar a tabela do *warehouse* EDGV_2.1 que será preenchida no campo *nome*, no exemplo, HID_Trecho_Drenagem. No campo *Attribute to update*, será selecionado o atributo que será preenchido, no exemplo, *nome*. No campo *Update text from*, de onde serão utilizados os

textos para o preenchimento do campo *nome*. E finalmente, o campo *Distance*, onde deverá ser inserido o valor da distância entre os textos que serão utilizados e a geometria que terá o campo *nome* preenchido com o respectivo texto. Na figura 58 está a função *Update Attribute Using Text*.

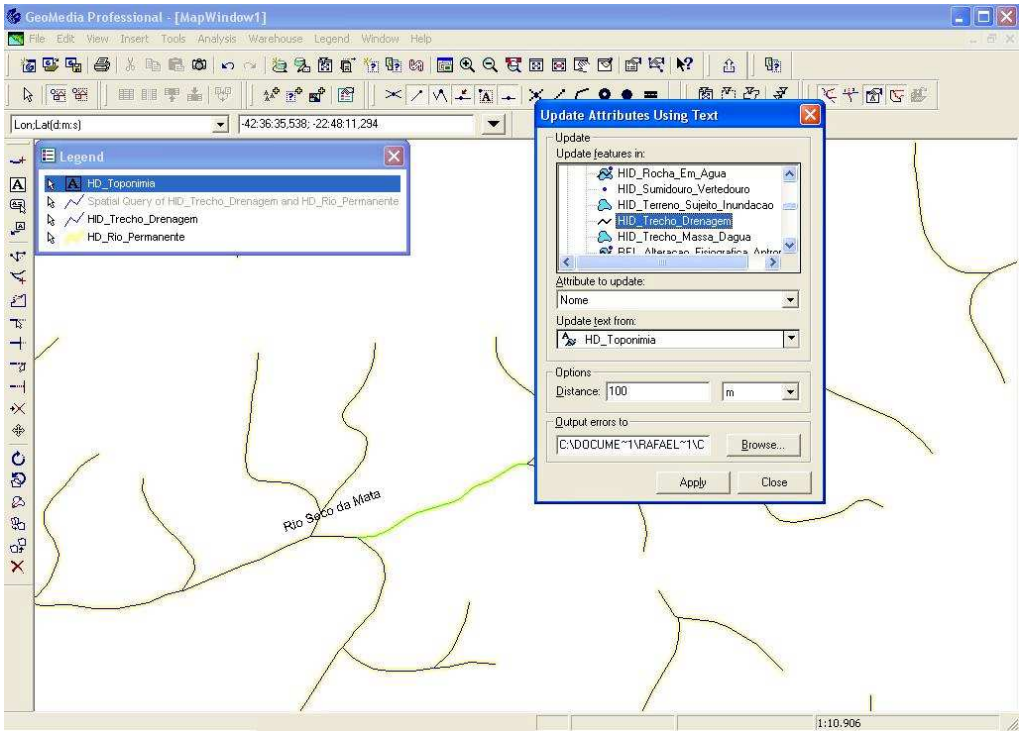


Figura 58 – Função *Update Attributes Using Text*.

Com isso, se tem os elementos cartográficos de primitiva geométrica *linha* convertidos de acordo com o padrão da EDGV. Os elementos cartográficos lineares estavam no formato dgn, do Microstation, e, posteriormente foram importados para o Geomedia. Após a importação, os elementos foram classificados de acordo com o padrão da EDGV, finalizando o processo de conversão dos elementos cartográficos que possuem primitiva geométrica *linha*. A figura 59 mostra o resultado final desta conversão, onde se percebe o banco de dados preenchido corretamente.

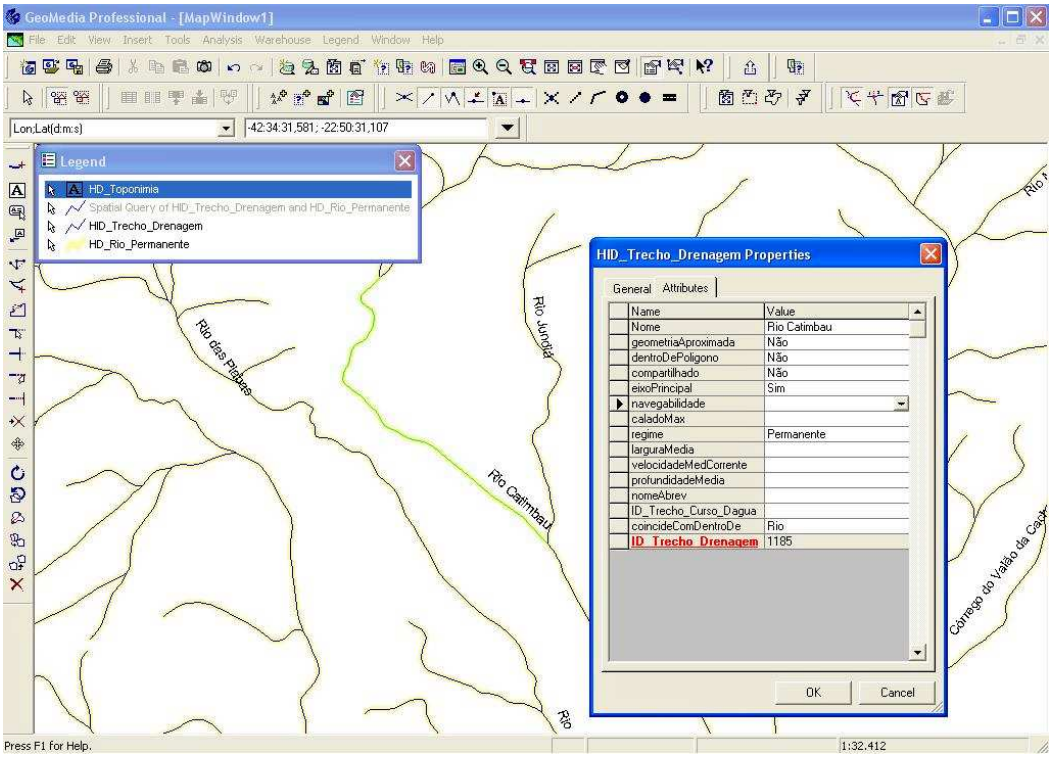


Figura 59 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos lineares.

3.3.3.2 Ponto

Para a conversão dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *ponto* é necessário separá-los pelo nome da célula, devido ao fato de terem sido importados juntos. Foi decidido por esse procedimento para dar solução ao fato dos elementos cartográficos pontuais estarem representados por células. Os nomes das células devem ser inseridos para que o Geomedia identifique toda a toponímia. Depois de vários testes feitos para importar os elementos pontuais, foi detectado que o sistema computacional Geomedia só identificava os nomes das células depois visualizá-las através do atributo *CellName*, que foi selecionado na configuração do arquivo *csd*. Para visualizar os nomes das células foi utilizada a função *Insert Label*, que permite visualizar os dados contidos em determinado atributo. Na janela desta função, deve-se selecionar a tabela que contém os elementos pontuais no campo *Label features in*. No campo *Attributes* deve-se selecionar o atributo *CellName* que automaticamente aparecerá no campo *Layout*. A figura 60 mostra a função *Insert label*.

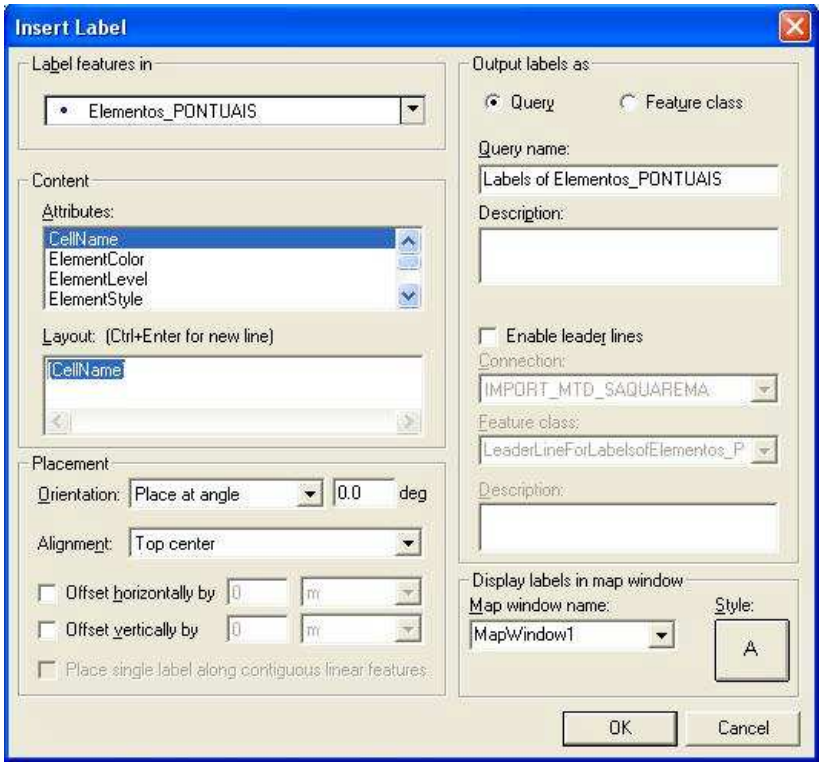


Figura 60 – Janela da função *Insert Label*.

Para separar os elementos pontuais, que estão todoos em uma única *feature class*, foi utilizado a função de consulta *Attribute Query*. Esta função permite fazer consultas através dos atributos existentes. Neste caso, as consultas serão feitas de acordo com o nome da célula. Na janela desta função, será selecionada a única *feature class* existente, chamada Elementos_Pontuais, no campo *Select features in*. Essa mesma janela possui um item para fazer filtros, chamado *Filter*. É neste item que as células serão separadas e cada uma será uma *feature class* com o respectivo nome. Devem-se selecionar o atributo no campo *attribute*, o operador no campo *Operators* e o nome da célula no campo *Values*. Feito esse procedimento, as features das células estão separadas e finalizadas, estando aptas para serem convetidas para o padrão da EDGV. A figura 61 mostra esse procedimento e, na legenda, as features de acordo com a sua respectiva célula.

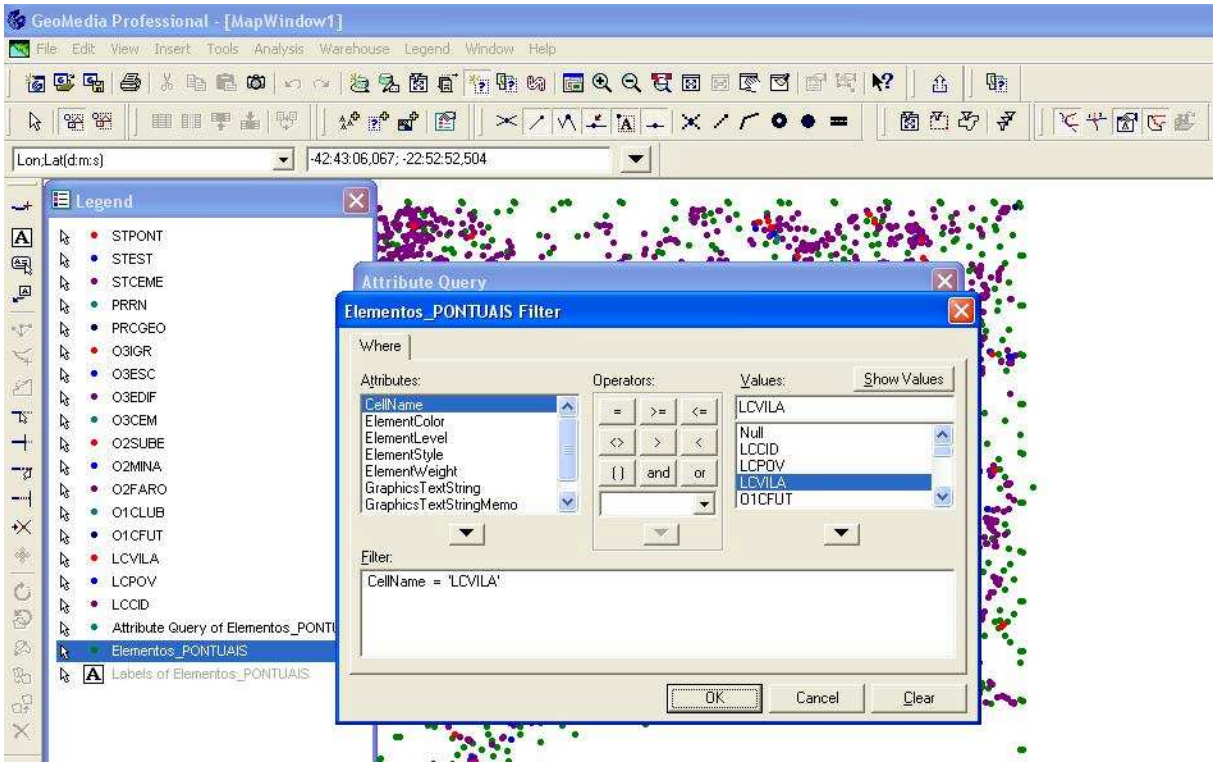


Figura 61 – Utilização do filtro para separar as células dos elementos pontuais.

Depois de separar todas as células, utiliza-se a função *Output to Feature class* para executar a conversão dos elementos de primitiva geométrica *ponto*. Na aba *General* desta função, seleciona-se as células que serão convertidas para o padrão da EDGV, como mostra a figura 62.

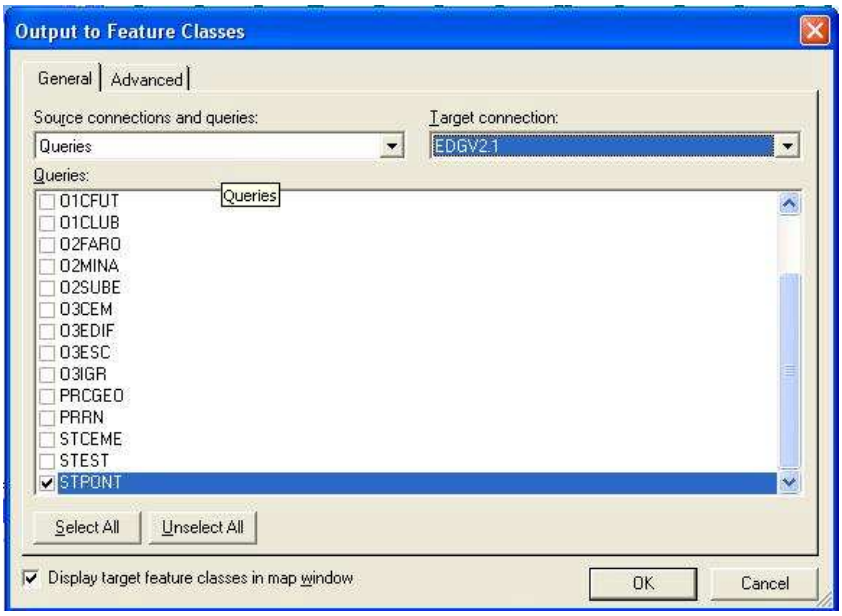


Figura 62 – Seleção das células para serem convertidas para o padrão EDGV.

Na aba *Advanced*, deve-se selecionar o nome da fetaure class de destino no campo *Target Feature class*, que será o nome da classe que irá representar o elemento cartográfico de primitiva geométrica *ponto* no padrão da EDGV. O campo *Output Mode* irá, automaticamente, alterar para *Append*, como já foi explicado no item anterior. A figura 63 mostra a seleção da *feature class* de destino, na *warehouse* EDGV_2.1.

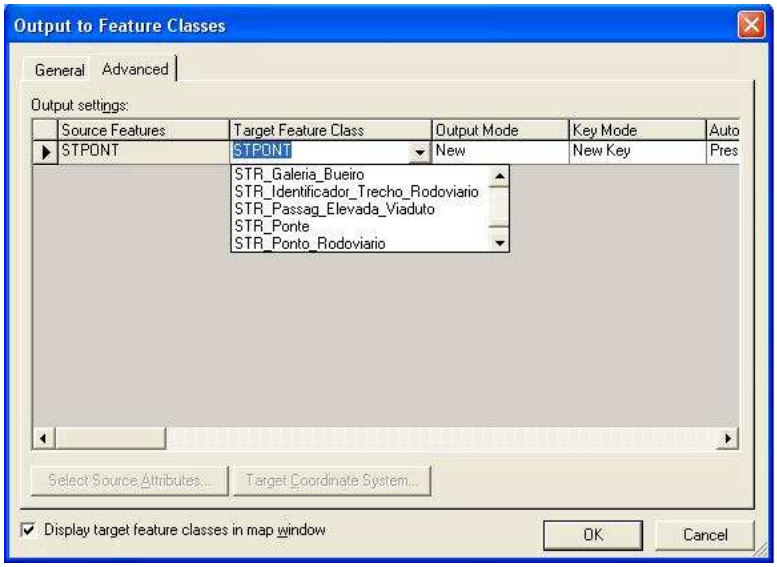


Figura 63 – Seleção da *feature class* de destino.

Com isso, tem os elementos cartográficos de primitiva geométrica *ponto* convertidos para o padrão da EDGV. A figura 64 mostra o resultado final desta conversão.

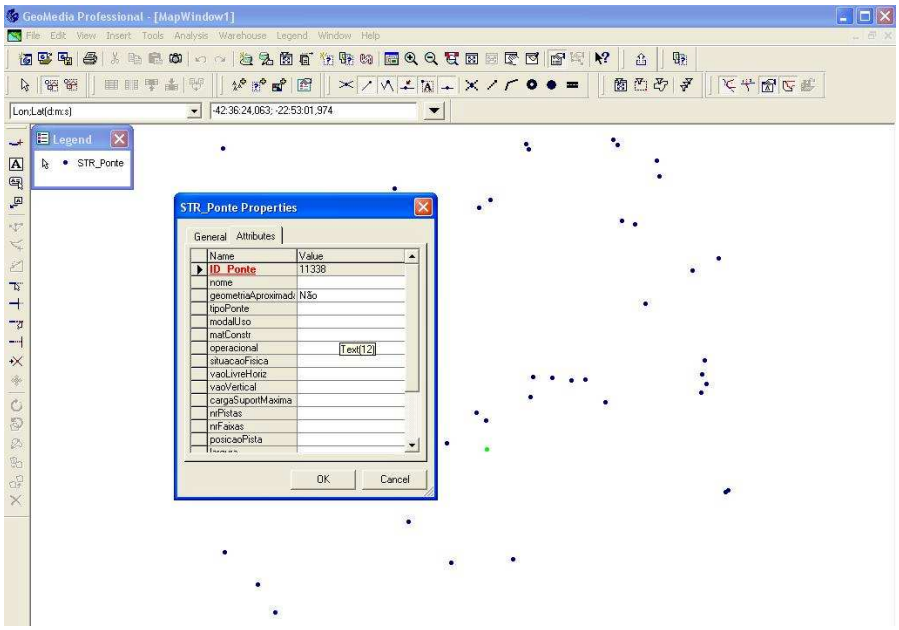


Figura 64 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos pontuais.

3.3.3.3 Área

Os elementos cartográficos de primitiva geométrica *área* foram importados como *linha* para o Geomedia. Isso ocorre devido ao fato dos elementos cartográficos estarem representados por linha no formato *dgn*, do Microstation. É necessário fazer uma validação para o fechamento de polígonos e, posteriormente, a criação de uma *feature class* para cada elemento que possui esta primitiva geométrica. Esse procedimento foi adotado para solucionar esse problema. A figura 65 mostra os elementos cartográficos representados como *linha*.

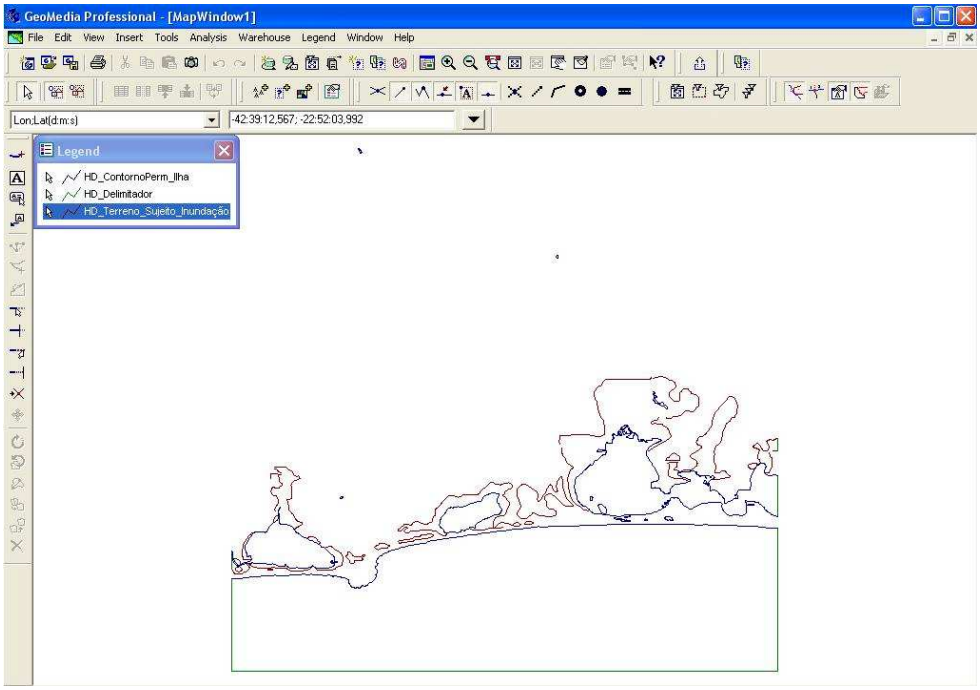


Figura 65 – Elementos cartográficos de primitiva geométrica *área* importados como *linha*.

É necessário criar uma *feature class* vazia com primitiva geométrica *área* e com o mesmo nome do elemento cartográfico segundo a MTD. Essa nova *feature class* irá substituir a *feature class* que foi importada como *linha*. A figura 66 mostra a nova *feature class* que foi criada para substituir a antiga.

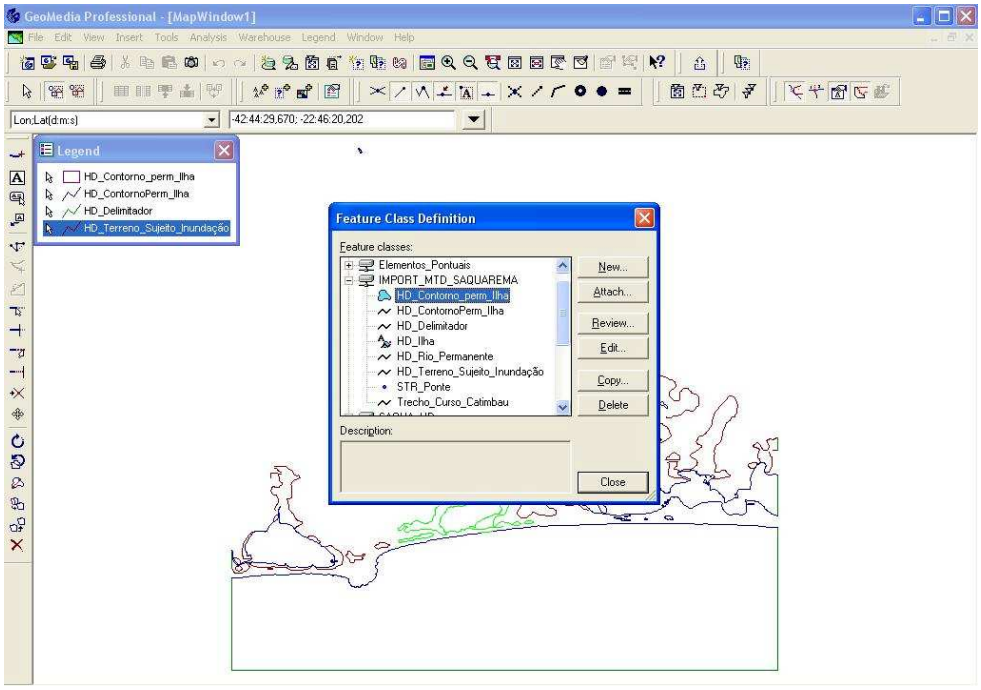


Figura 66 – Nova *feature class* para utilizar no fechamento dos polígonos.

Para o fechamento dos polígonos é utilizada a função *Insert Area By Face*, que permite criar elementos do tipo *área* a partir de linhas fechadas. Por isso foi criada uma *feature class* nova. Nesta função, o sistema identifica os polígonos e criam um novo elemento e como tem primitivas geométricas diferentes, um é *linha* e outro *área*, deve-se possuir uma *feature class* de primitiva *área* para que seja possível selecionar um destino para o elemento criado. Na janela da função *Insert Area By Face*, deve-se selecionar a *fetaure class* de destino para o o novo elemento e também o item *Include holes as features*, para que o sistema considere os "furos" existentes nas geometrias dos elementos. Por exemplo, uma massa d'água possui uma ilha e essa ilha ocasiona um "furo" na massa d'água. Para representar corretamente deve-se considerar esse "furo" na massa d'água que será preenchido com o polígono formado pela ilha. Caso esse fato não for considerado, o sistema irá criar um polígono cheio para o elemento massa d'água e outro polígono para o elemento ilha, com isso, quando for fazer um cálculo de área, o resultado não estará de acordo com a realidade, já que a área do elemento ilha está sendo considerada também no elemento massa d'água. A figura 67 mostra a utilização desta função.

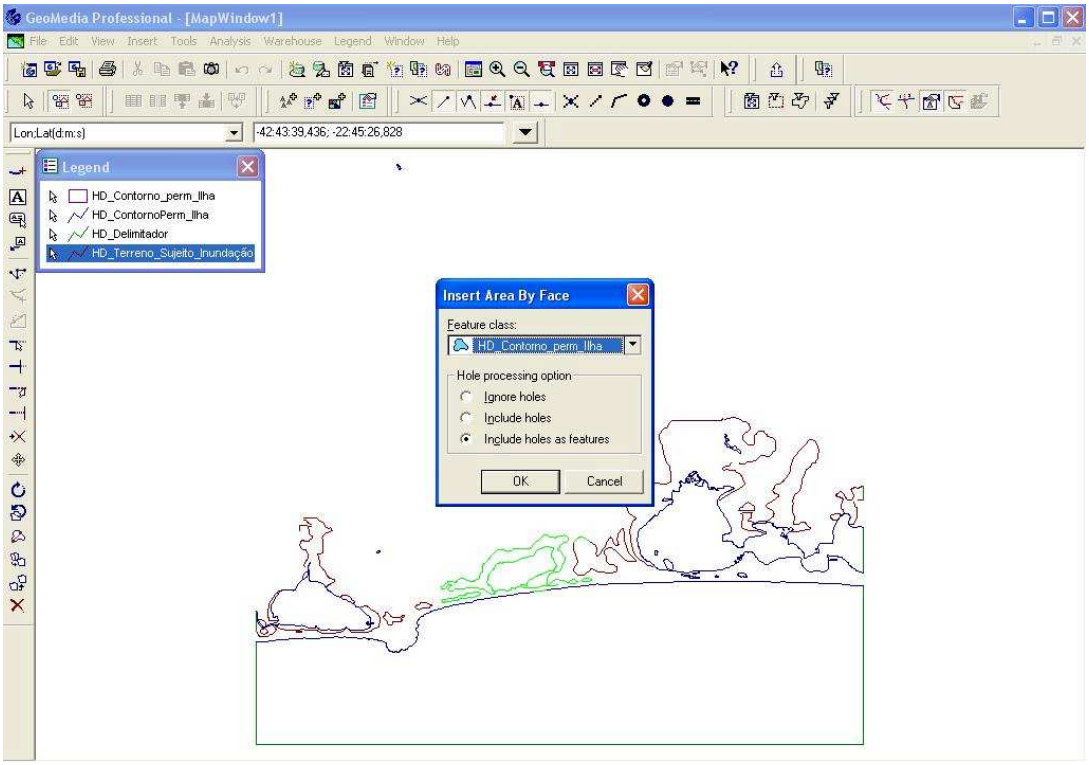


Figura 67 – Utilização da função *Insert Area By Face*.

A figura abaixo mostra o elemento, de primitiva geométrica *área*, criado e pronto para ser convertido para o padrão da EDGV.

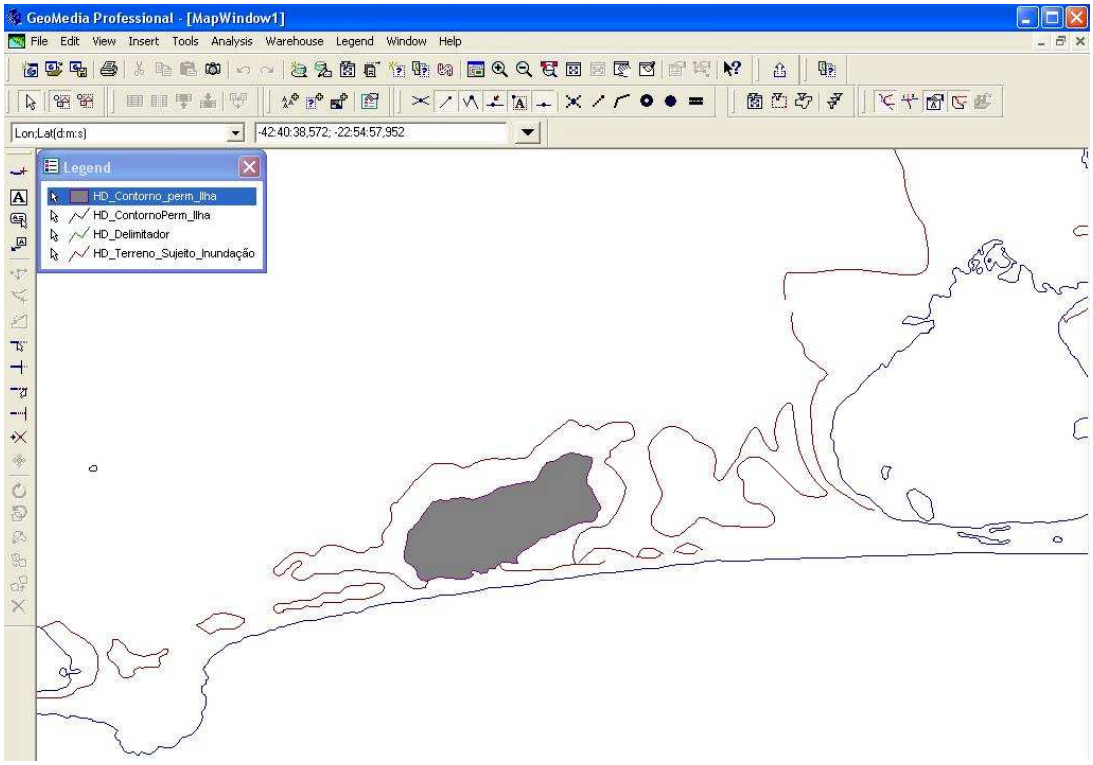


Figura 68 – Criação de elemento cartográfico de primitiva geométrica *área*.

Da mesma forma feita para a conversão dos elementos de primitiva geométrica *linha* e *ponto*, utilizou-se a função O*utput to Feature class* na conversão dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *área* para o padrão da EDGV. Conforme a figura 69, seleciona-se no campo *Target Feature class*, da aba *Advanced*, o nome da *feature class* de destino, que está contida na *warehouse* EDGV_2.1. Automaticamente, o campo *Output mode* irá mudar de *New* para *Append*.

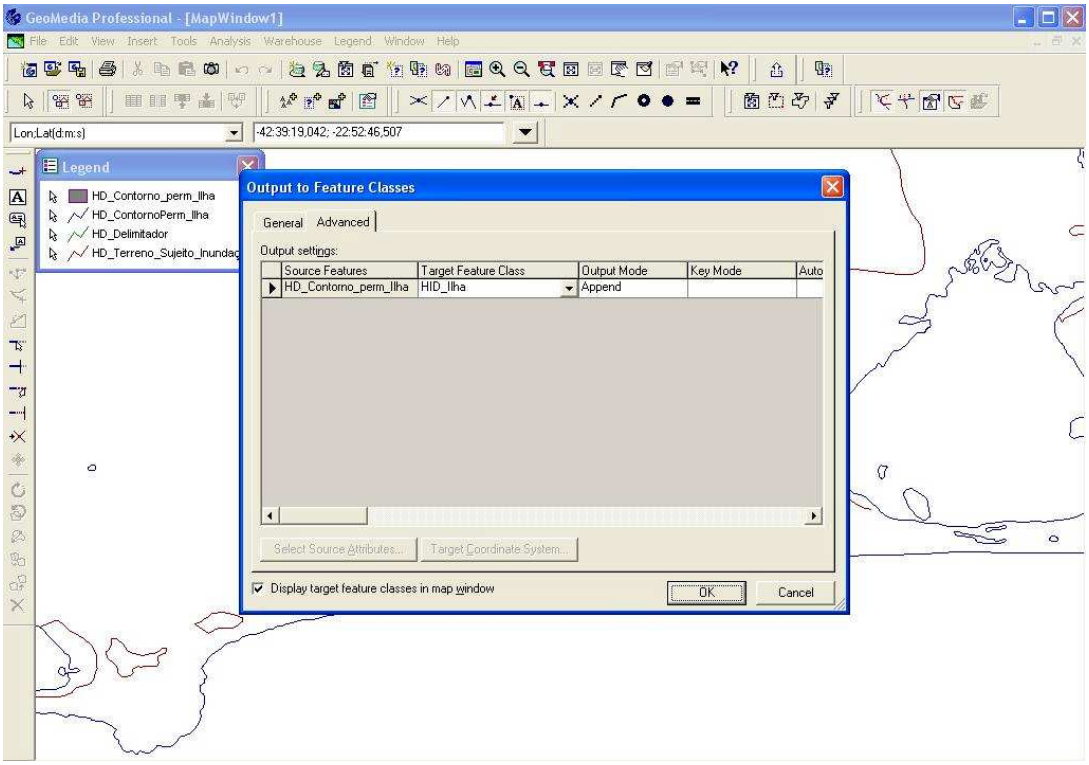


Figura 69 – Processo de conversão dos elementos de primitiva geométrica *área*.

Com isso, se tem o resultado final da conversão dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *área*. A figura 70 mostra esse resultado.

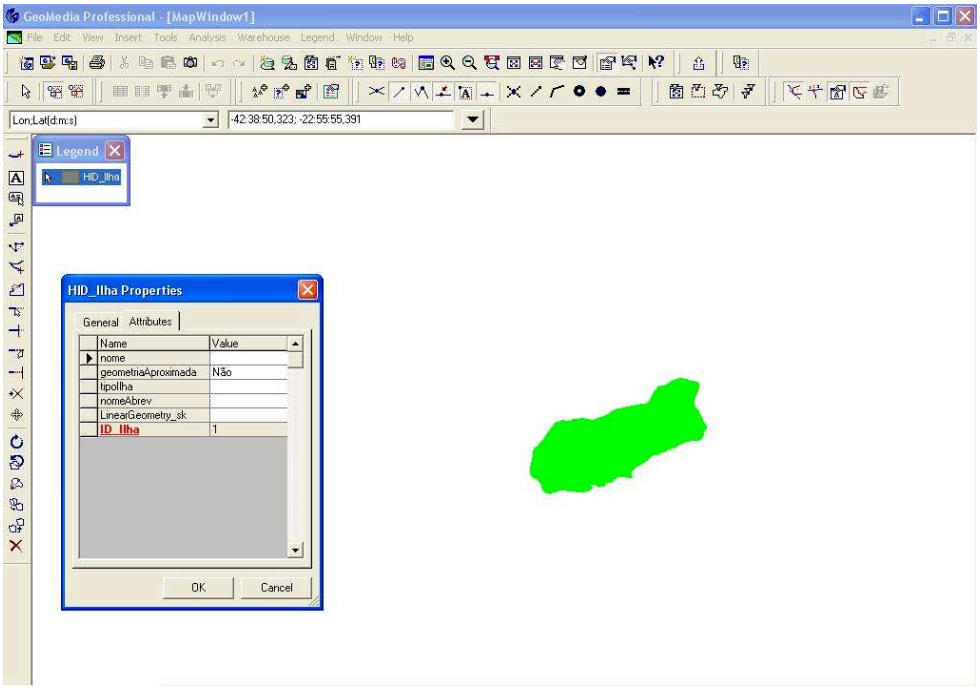


Figura 70 – Resultado final do processo de conversão dos elementos cartográficos de primitiva geométrica *área*.

Finalizando os procedimentos descritos anteriormente, se tem uma metodologia de trabalho de conversão de bases cartográficas digitais vetoriais para o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais – EDGV. Para comprovar essa metodologia, o próximo capítulo mostra uma aplicação da metodologia proposta numa determinada área da base cartográfica do município de Saquarema, na escala 1:50.000.

CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO TÍPICA

Este capítulo contém uma aplicação típica que foi feita com o intuito de exemplificar e validar a operacionalidade da metodologia proposta nesta dissertação.

Inicialmente é feito um relato sobre a base cartográfica utilizada na aplicação e a justificativa da escolha da mesma. Em seguida são apresentados os resultados obtidos no processo de conversão dos elementos cartográficos na estrutura da MTD para o padrão nacional da EDGV. Estes resultados são apresentados por categoria de informação da MTD e, por fim, em conjunto. O capítulo 5 contém as análises dos resultados obtidos a partir do processo de conversão realizada nesta aplicação típica.

4.1 Dados utilizados

Para comprovar a metodologia proposta, foi utilizada uma base cartográfica do IBGE disponibilizada na internet, através do site: www.ibge.gov.br. A decisão de utilizar uma base disponível no site do IBGE tem como justificativa a utilização de bases cartográficas disponíveis ao público em geral.

Foi selecionada para executar a aplicação típica a folha de carta 27464, em meio digital, na escala de 1:50.000, com o nome de SAQUAREMA, componente do mapeamento topográfico sistemático. O município de Saquarema está localizado na Região dos Lagos, a pouco mais de 100km do município do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro. As coordenadas da cidade são 22° 55’ 50’’ S (latitude) e 42° 30’ 40’’ W (longitude). A folha de carta de Saquarema está estruturada segundo o padrão da Mapoteca Topográfica Digital (MTD), na sua versão 4.0. Para cada folha de carta topográfica digital do IBGE, é liberado um documento com todos os elementos que compõem a MTD e a marcação dos elementos cartográfico contidos na respectiva folha de carta. Este documento é conhecido como tabelas da vetorização. O anexo A apresenta o respectivo documento. A figura 71 mostra uma ilustração da localização da área da folha de carta topográfica digital selecionada.

Figura 71 – Ilustração da localização da folha de carta topográfica digital de Saquarema.

As fotografias aéreas utilizadas na elaboração desta folha de carta são de 1966. A reambulação, que é a coleta dos topônimos realizada a partir de trabalho de campo, foi feita em 1973. Ainda em 1973 se procedeu a restituição desta folha de carta. O Datum vertical, ou referência vertical, é o marégrafo de Imbituba – SC e o Datum horizontal, ou referência horizontal, é o Córrego Alegre – MG. Nota-se que se trata de uma folha de carta antiga, de pouco mais de 40 anos. Porém, o IBGE disponibiliza para o usuário várias folhas de cartas nesta mesma situação. O ideal é que essas bases cartográficas estivessem atualizadas mas devido à falta de recursos, seja financeiros ou humanos, isso não é possível. Poderia ter sido selecionado qualquer outra folha de carta topográfica digital, pois a validação da metodologia proposta nesta dissertação independe da base cartográfica, já que a EDGV contempla todo o mapeamento cartográfico sistemático num range de escala de 1:25.000 a 1:1.000.000 (leia-se um para vinte e cinco mil a um para um milhão). Uma justificativa para a escolha de uma folha de carta antiga se dá devido ao processo de atualização das folhas de cartas topográficas digitais. A utilização de ortofotomosaicos e imagens de satélites poderiam auxiliar neste processo. Com os dados no padrão da EDGV a atualização se torna menos complexa, já que os elementos cartográficos estariam em formato de banco de dados. No formato de banco de dados é possível visualizar os elementos cartográficos de uma melhor forma pois possuem as características dos mesmos, representadas por atributos. A figura 72 mostra a folha de carta topográfica digital de Saquarema.

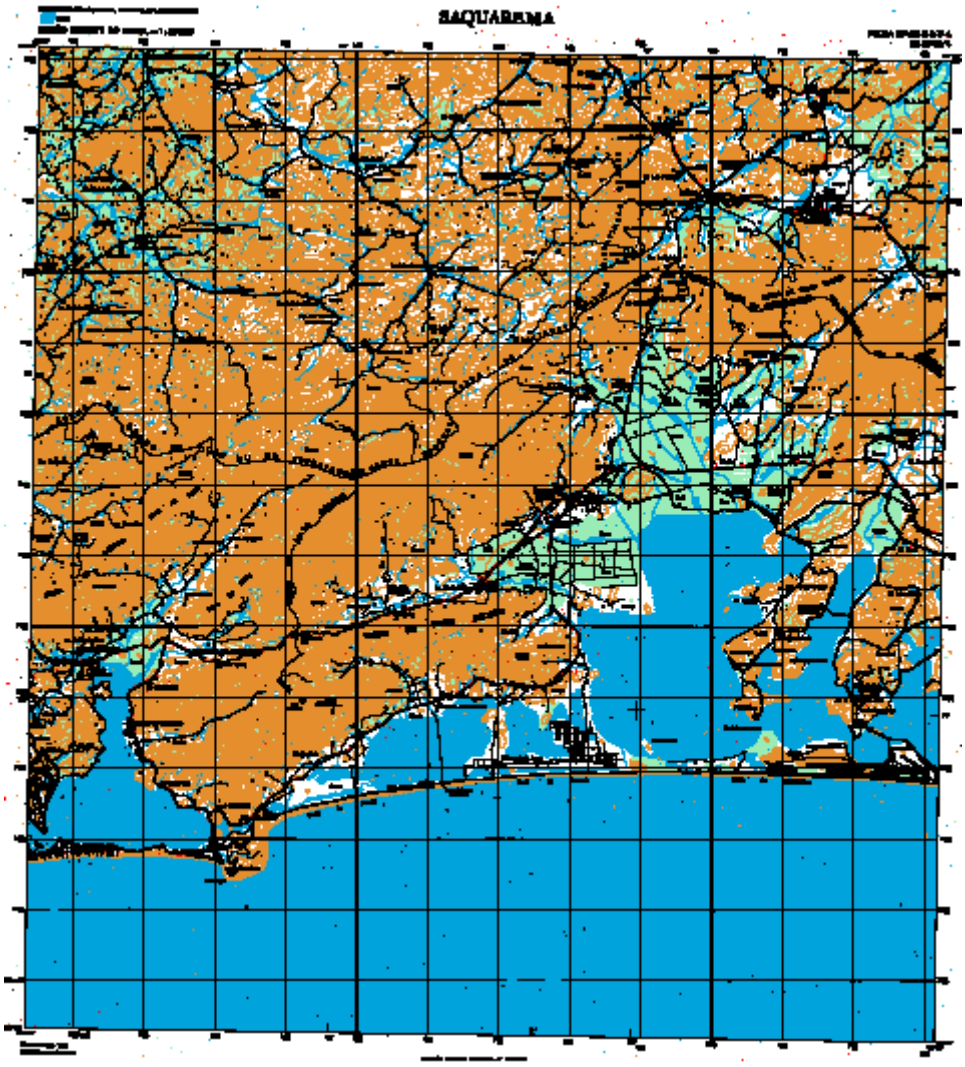


Figura 72 – Folha de carta topográfica digital de Saquarema.

4.2 Resultados obtidos

Neste item, são apresentados os resultados obtidos relativos ao processo de conversão da base cartográfica digital disponibilizada pelo IBGE e descrita no item anterior. Como os arquivos da folha de carta topográfica digital estão separados por categoria e a organização dos dados para o processo de conversão foi definida também por categoria, a apresentação dos resultados obtidos será de acordo com as categorias da MTD.

Para a execução da aplicação foi criada uma *warehouse* com o nome PILOTO_Saquarema.

De acordo com a metodologia, inicialmente foram importados os elementos

cartográficos do formato *DGN* para o Geomedia. Desta forma, foi necessária a criação do arquivo csd com a configuração dos elementos cartográficos contidos na folha de carta topográfica digital, de acordo com a tabela de vetorização, como mostra o Anexo A. Para cada categoria de informação da MTD foi criado um arquivo *csd*, para fins de organização. A importação dos elementos cartográficos segue a ordem da estrutura de diretórios definida na metodologia.

Na configuração do arquivo *csd*, levou-se em consideração os elementos delimitadores, existentes em praticamente todas as categorias da MTD, criado para auxiliar no fechamento dos polígonos que são cortados pelas linhas laterais das áreas de abrangências das folha de cartas topográficas digitais. Logo, o elemento delimitador deve ser importado, junto com os elementos cartográficos, para o Geomedia, devido à necessidade de fechamento de polígonos no processo de validação definido na metodologia proposta. Ainda no arquivo *csd*, levar em consideração o elemento Toponímia, contido em todas as categorias de informação da MTD, criado para armazenar os topônimos existentes no mapeamento. Na metodologia proposta, o elemento Toponímia é utilizado para auxiliar no preenchimento dos atributos que descrevem as características dos elementos cartográficos de cada categoria.

No processo de conversão para o padrão nacional da EDGV, considerou-se que os elementos cartográficos estão seguindo corretamente o padrão da MTD.

4.2.1 Hidrografia

Primeiramente foi feita a leitura dos arquivos no formato *dgn*, através do arquivo csd configurado para a categoria hidrografia, no Geomedia. A figura abaixo mostra essa leitura.

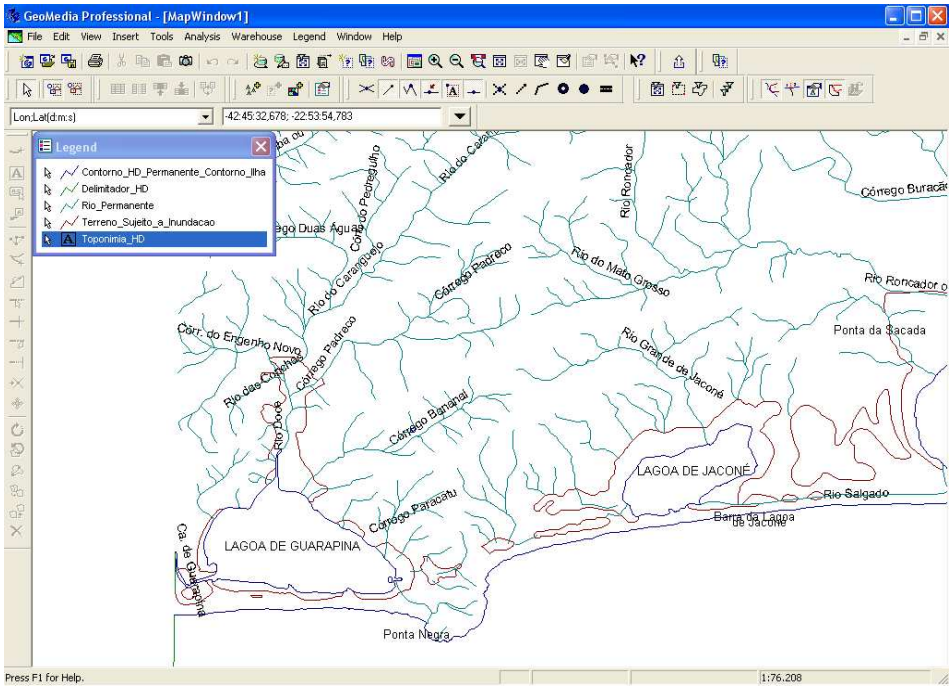


Figura 73 – Leitura do arquivo dgn da categoria Hidrografia.

Nota-se pela legenda que os elementos ainda estão no padrão da MTD. Os topônimos ainda fazem parte do elemento Toponímia_HD. A figura 74 mostra esses elementos importados para o Geomedia.

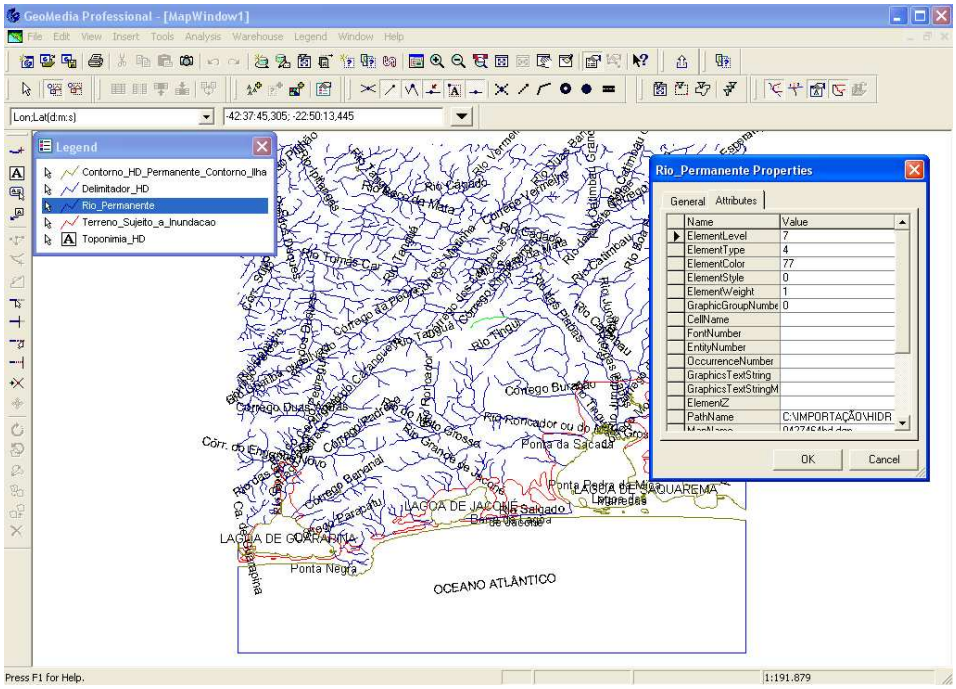


Figura 74 – Elementos cartográficos da categoria Hidrografia importados para o geomedia.

Nota-se que, agora, os elementos são editáveis, ou seja, é posssível fazer qualquer tipo de alteração na folha de carta topográfica, que ainda está no padrão da EDGV. Desta forma, executa-se o processo de conversão definido na metodologia proposta, como mostra a figura 75.

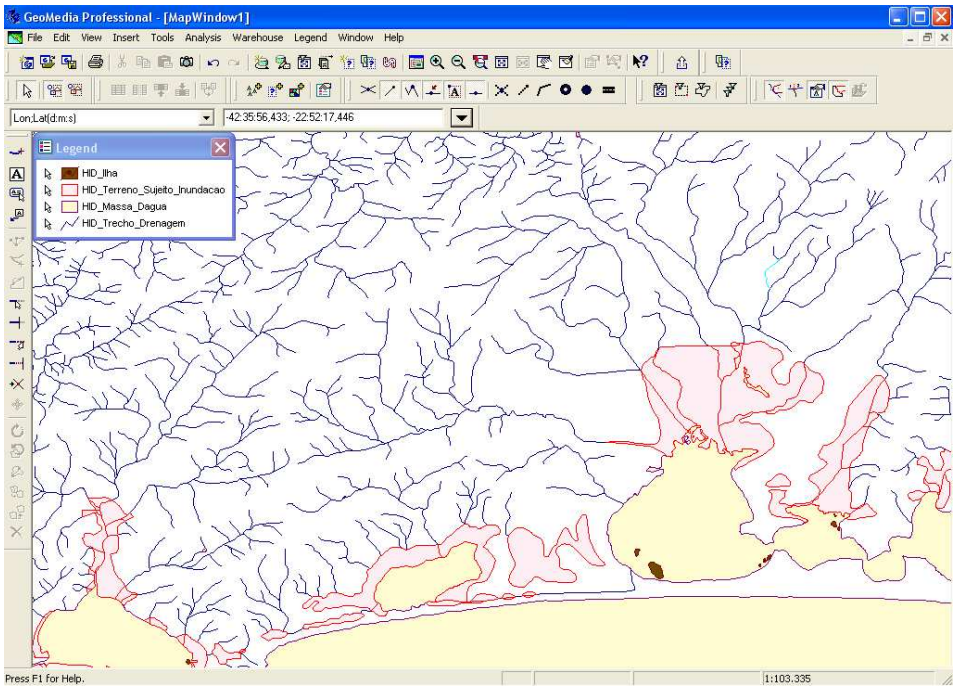


Figura 75 – Elementos da categoria Hidrografia convertidos para o padrão da EDGV.

Com a utilização do elemento Toponímia é possível preencher atributos como, por exemplo, o nome dos elementos cartográficos, conforme a figura 76.

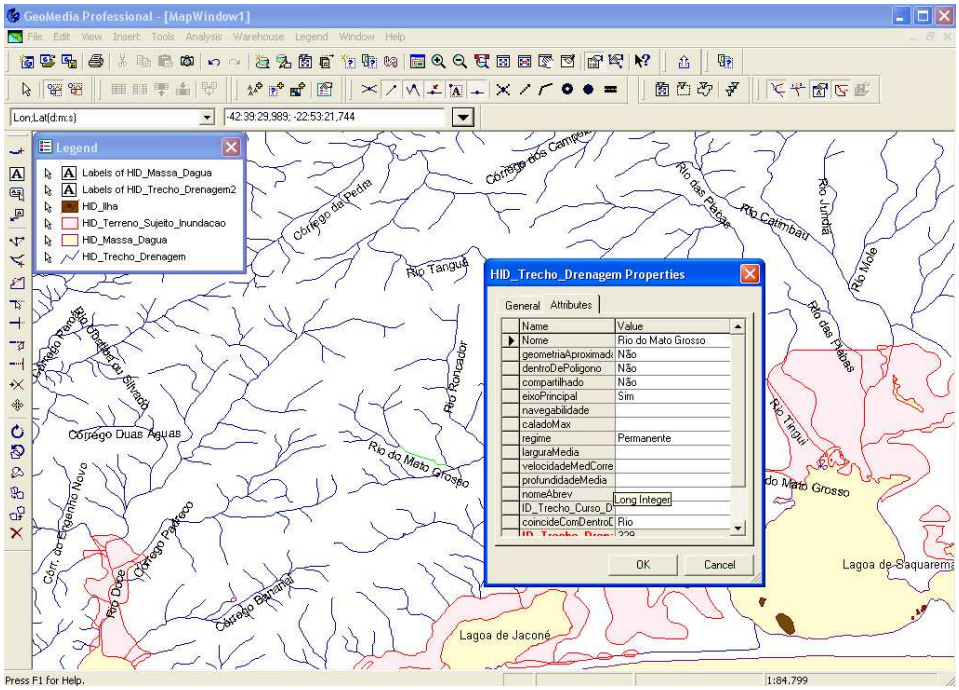


Figura 76 – Elementos cartográficos com preenchimento de atributos.

Na figura anterior, os topônimos que estão sendo visualizados são domínios dos atributos da classe pertencente a categoria de informação Hidrografia da EDGV. Para a visualização dos nomes foi utilizada a função Insert Label, que tem como funcionalidade inserir na área de trabalho os valores dos atributos que estiverem preenchidos.

4.2.2 Hipsografia

Da mesma forma feita com a categoria de informação Hidrografia, a Hipsografia foi importada para o Geomedia a partir da configuração do arquivo *csd*, que foi criado para realizar a leitura dos elementos cartográficos contidos no arquivo *dgn* (CAD). A figura 77 mostra os elementos cartográficos importados para o Geomedia, mas ainda no padrão da MTD.

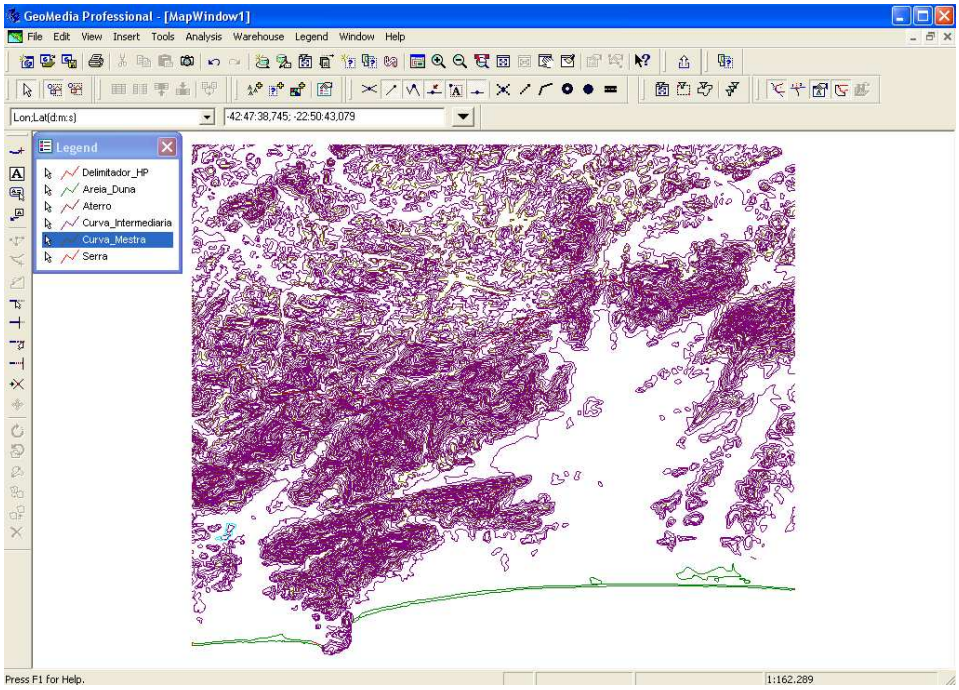


Figura 77 – Importação dos elementos cartográficos da categoria Hipsografia da MTD.

No arquivo *dgn* (CAD), existem os elementos cartográficos curvas de níveis intermediárias e mestras. As curvas de nível são linhas que unem pontos de mesmo valor que representam a altitude do terreno. Quando chamadas de intermediárias se referem a curvas equidistantes, ou seja, com mesma distância entre si, por exemplo, de 20 em 20 metros. Já as

curvas mestras são curvas com mesmo valor que possuem valores cheios, como, por exemplo, 100, 200 ou 300 metros. No arquivo da categoria de hipsografia, as curvas de nível são segmentadas, ou seja, existem vários pedaços da primitiva geométrica linha para representar uma determinada curva de nível. Para solucionar este problema, foi utilizada a função *analytical merge*, do Geomedia, que tem como funcionalidade unir os segmentos de geometria que devem ser inteiros e contínuos. A figura 78 mostra as curvas com segmentos de geometria.

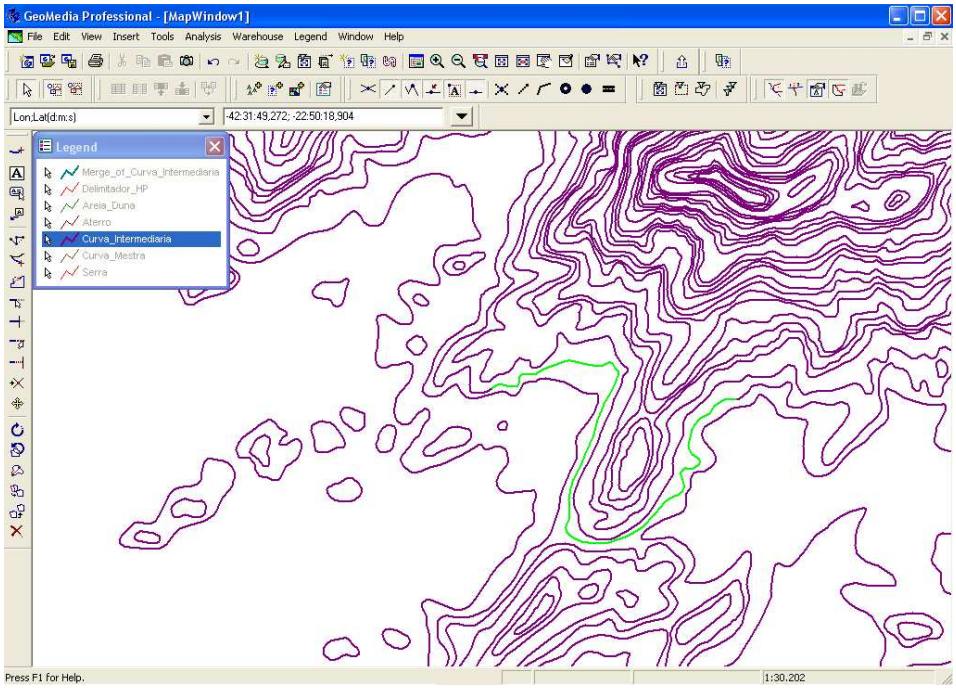


Figura 78 – Curvas de nível segmentadas.

Após a utilização da função *analytical merge*, o resultado é uma *feature class* com os segmentos da geometria linha da curva de nível unida corretamente, tanto nas curvas intermediárias quanto nas mestras, ou seja, todas as curvas de nível intermediárias e mestras que possuem o mesmo valor são representadas, agora, por um único registro no banco de dados. Esse procedimento é uma forma de validar a geometria da classe curva de nível e com isso obter elementos cartográficos integrados e consistentes armazenados em banco de dados. A respectiva função pode ser utilizada para qualquer um dos elementos cartográficos existentes na base cartográfica digital que tenha a necessidade de se unir, ou seja, para qualquer que seja a união dos segmentos de geometria necessários. A figura 79 apresenta o resultado da união dos segmentos de linha do elemento cartográfico curva de nível pertencente à categoria de informação Hipsografia.

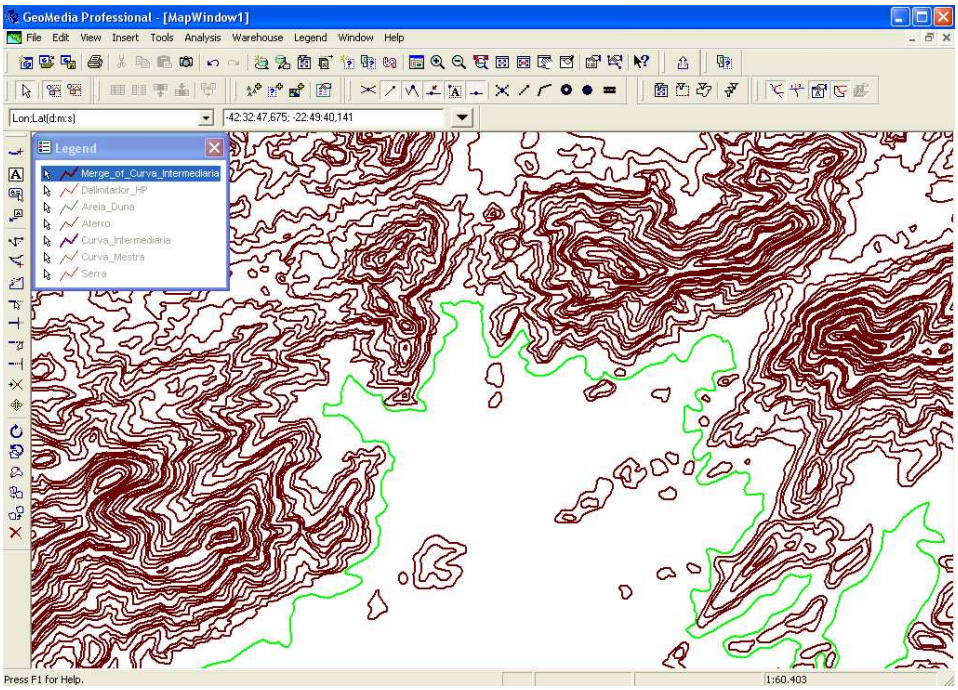


Figura 79 – Junção dos segmentos de curva de nível.

Quando é feita a junção de segmentos de geometria, no processo de conversão dos elementos cartográficos é utilizado a *feature class* resultante deste procedimento. A figura 80 mostra os elementos cartográficos da categoria de informação hipsografia convertidos para o padrão da EDGV.

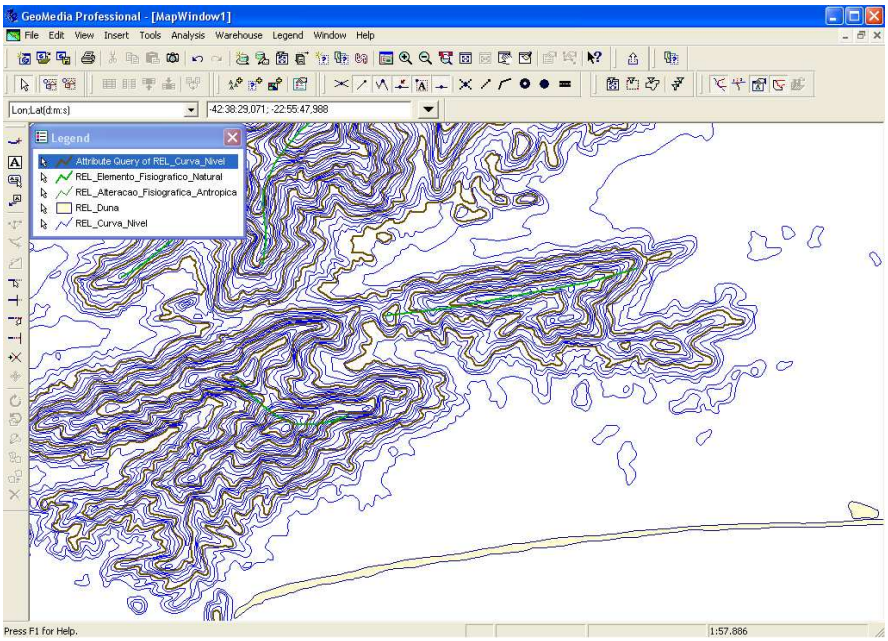


Figura 80 – Elementos cartográficos convertidos para o padrão da EDGV.

O elemento toponímia da categoria hipsografia e ponto de referência possibilitaram o preenchimento dos atributos com os valores das cotas das curvas de nível. A figura 81 mostra esse preenchimento.

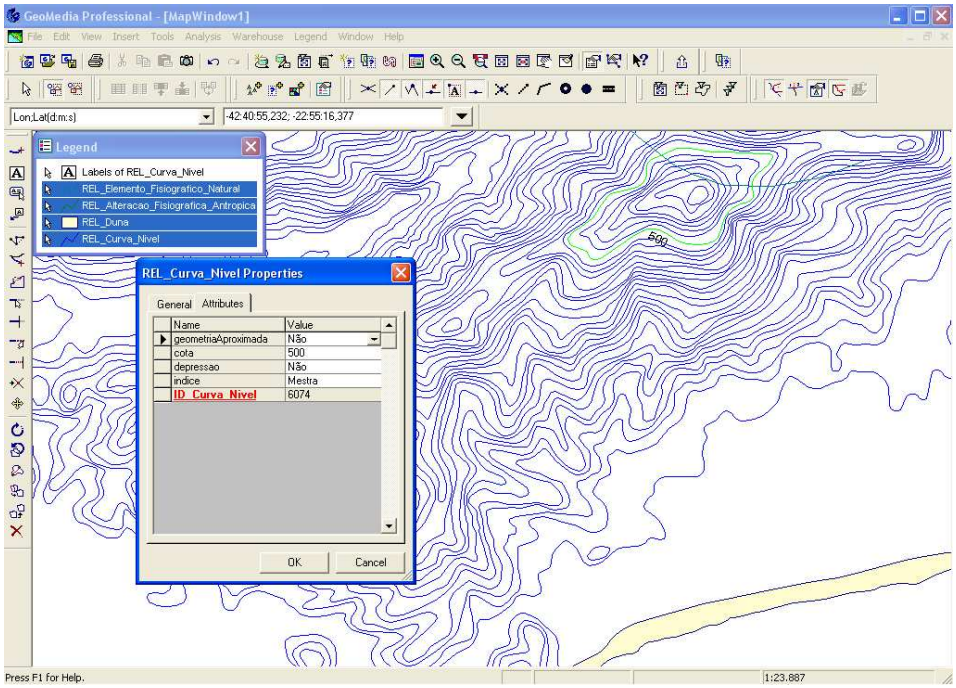


Figura 81 – Classe Curva_Nível do padrão da EDGV com os atributos preenchidos.

4.2.3 Ponto de referência

No arquivo *dgn* (CAD) da categoria ponto de referência existem apenas referências de nível, conhecidas por RN. A figura 82 mostra este elemento cartográfico convertido para o padrão da EDGV.

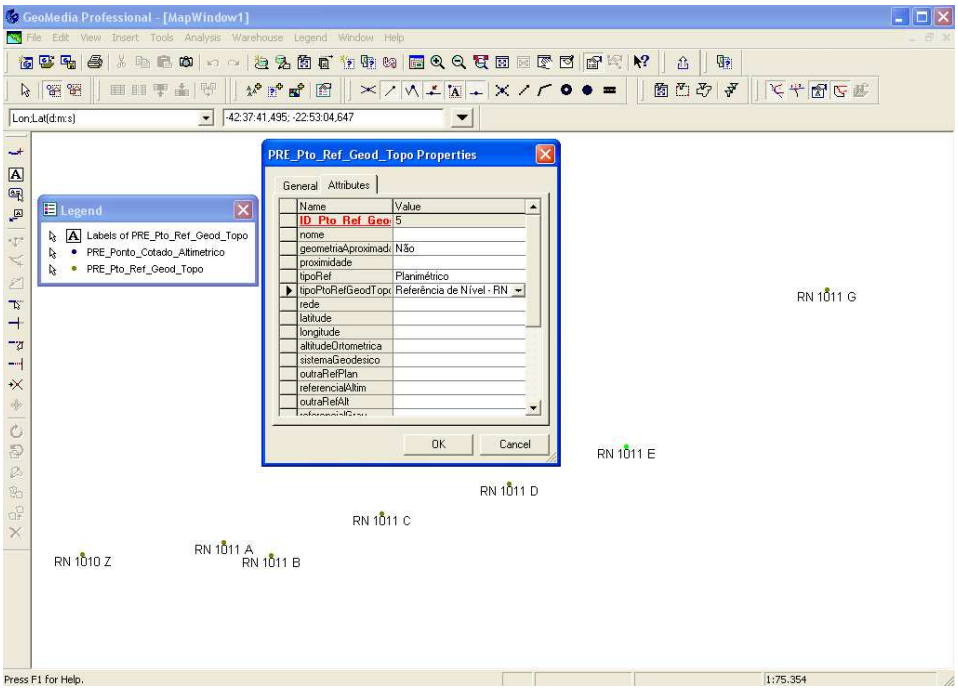


Figura 82 – Elementos cartográficos da categoria Ponto de referência convertidos para o padrão da EDGV com atributo preenchido.

4.2.4 Sistema de transportes

O arquivo *dgn* (CAD) possui elementos com primitiva geométrica linha e os textos referentes aos códigos das rodovias auto-estradas, loteamentos, vilas e da cidade. Esses textos complementarão os atributos dos elementos cartográficos que serão convertidos para a EDGV. A tabela STR_Via_Rodoviaria da classe Via_Rodoviaria, da categoria sistema de transportes, da EDGV, foi criada na *warehouse* EDGV_2.1, através de uma *feature class* sem geometria, devido ao fato de ser uma classe sem geometria, apenas para formar as principais vias rodoviárias a aprtir dos códigos e dos nomes das mesmas. Esta *feature class* possui como atributos o nome, a sigla e a abreviatura do nome das vias rodoviárias. Nesta tabela foram inseridos dois registros de auto-estradas, um é a RJ-124, conhecida como Vialagos, e a outra é a RJ-106, conhecido como Rodovia Amaral Peixoto. A figura 83 mostra os elementos cartográficos importados para geomedia que serão convertidos para a EDGV.

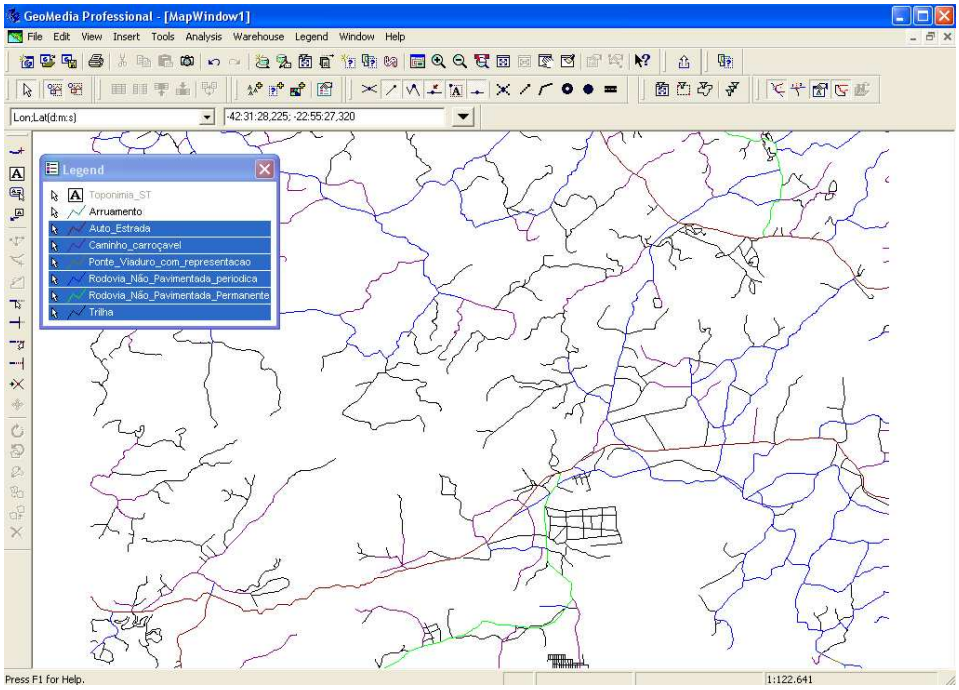


Figura 83 – Elementos cartográficos da categoria sistema de transportes importados para o Geomedia.

A figura abaixo mostra os elementos da categoria sistema de transportes convertidos para o padrão da EDGV.

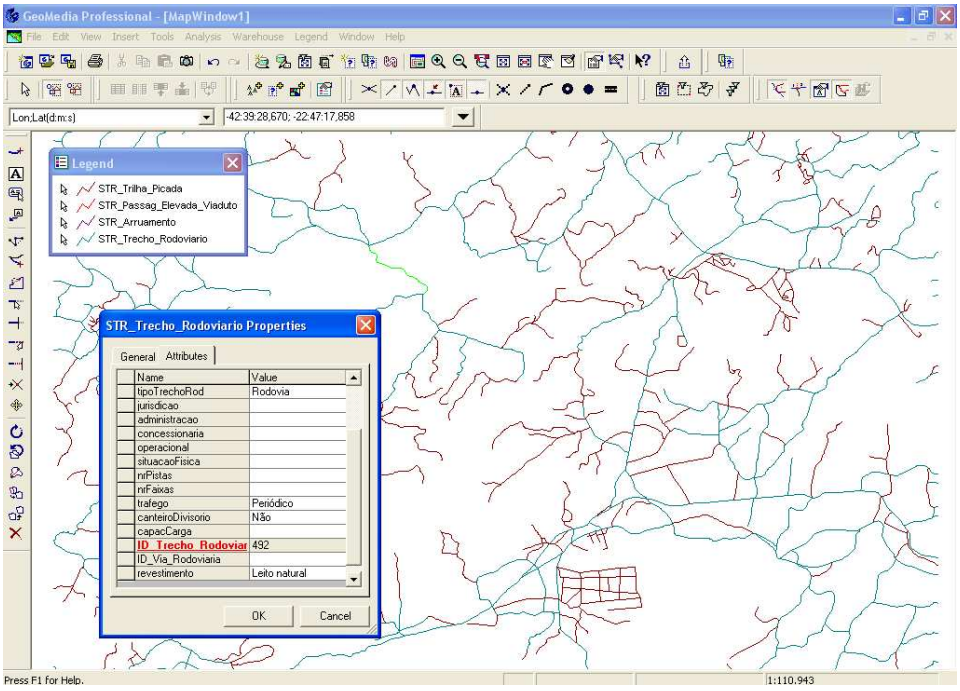


Figura 84 – Elementos da categoria sistema de transportes convertidos para a EDGV.

Ao fazer um *join*, ou seja, uma junção de tabelas, entre as tabelas STR_Via_Rodoviaria e STR_Trecho_Rodoviario, tabela esta que possui as geometrias, é possível executar uma consulta espacial e visualizar toda a rodovia pelo nome ou pelo código da rodovia. No banco de dados orientado objetos é possível visualizar diretamente uma determinada via rodoviária mas como está sendo utilizado um banco de dados relacional, essa é uma das soluções para realizar tal visualização. Poucos usuários da informação utilizam um banco de dados orientado a objetos, já que a maioria utiliza um banco de dados relacional. De acordo com o mapeamento da EDGV feito no banco de dados relacional, essa solução é satisfatória para a execução da recuperação da informação sobre a via rodoviária. Desta forma, é possível recuperar a informação de uma rodovia auto-estrada, como, por exemplo, a própria Rodovia Amaral Peixoto. A figura 85 mostra como exemplo a recuperação da Rodovia Amaral Peixoto, conforme a descrição anterior.

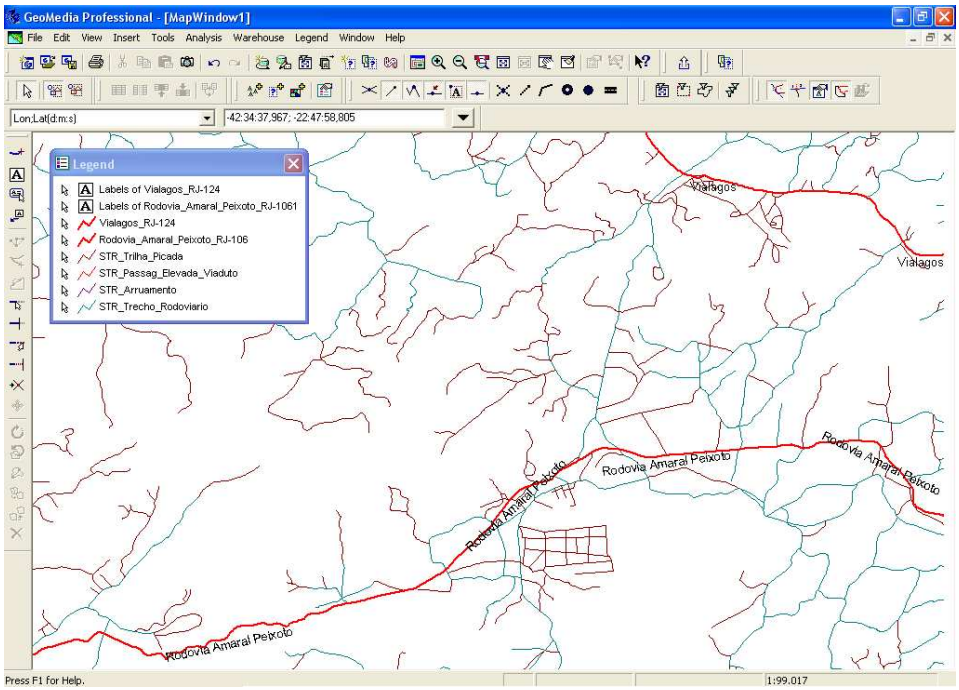


Figura 85 – Recuperação das informações sobre a Rodovia Amaral Peixoto.

4.2.5 Localidades

Nesta categoria, o elemento Nome Local, contendo os nomes de vilas, povoados, áreas edificadas e da Cidade, foi utilizado para preencher automaticamente os atributos das suas respectivas classes, através da função *Update Attributes using text*. Na figura 86 são apresentados os elementos cartográficos importados para o Geomedia.

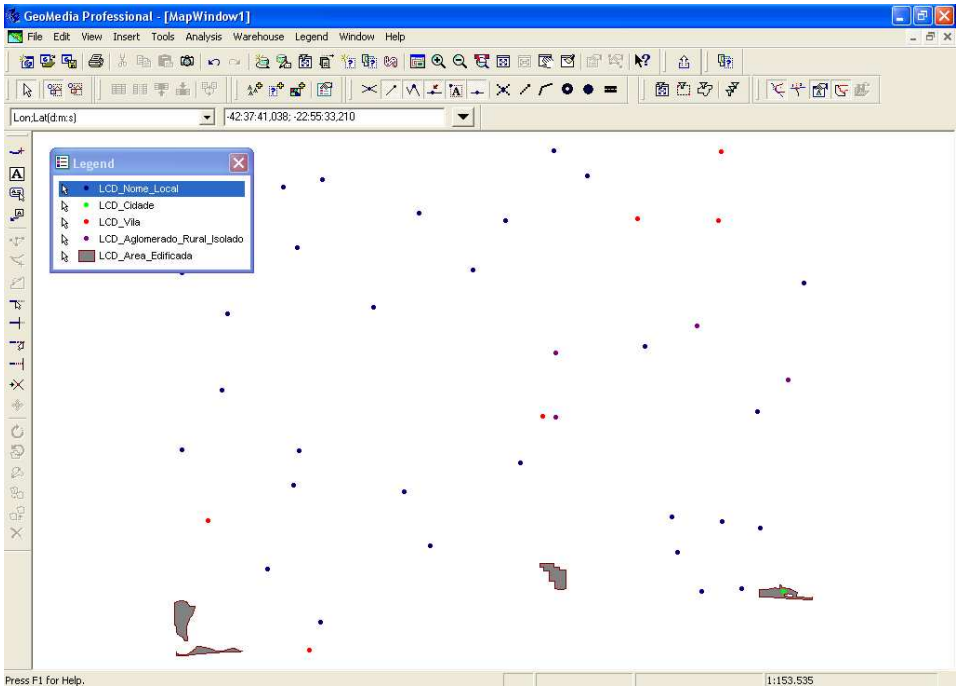


Figura 86 – Elementos cartográficos da categoria localidades importados para o Geomedia.

Com exceção do elemento área edificada, todos os outros são elementos de primitiva geométrica ponto. Cada ponto possui uma célula, ou seja, um símbolo de representação. Como todos os pontos estavam na mesma camada, eles foram separados no Geomedia de acordo com o nome da célula. Após a separação a partir dos nomes das células, foram convertidos para o padrão da EDGV. Na figura 87 é possível visualizar os nomes dos loteamentos, das vilas, dos povoados, das áreas edificadas e da Cidade.

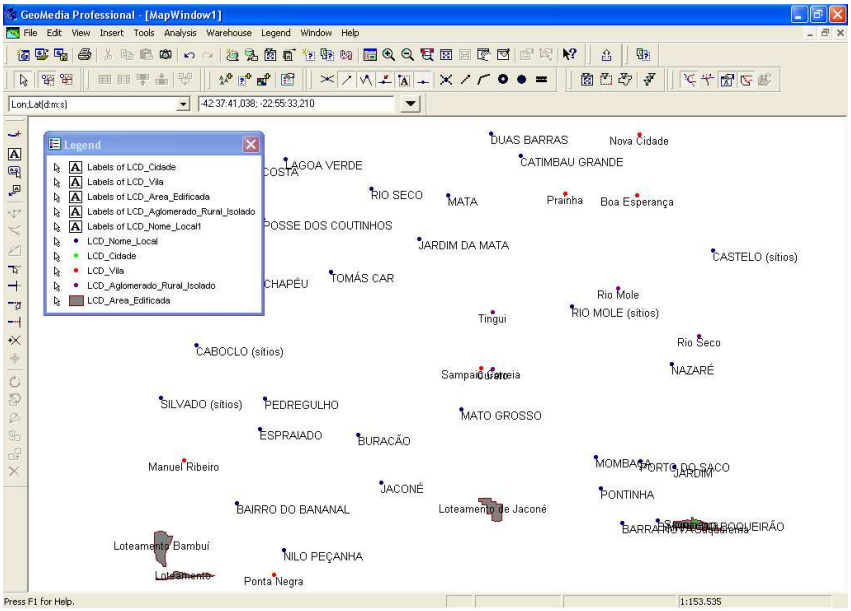


Figura 87 – Nomes dos elementos cartográficos preenchidos no banco de dados.

4.2.6 Limites

No arquivo *dgn* (CAD) desta categoria de informação, da folha de carta topográfica de Saquarema, existia apenas um elemento cartográfico, o limite político administrativo municipal. A figura 88 mostra este elemento convertido para o padrão da EDGV.

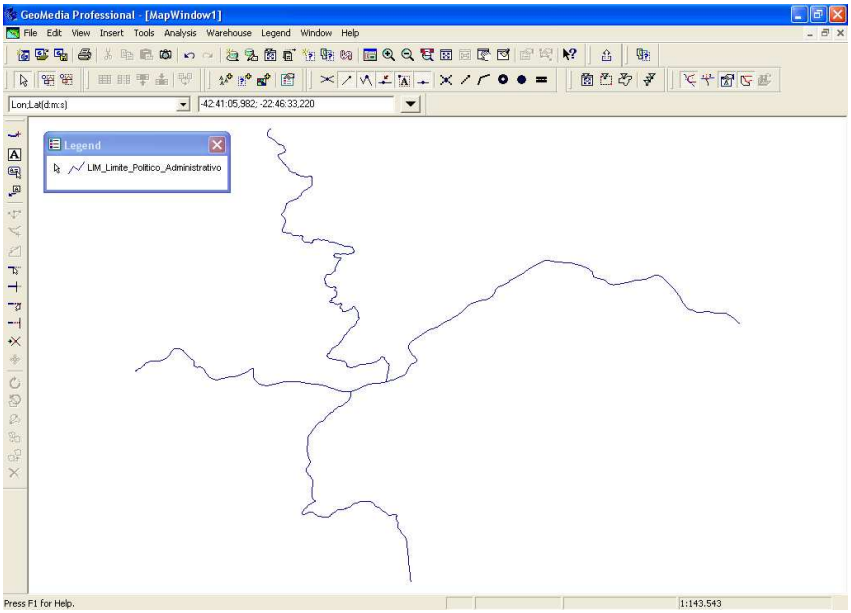


Figura 88 – Limite político administrativo contido no arquivo dgn da categoria de informação

Limites.

4.2.7 Obras e edificações 1, 2 e 3

Estas três categorias de informação da MTD serão apresentadas juntas neste item. É neste item que estão elementos cartográficos como campo de futebol, escolas, igrejas, cemitérios, minas, barragens, entre outros. Com exceção do elemento cartográfico barragem, que possui primitiva geométrica linha, todos os outros possuem primitiva geométrica ponto. E todos os elementos cartográficos desta categoria foram convertidos para o padrão da EDGV, como mostra a figura 89.

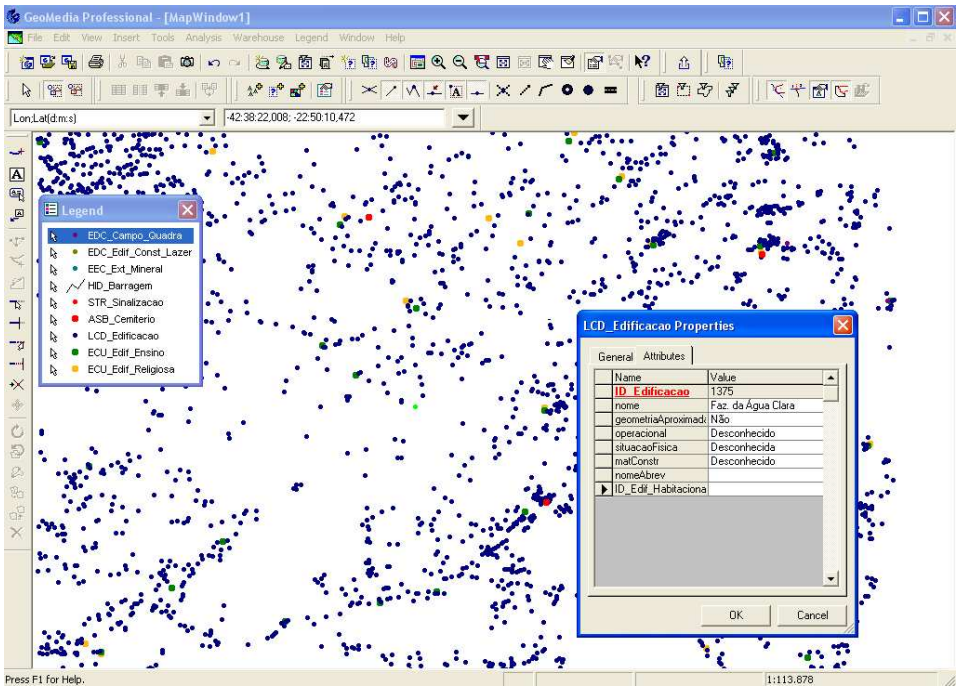


Figura 89 – Elementos cartográficos da categoria Obras e edificações 1, 2 e 3 convertido para o padrão da EDGV.

4.2.8 Vegetação

No arquivo *dgn* (CAD) desta categoria possui apenas os nomes das vegetações representados por textos, por exemplo, o nome Caatinga, que é um tipo de vegetação. Como não possui os elementos cartográficos representados pela primitiva geométricos área, esta categoria não será importada e nem convertida para o padrão da EDGV. Isso será apenas para este projeto piloto, já que na metodologia proposta existe a descrição de como executar o

processo de conversão de bases cartográficas para elemento com primitiva geométrica área.

4.2.9 Base cartográfica no padrão da EDGV

De acordo com a metodologia proposta nesta dissertação, todos os elementos cartográficos contidos na folha de carta topográfica digital de Saquarema foi importada para o Geomedia e convertida para o padrão nacional da EDGV, recomendado pela CONCAR. O resultado final do processo de conversão desta folha de carta é uma base cartográfica digital padronizada, armazenada em banco de dados, podendo ser utilizada para sistema de informações geográficas. A figura 90 apresenta o resultado final do processo de conversão executado na aplicação típica.

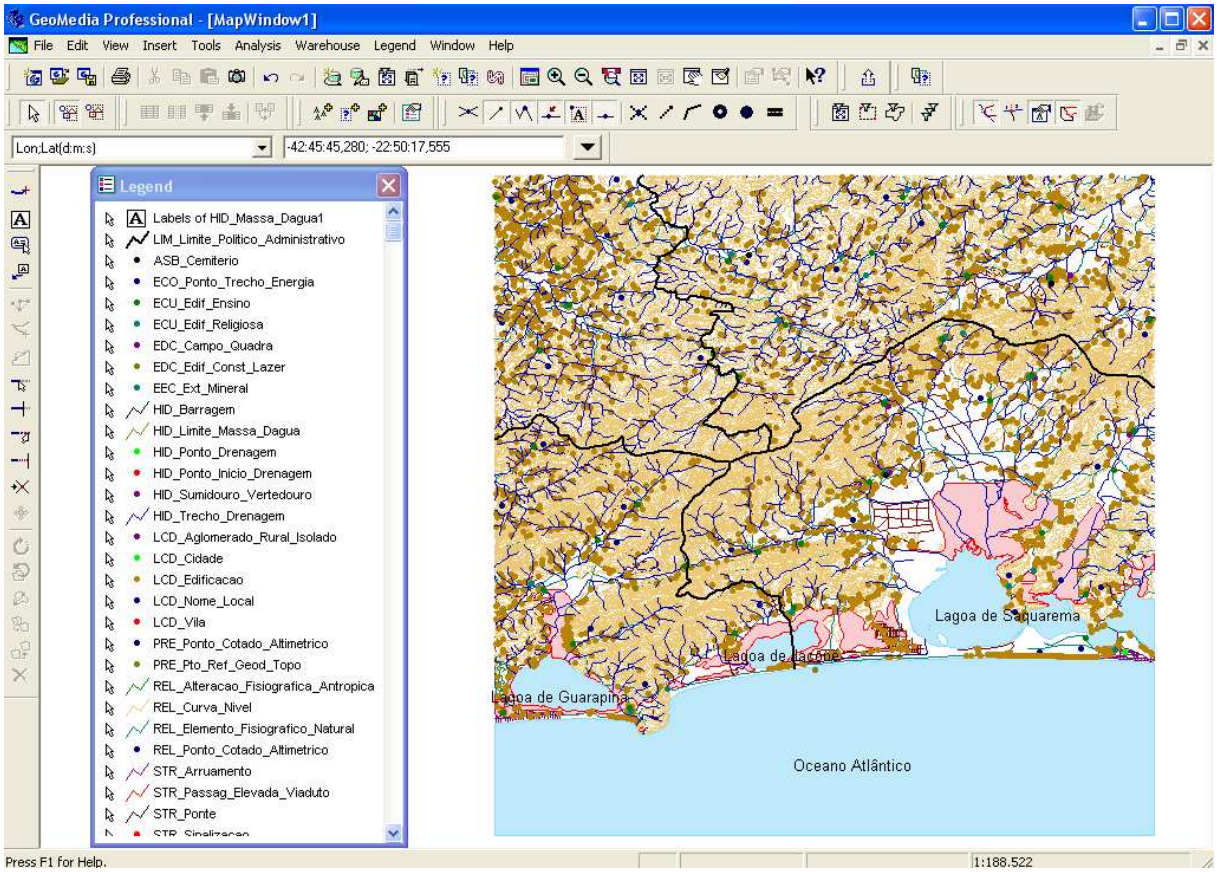


Figura 90 – Resultado final do processo de conversão da folha de carta topográfica digital de Saquarema para o padrão nacional da EDGV.

CAPÍTULO 5 ANÁLISES DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentadas as análises relativas aos resultados obtidos no processo de conversão de uma base cartográfica digital. As análises tem como base a aplicação típica executada para comprovar a metodologia proposta nesta dissertação. É descrita a forma como os elementos cartográficos estavam representados no formato CAD e de que maneira estão representados após o processo de conversão para banco de dados relacional. Também será avaliado o sistema computacional Geomedia, utilizado para executar o processo de conversão dos dados geoespaciais, visando uma inclusão na linha de produção da instituição. De acordo com a metodologia proposta, as análises sobre a aplicação são apresentadas de acordo com a primitiva geométrica, ou seja, separadamente por linha, ponto e área.

5.1 Primitiva geométrica linha

Na Mapoteca Topográfica Digital (MTD), os elementos cartográficos são representados por nível, cor, estilo e peso, como mostra o anexo A. Onde o nível representa as camadas existentes no *software* Microstation, que podem ser de 1 a 63. A cor representa as 255 cores possíveis que podem representar determinado elemento cartográfico. O estilo representa os tipos de linha que podem representar os elementos, seja uma linha tracejada, contínua, alternando traço e pontos, vários pontos, dentre outros. E finalmente, o peso representa a espessura da linha. Combinando os 4 indicadores da representação dos elementos cartográficos do Microstation se tem uma identificação para cada um deles. Com isso, cada elemento cartográfico possui a sua própria identificação na MTD. Mas esse tipo de representação no Microstation não é voltado para sistema de informações geográficas. Para utilizar este tipo de base cartográfica em SIG, se deve associar um banco de dados através de algum outro *software* que gerencie esse tipo de dado geoespacial.

Um registro deste caso é o elemento cartográfico Rio permanente, da categoria hidrografia. Este elemento é representado na MTD pelo nível 7, cor 77, estilo 0 e peso 1. No arquivo *dgn* (CAD), qualquer linha que estiver representada com esta combinação será um rio permanente. Os nomes devem ser inseridos em outro nível que represente a toponímia do mapeamento. Visualmente os nomes dos rios estão seguindo a sua geometria mas não estão

associados. Ao executar o processo de conversão dos elementos cartográficos, a camada que possui os textos contidos no arquivo não se faz mais necessário. A figura 91 mostra o exemplo de um rio permanente.

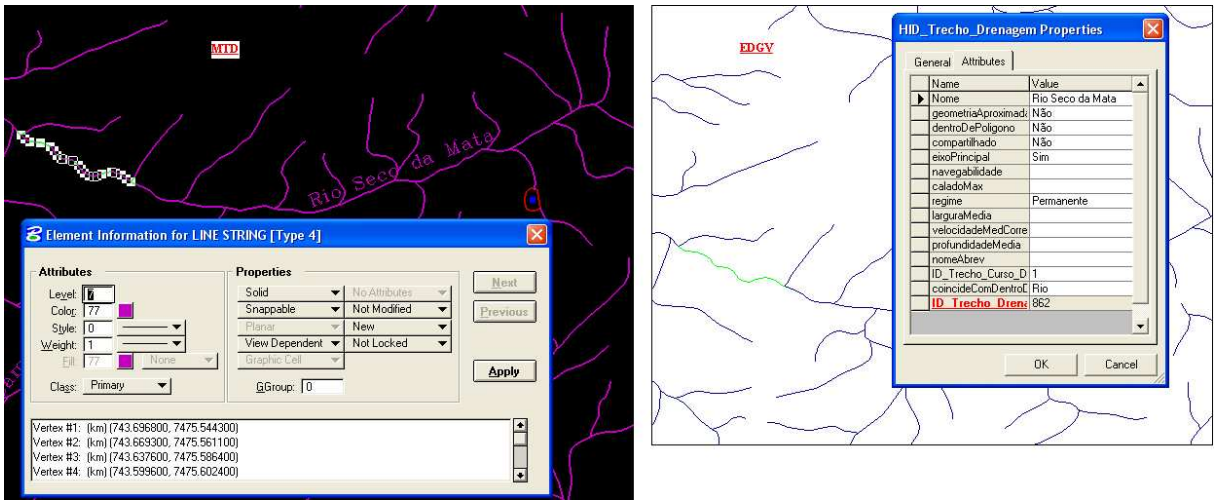


Figura 91 – Rio permanente no padrão da MTD (Microstation) e da EDGV (Geomedia).

Nota-se que no Microstation, existe apenas a geometria do elemento cartográfico rio permanente, com seu respectivo nível, cor, estilo e peso. O nome do rio, no exemplo rio seco da mata, está seguindo a geometria mas não está ligado a ela. Já no caso do geomedia, após a utilização da metodologia proposta nesta dissertação, a geometria é armazenada em banco de dados relacional, onde a identificação do respectivo elemento se dá através de seus atributos. Desta forma, no banco de dados existe um atributo com o nome do elemento cartográfico, mas para representar o elemento rio permanente se deve preencher dois atributos: *coincideComDentroDe* e *regime*, com os valores rio e permanente, respectivamente. De acordo com a metodologia proposta, foram associadas aos atributos as tabelas auxiliares que possuem a lista de domínios pertencentes aos atributos. Onde houver valores predefinidos pertencentes aos atributos, no padrão da EDGV, existe uma tabela auxiliar contendo os respectivos valores. Com isso é possível selecionar, através da aplicação no geomedia, os valores corretos de preenchimento dos atributos. Essa possibilidade de preencher os atributos com valores predefinidos e previstos no banco de dados é muito importante para evitar os erros de digitação e as várias formas de escrever ou abreviar os textos. A associação das tabelas auxiliares com a lista de domínios dos respectivos atributos foi feita com o aplicativo Geomedia *Pick List*. A figura 92 mostra a lista de domínios dos atributos.

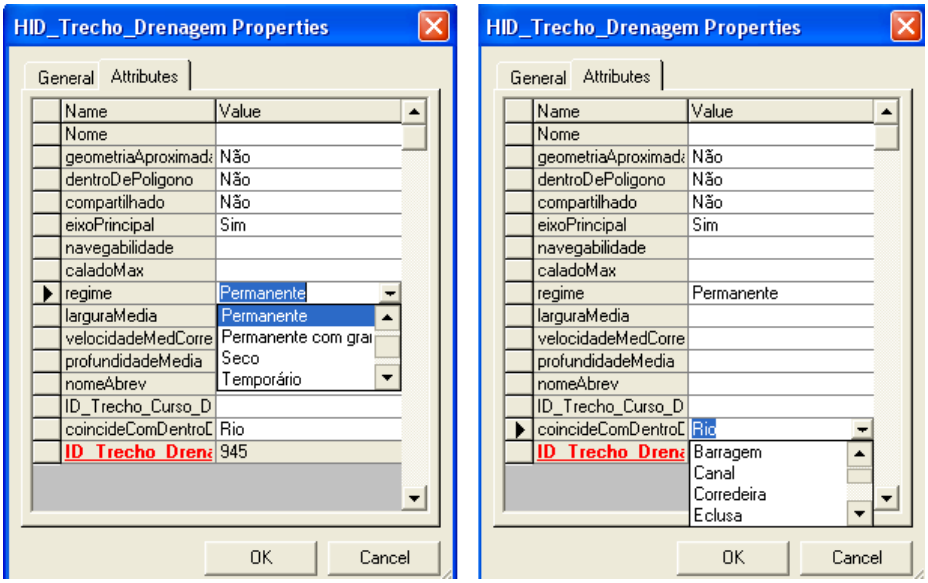


Figura 92 – Lista de domínios dos atributos predefinida na EDGV.

Outro exemplo de elemento cartográfico na mesma situação anterior, são as rodovias. Na MTD existem elementos cartográficos da categoria sistema de transportes como, por exemplo, rodovia pavimentada periódica, rodovia pavimentada permanente, rodovia não-pavimentada periódica, rodovia não-pavimentada permanente, dentre outros. A figura 93 mostra um exemplo da rodovia não-pavimentada permanente.

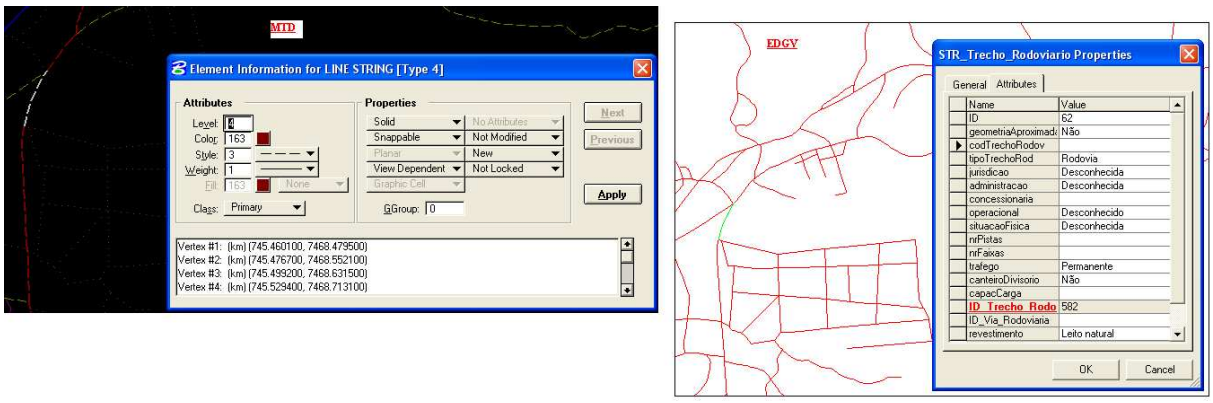


Figura 93 – Exemplo de rodovias no padrão da EDGV.

Nota-se na figura, os mesmos segmentos de linha representados em sistemas computacionais, formatos e padrões diferentes. No caso dos sistemas computacionais, a representação da esquerda está no Microstation e a da direita está no Geomedia. Em relação aos formatos, na esquerda o formato é CAD, armazenando apenas as geometrias, e na direita o formato é de banco de dados, ou seja, o armazenamento das geometrias e seus respectivos

atributos são em banco de dados. E em relação aos padrões, a representação da esquerda segue a estrutura da MTD, sendo que a da direita está de acordo com o padrão nacional da EDGV. Para representar a rodovia não-pavimentada permanente, se deve preencher no banco de dados, no padrão da EDGV, os atributos *tipoTrechoRod*, *revestimento* e *trafego*, com os valores Rodovia, Leito natural e permanente, respectivamente. O nome do revestimento não pavimentada passou a se chamar Leito natural, com o intuito de padronizar o respectivo nome.

Outro registro do processo de conversão para a EDGV é o elemento cartográfico Barragem. A figura abaixo mostra como este elemento é representado na MTD (Microstation) e de que forma está sendo representado na EDGV (Geomedia).

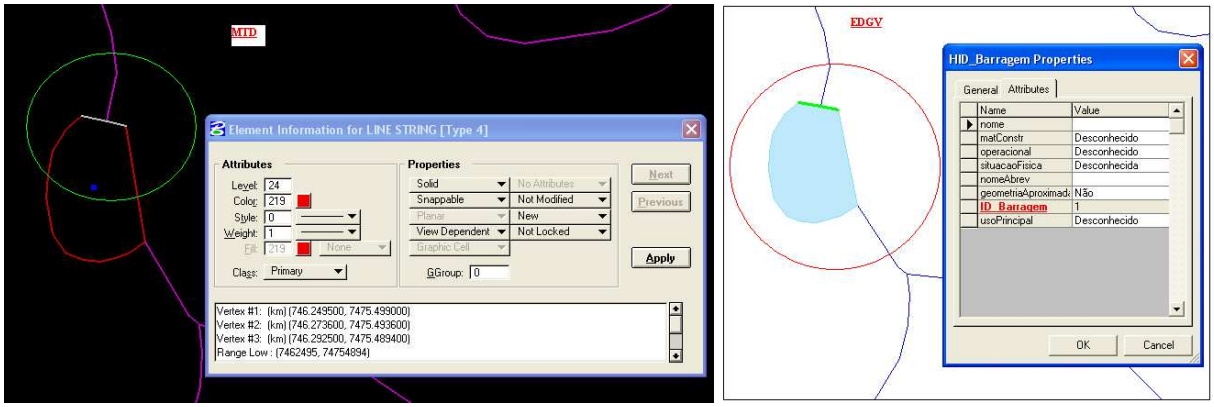


Figura 94 – Exemplo do elemento cartográfico Barragem.

A representação da construção da barragem, neste caso, é feita através de uma linha, onde, na EDGV (Geomedia) estão armazenados os atributos característicos do respectivo elemento.

Ainda na primitiva geométrica linha, a classe da EDGV representada pela tabela Curva_Nivel contém os tipos de curvas de nível normal (intermediária) e mestra. Cada curva, no *dgn* (CAD), é formada por vários segmentos de linha. No Geomedia, foi feito uma validação para corrigir esse problema e representar uma linha única para o mesmo valor de cota. Por exemplo, no *dgn*, uma curva de nível normal com cota no valor de 480 metros é formada por vários segmentos de linha e, no Geomedia, esta mesma curva está representada, na área da folha de carta topográfica utilizada na aplicação, por uma única linha com o atributo *cota* preenchido com o valor *500* e o atributo *indice* com o valor *normal*. A figura 95 mostra esse exemplo.

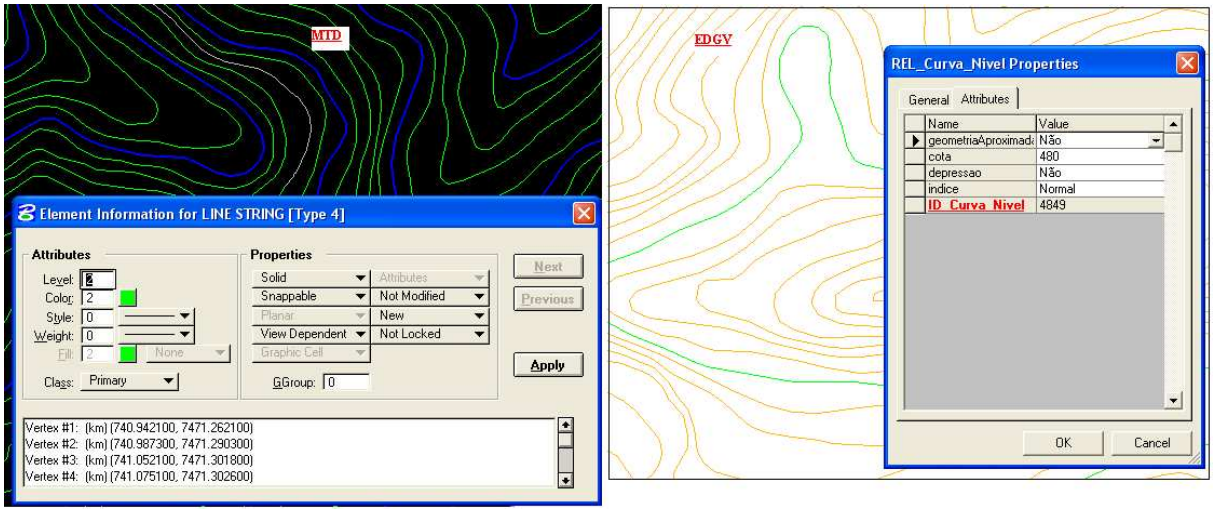


Figura 95 – Exemplo do elemento cartográfico curva de nível intermediária.

Uma análise interessante acontece no elemento cartográfico limite municipal. Na EDGV, este elemento é representado pela classe *limite_politico_administrativo*. Na tabela do banco de dados que armazena esta informação possui o atributo chamado *tipoLimPol*, que vai identificar se o limite é internacional, estadual ou municipal. A figura 96 mostra a diferença da representação do elemento limite municipal entre os padrões MTD e EDGV. Sabe-se que um limite político administrativo é uma linha que tem como base algum outro elemento cartográfico do espaço geográfico, ou seja, a geometria de um limite político administrativo coincide com a geometria de outro elemento cartográfico. Para representar este limite, seja internacional, estadual ou municipal, se deve duplicar a geometria do elemento coincidente.

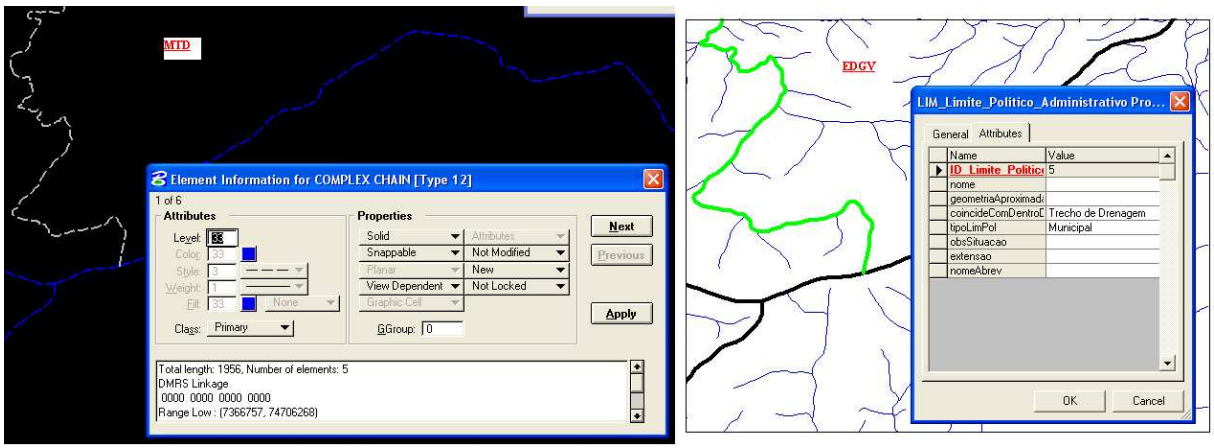


Figura 96 – Representação do elemento cartográfico limite municipal na EDGV.

Na EDGV, é previsto o preenchimento das características referentes à geometria desses limites. No exemplo da figura acima, na representação da direita, o banco de dados

possui dois atributos fundamentais para representar o limite. Um é o atributo *coincideComDentroDe*, que indica qual o elemento cartográfico que está sendo utilizado como base para a representação do limite, e o outro atributo é *tipoLimPol*, que indica o tipo de limite político administrativo, seja internacional, estadual ou municipal. A lista de domínios predefinidas para o atributo *coincideComDentroDe* são contorno massa d'água, costa visível da folha de carta, cumeada, ferrovia, linha seca, rodovia, trecho de drenagem e a opção não identificado, quando não se tem conhecimento de qual elemento é coincidente com o limite que está sendo representado.

Como neste item foi relatado as análises feitas em relação ao processo de conversão do elementos com primitiva geométrica linha de uma folha de carta topográfica digital vetorial, o item 5.2 e 5.3 relatam as análises para as primitivas geométricas ponto e área, respectivamente.

5.2 Primitiva geométrica ponto

Os elementos cartográficos com primitiva geométrica ponto são representados na MTD com células, ou seja, símbolos que identificam os respectivos elementos. Para executar o processo de conversão, os elementos foram importados juntos e separados por análise espacial através de funções do sistema computacional Geomedia. Existe uma segunda forma de executar a importação dos elementos pontuais, que é através da configuração do arquivo *csd*, criado a partir do utilitário *Define CAD Server Schema File* do Geomedia. Neste arquivo, é feita a configuração dos critérios de seleção para a leitura dos mesmos no Geomedia. Nesta parte de configuração dos critérios, é selecionado apenas o *CellName* e realizado o preenchimento do campo ao lado com o nome da célula que se quer identificar no Geomedia. Cada elemento cartográfico com primitiva geométrica ponto, na MTD, possui uma célula com nome e símbolo de representação. A figura 97 mostra o exemplo do elemento cartográfico escola e o nome da célula que o representa na MTD.

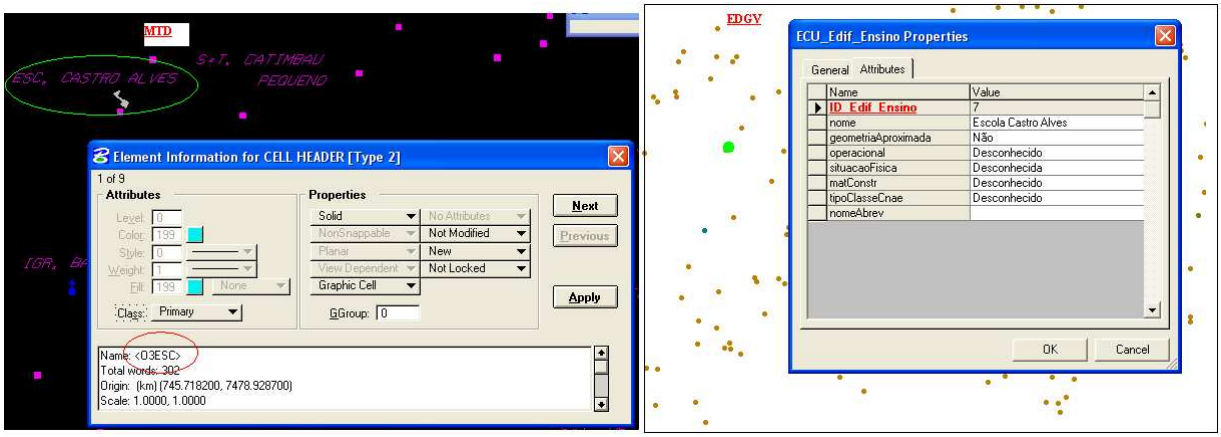


Figura 97 – Representação de um elemento cartográfico com primitiva geométrica ponto.

No exemplo da figura acima, o elemento que está sendo representado é escola. Percebe-se a representação deste elemento na MTD com o nome da célula, O3ESC, destacado com o círculo em vermelho, que a geometria ponto é representada por um símbolo com uma bandeira, que é o símbolo padrão de escola e o nome da escola, escola Castro Alves, é representado por uma camada a parte representada por um texto.

Na MTD existe uma combinação de nível, cor, estilo e peso para representar cada um dos elementos pontuais, como ocorre com os elementos lineares e também representados por polígonos. Com a utilização de células, esta combinação não faz sentido. Mas para facilitar o trabalho, todos os pontos deveriam estar representados apenas por nível, cor, estilo e peso da geometria, pois a importação para o banco de dados seria mais simples. A parte de simbolização, que é de responsabilidade do Setor de Editoração da Coordenação de Cartografia, no caso do IBGE, seria feita utilizando uma biblioteca de símbolos. Essa biblioteca seria acessada através do Geomedia, que automaticamente substituiria os pontos pelos respectivos símbolos de representação. A figura 98 mostra como acessar pelo Geomedia a biblioteca de símbolos.

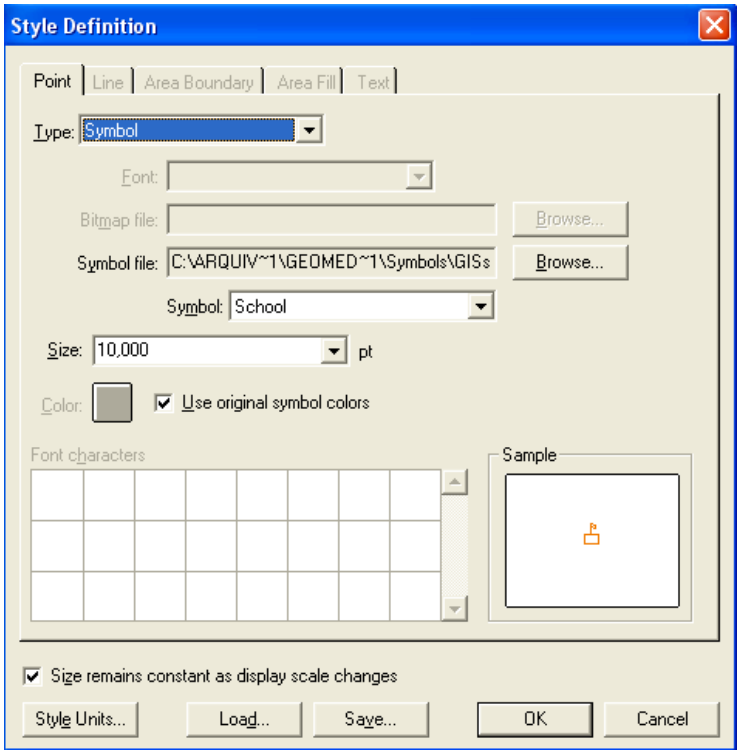


Figura 98 – Definição de estilos de representação dos elementos cartográficos.

Nota-se na figura anterior, um exemplo do elemento cartográfico escola. No campo *Type*, é selecionado o item Symbol, idicando que a representação dos elementos pontuais será através de símbolos. No campo *Symbol file*, é a indicação do caminho do diretório onde está localizada a biblioteca de símbolos que será utilizada. No campo *Symbol*, é selecionado o símbolo que se deseja representar o respectivo elemento cartográfico. Nos campos restantes, Size e Color, é selecionado o tamanho e a cor do símbolo, respectivamente. Para exemplificar esta solução, se tem como resultado a figura 99.

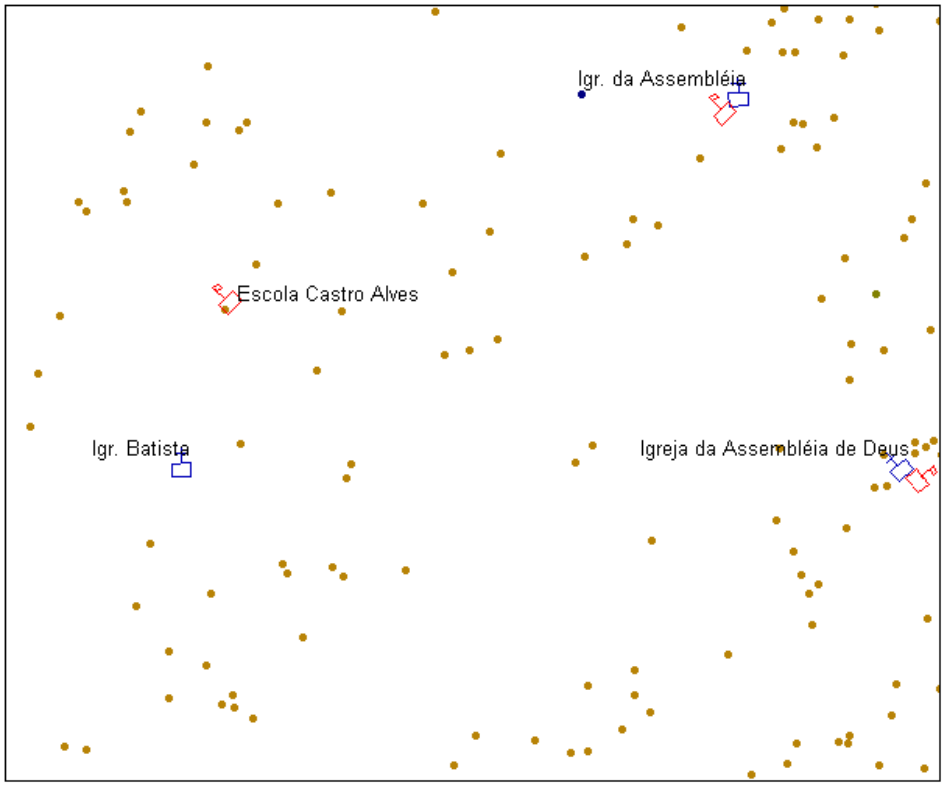


Figura 99 – Resultado da definição de símbolos para representação de elementos cartográficos com primitiva geométrica ponto.

Na MTD, o ideal é que todos os elementos com primitiva geométrica ponto sejam representados apenas por pontos com nível, cor, estilo e peso. Na EDGV, como o foco principal é a utilização da base cartográfica em sistema de informação geográfica, a simbologia seria necessário se houver algum interesse em impressão de uma alguma área na base cartográfica ou apenas para uma melhor visualização dos dados. Porém, no sistema computacional Geomedia, a utilização de símbolos na representação dos elementos cartográficos procede de forma mais simples do que no Microstation, já que o elemento é trabalhado como ponto e a sua representação pode ser substituída, automaticamente, quando houver necessidade.

Outro exemplo de elemento com primitiva geométrica ponto é o caso da Referência de Nível, mais conhecida como RN. Na MTD, a RN possui a célula com a identificação PRRN, que significa Ponto de Referência Referência de Nível. Porém o código de cada RN é representada por uma camada de texto, como mostra a figura 100.

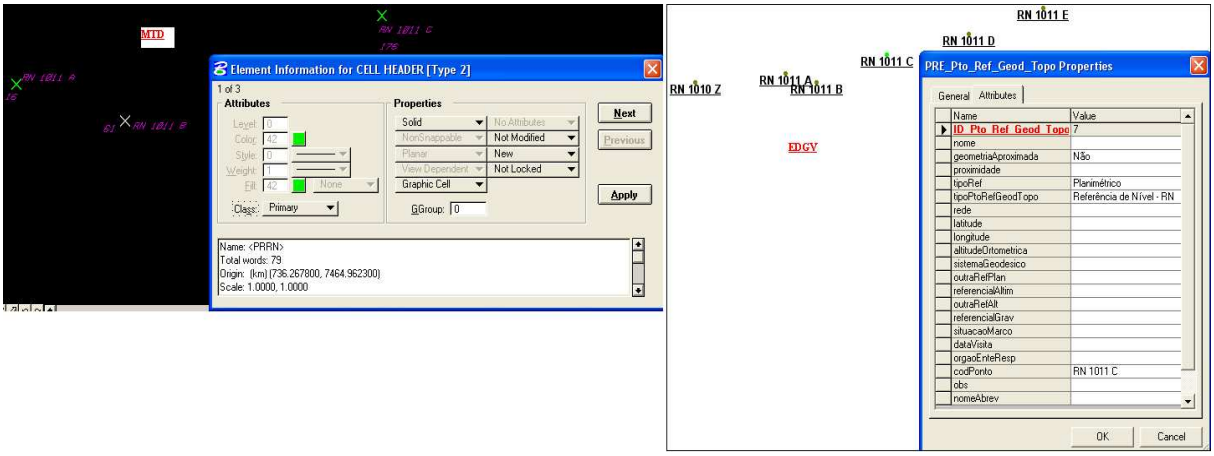


Figura 100 – Representação da Referência de Nível na MTD e na EDGV.

Nota-se que na MTD, a referência de nível é representada por um “X” e o seu código identificador está em forma de texto. Quando este elemento é importado para o Geomedia e convertido para o padrão da EDGV, a representação se torna mais simples, pois o mesmo passa a ser apenas um ponto com suas características representadas por atributos da tabela. No Geomedia, a apresentação do código identificador da RN é feita através da função *insert label*, que tem como funcionalidade inserir os valores de determinado atributo da tabela de acordo com o interesse do usuário. Isso é possível devido ao fato do armazenamento dos dados geoespaciais ser em banco de dados geográficos, permitindo a realização de consultas e análises espaciais.

Caso seja necessário recuperar as informações relativas as coordenadas geográficas das referências de nível ou de qualquer outro elemento cartográfico que possua primitiva geométrica ponto, basta executar uma consulta espacial. Quando se deseja adquirir uma lista de coordenadas de um determinado ponto ou apenas visualizá-los em tela, o resultado deste tipo de consulta se faz necessário. No Geomedia, essa consulta espacial é chamada de *Analyze Geometry*, que tem como funcionalidade recuperar informações de coordenadas, seja geográfica ou em alguma outra projeção, de azimute e de altitude, no caso de ser um elemento cartográfico com primitiva geométrica ponto. Para um elemento cartográfico de primitiva geométrica linha, essa função disponibiliza consultas sobre extensão da linha e azimute. Já para os elementos cartográficos de primitiva geométrica área, é disponibilizada consultas sobre o cálculo de área e de perímetro. A figura 101 mostra essa função no Geomedia para elementos cartográficos com primitiva geométrica ponto.

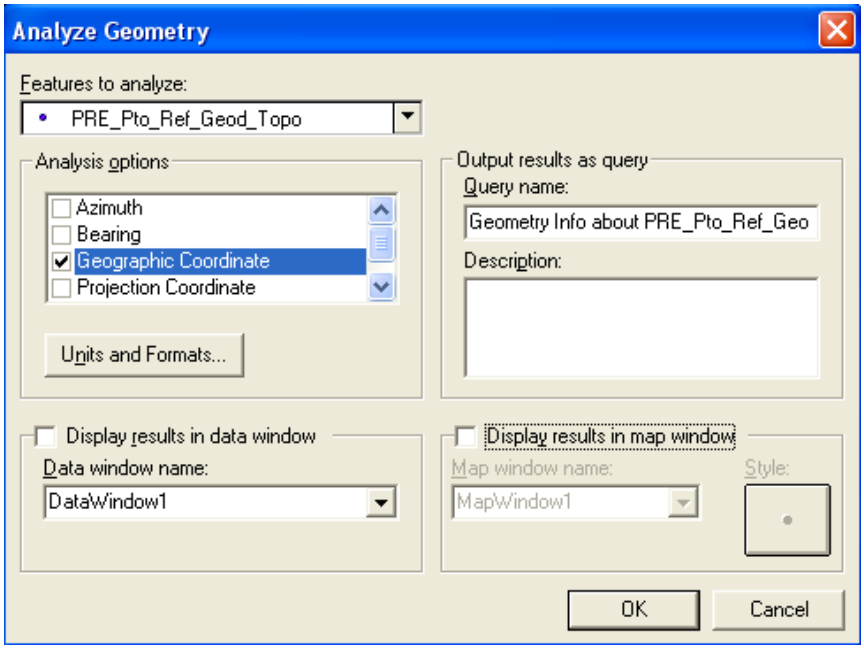


Figura 101 – Função de análise espacial *Analyze Geometry*, do Geomedia.

A figura 102 mostra um exemplo da execução de uma análise espacial. Nela, a função recupera as coordenadas geográficas das referências de nível existentes na folha de carta topográfica que foi convertida para o padrão da EDGV.

	f_G	om	riaApro	mi	tipoRef	tipoPtoRefGeodTopo	ede	itu	gitu	Ortol	Ge	aRef	ncia	aRe	ncia	ao	Vi	Ente	codPonto	obs	eAl	eographicCoor	GeographicCoo
▶	1		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1012 B			-42:35:15,008	-22:45:43,490
	2		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1012 C			-42:34:22,001	-22:46:43,950
	3		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1012 D			-42:33:25,151	-22:47:11,514
	4		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 G			-42:35:22,732	-22:51:20,057
	5		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 E			-42:37:42,055	-22:53:08,989
	6		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 D			-42:39:03,372	-22:53:35,090
	7		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 C			-42:40:31,933	-22:53:55,826
	8		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 B			-42:41:48,478	-22:54:24,304
	9		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1011 A			-42:42:21,276	-22:54:15,308
	10		Não		Planimétrico	Referência de Nível - RN													RN 1010 Z			-42:43:59,574	-22:54:23,753
			Não																				

Figura 102 – Resultado da análise espacial para recuperar coordenadas geográficas de um elemento cartográfico.

Então, de acordo com as análises feitas, os elementos pontuais podem ser representados por símbolos quando houver a necessidade de apresentação dos mesmos, tendo apenas que indicar a biblioteca de símbolos que será utilizada. E a recuperação de informações relativas aos elementos cartográficos se dá por análise espacial.

Alguns elementos pontuais devem ser criados na própria aplicação, através do sistema computacional que estiver sendo utilizado. É o caso das classes Confluência, que tem como

descrição “Junção de dois ou mais cursos d’água ou ainda a convergência para uma massa d’água, exceto baía, oceano ou enseada.” e Ponto_Inicio_drenagem, que tem como descrição “Ponto onde se inicia um trecho de drenagem, podendo ser uma nascente ou não”. As geometrias dessas classes podem ser geradas, automaticamente, a partir da utilização das funções do sistema computacional. No caso do Geomedia, se utiliza a função Generate Base Geometry para gerar todos os pontos que represente o final de linha. A partir deste resultado e utilizando funções de análise espacial é feito o cruzamento com outras informações como, por exemplo, massa d’água e terreno sujeito a inundação, pois os pontos que tocarem as geometrias dessas classes não fazem parte da classe Ponto_Inicio_Drenagem. Ao final desses cruzamentos se obtém o resultado final para a classe Ponto_Inicio_Drenagem, sendo esta gerada, automaticamente, através de funções existentes no sistema computacional. Para exemplificar, a figura 103 apresenta uma parte do resultado final desses cruzamentos.

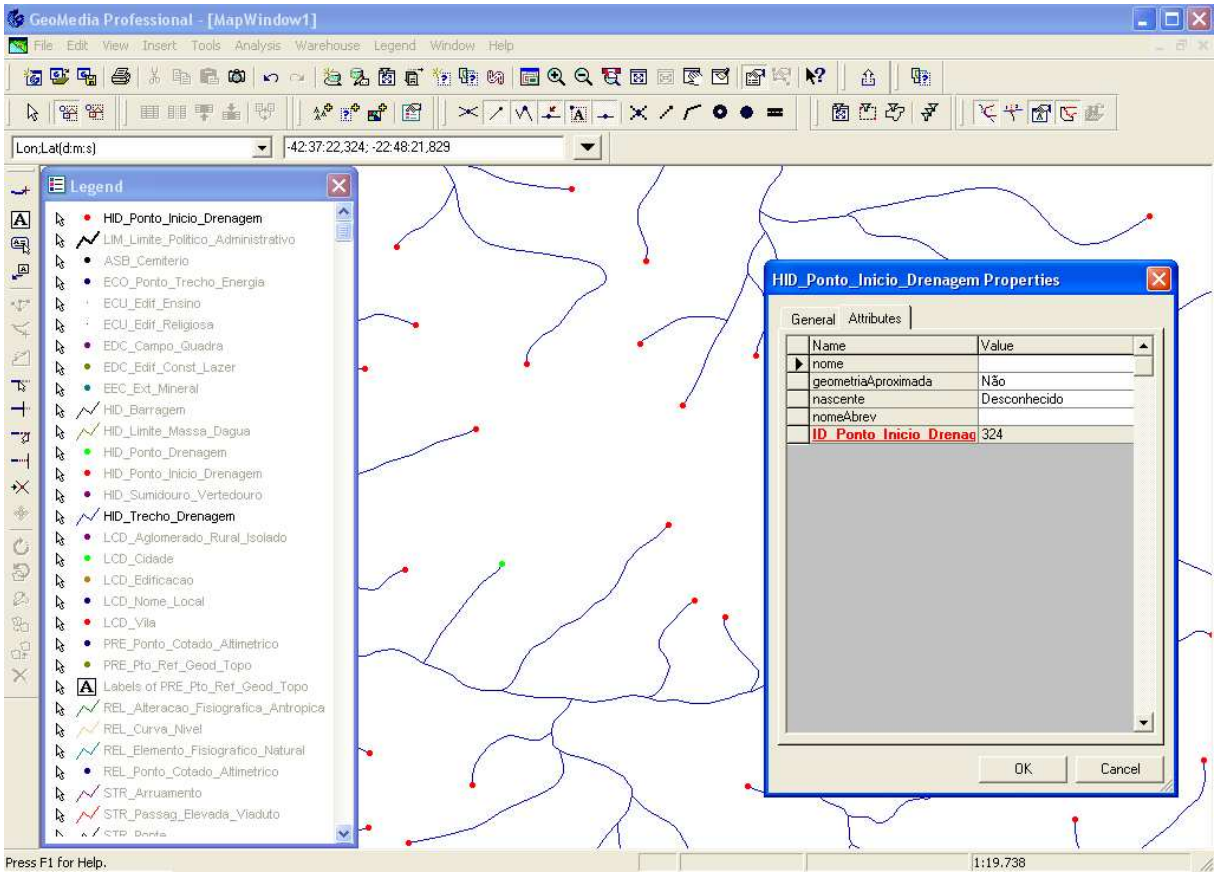


Figura 103 – Geração de dados relativos à classe Ponto_Inicio_Drenagem.

Desta forma, é possível criar outras geometrias pertencentes às classes que ainda não possuem registros e não fazem parte do padrão da MTD.

5.3 Primitiva geométrica área

Na MTD, os elementos cartográficos de primitiva geométrica área são representados por linha fechadas que formam um polígono “vazado”. Dentro deste polígono “vazado” é colocado um ponto, chamado de centróide, com o intuito de associar informações sobre o elemento cartográfico à dados alfanuméricos. Dois exemplos deste caso são os elementos massa d’água e terreno sujeito a inundação. A figura 104 mostra esses exemplos.

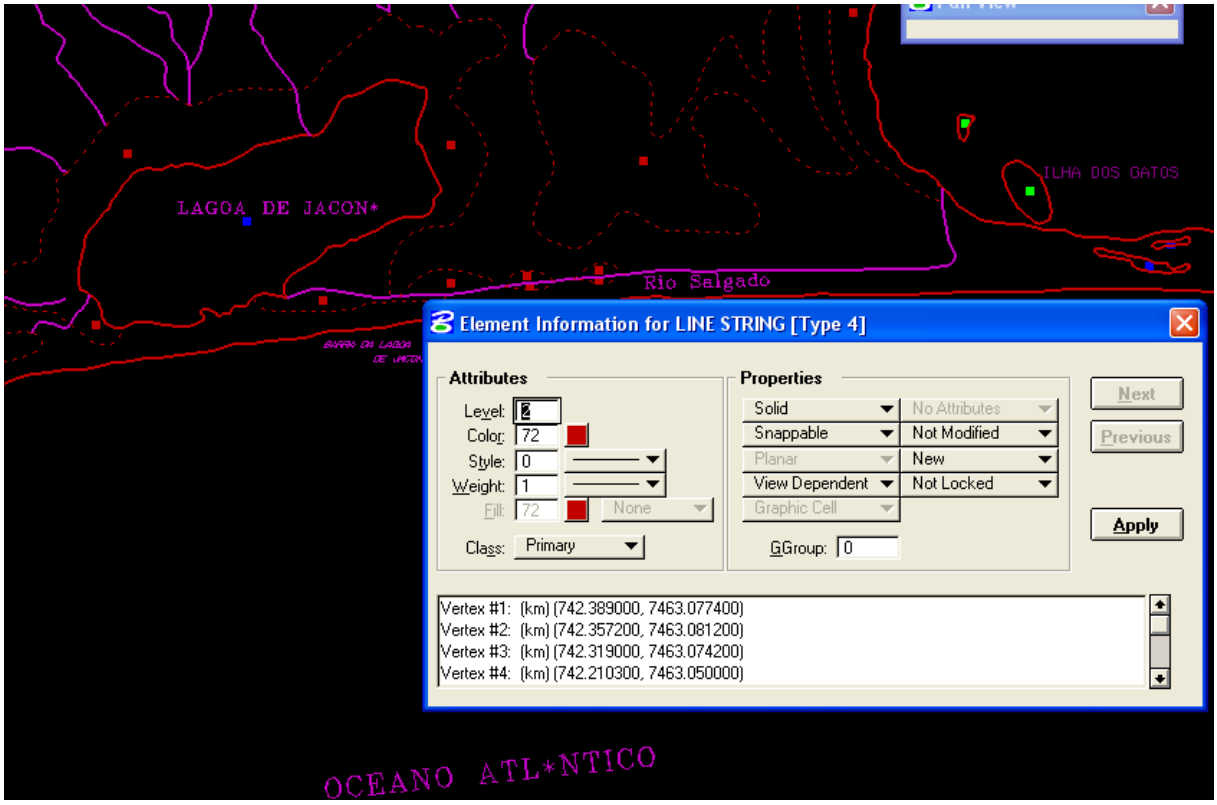


Figura 104 – Elementos cartográficos massa d’água e terreno sujeito à inundação no padrão da MTD.

A representação dos elementos cartográficos que deveriam ser área, são representados por linhas. Desta forma, ao importar estes elementos para o Geomedia, eles irão com a primitiva geométrica linha e, utilizando funções do sistema computacional, serão transformados em área (polígonos). Os atributos relativos a esses elementos são armazenados em banco de dados juntamente com suas geometrias. Logo, os elementos passarão por um processo de validação para a realização da transformação das geometrias com primitiva geométrica linha para área. Toda a toponímia existente no arquivo referente aos elementos cartográficos foi utilizada para preencher os atributos de nomes. A figura 105 mostra os

elementos lineares que foram transformados em área.

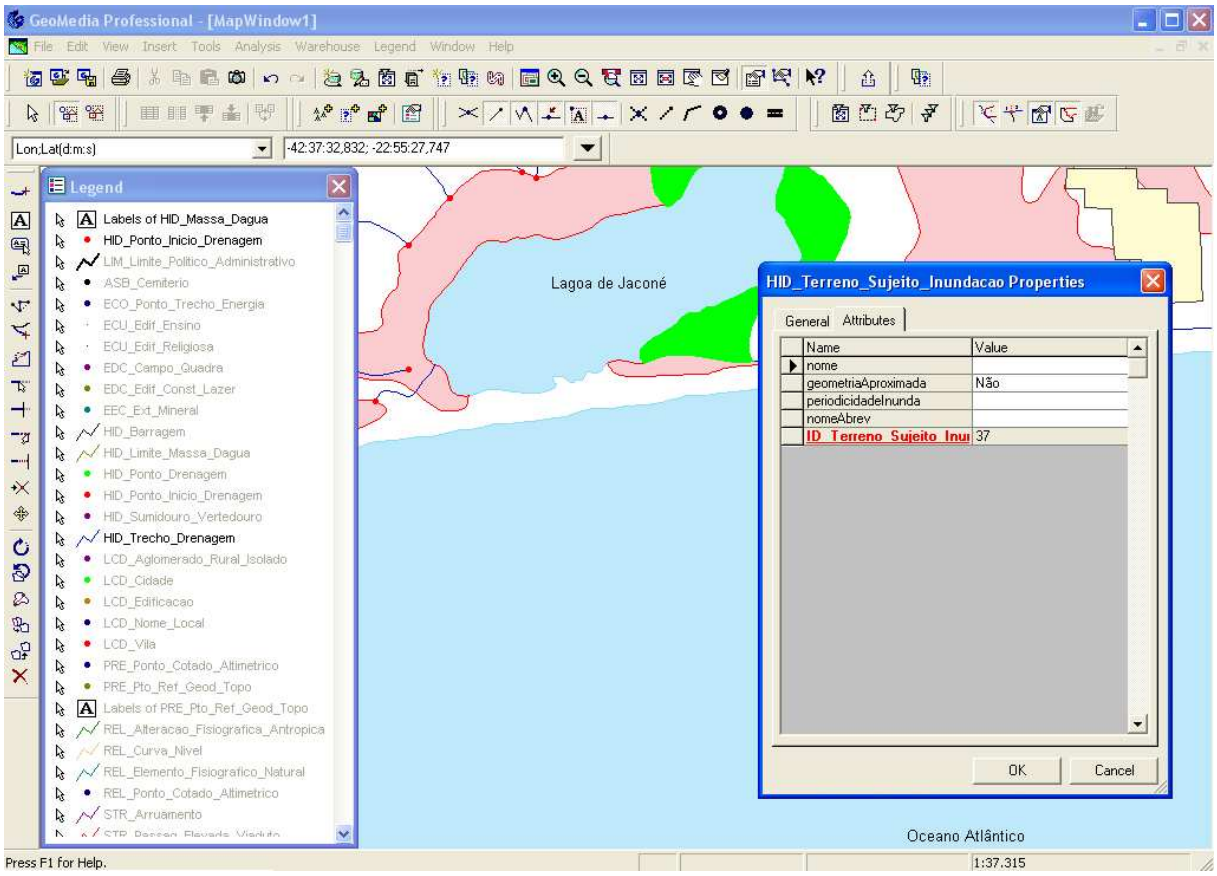


Figura 105 – Elementos cartográficos lineares transformados em área no Geomedia.

Percebe-se que os elementos cartográficos possuem área e os nomes estão aparecendo através da função *Insert Label*, mostrando que os nomes estão inseridos em banco de dados. Na figura anterior, como exemplos, estão os elementos cartográficos terreno sujeito à inundação e massa d'água. No caso da massa d'água, existem atributos que representam as características deste elemento, e um deles é o *tipoMassaDagua*, que possui valores de domínios como, por exemplo, *oceano*, *Lago/Lagoa*, *Represa/Açude*, dentre outros.

A transformação das áreas é feita levando em consideração os chamados "*holes*", ou seja, os furos nos polígonos. Isso quer dizer que quando um polígono possui outro polígono em seu interior, o sistema identifica o polígono menor e não leva em consideração no maior. Por exemplo, um oceano possui uma ilha, logo, o polígono do oceano deve conter um "furo" ou "buraco" do mesmo tamanho da ilha, já que o polígono que irá preencher esse "buraco" é o polígono da ilha. Com isso, num caso de necessidade de cálculo de área, o resultado não será errado, e sim um resultado de acordo com a verdadeira área do elemento de interesse. Podem ocorre algumas exceções deste caso, como em áreas especiais, por exemplo, uma área de

unidade de conservação, que em alguns casos podem coincidir. Neste caso, se deve ignorar os "*holes*" e levar em consideração toda a área do polígono. A figura 106 apresenta um exemplo de polígonos que foi levado em consideração os "furo" ou "buracos", chamados de "*holes*".

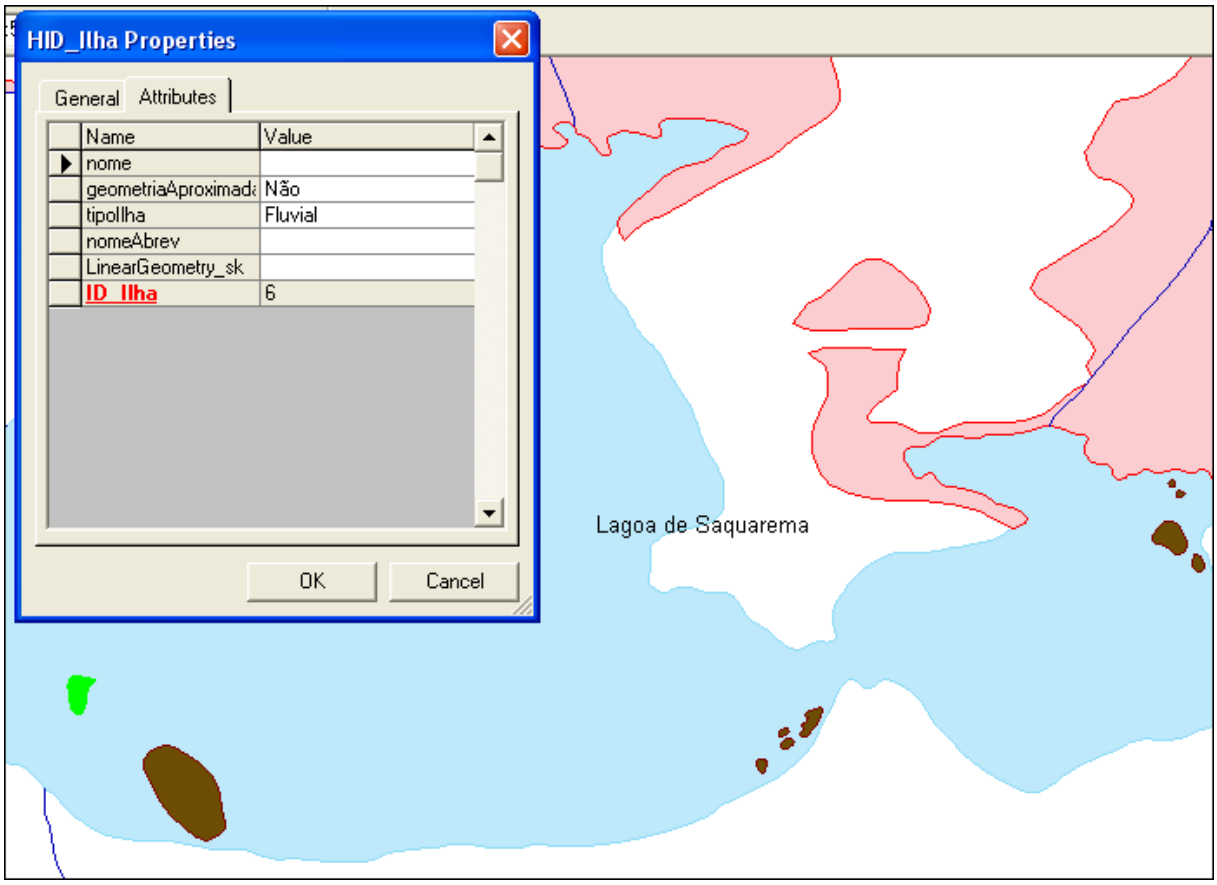


Figura 106 – Transformação em área levando em consideração os "*holes*".

Outro exemplo de elementos cartográficos com primitiva geométrica área são as áreas de edificações. Na EDGV é representada pela classe Area_Edificada e possui a seguinte descrição: "Polígono correspondente à área densamente edificada, cuja proximidade das estruturas não permite a sua representação individualizada e, sim, o contorno da área do conjunto". Na MTD, a representação deste elemento é feita com uma linha que contorna a área densamente edificada. Quando ocorre da área ser cortada pelos limites da folha de carta topográfica digital, ou seja, quando a área edificada está localizada em mais de uma folha de carta topográfica, são utilizados delimitadores que irão fechar esses contornos, resultando em polígonos fechados. Esses delimitadores são importados também para o Geomedia a fim de auxiliar na transformação das geometrias de área. A figura 107 mostra esse exemplo.

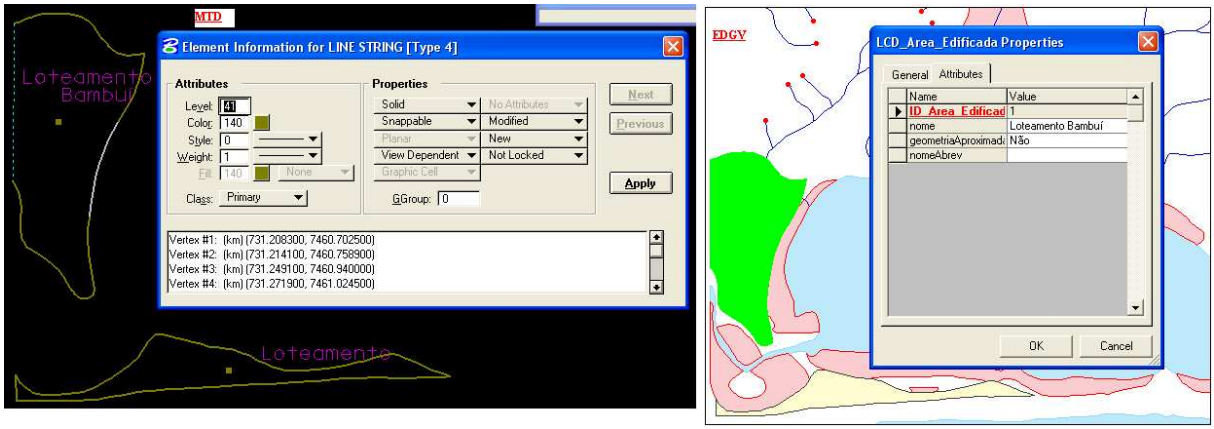


Figura 107 – Exemplo do elemento área edificada no padrão da MTD e da EDGV.

Com isso, os dois próximos itens relatam as análises relativas ao sistema computacional Geomedia e alguns impactos no processo de conversão de bases cartográficas digitais vetoriais.

5.4 Sistema computacional

Neste item, será relatado a avaliação do sistema computacional, ou *software*, em relação ao processo de conversão dos elementos cartográficos da MTD para o padrão nacional da EDGV.

A metodologia proposta poderia ser executada em outros sistemas computacionais existentes no mercado, porém a escolha do Geomedia Professional se deu devido ao fato do IBGE disponibilizá-lo para a elaboração da dissertação. O Geomedia aos poucos está sendo utilizado na linha de produção de cartas e mapas, substituindo o *software* Microstation, da empresa *Bentley*. Mas não existe nenhum impedimento na utilização de qualquer outro *software* voltado para sistema de informação geográfica (SIG).

Constatou-se que o Geomedia possui uma grande capacidade para a execução do processo de conversão de folha de cartas topográficas digitais vetoriais para o padrão da EDGV. As funções existentes neste sistema são variadas, inclusive existem também funções para validação de bases cartográficas. As funções de validação ajudam na integração das bases cartográficas, resultando em bases mais consistentes e com menos erros.

Além de todas as funções existentes, existem duas grandes vantagens na utilização do Geomedia. Uma é a possibilidade de importar várias folha de cartas topográficas ao mesmo tempo, ou seja, na configuração do arquivo *csd* são selecionadas as folha de cartas

topográficas que devem ser importadas para o Geomedia. A figura 108 mostra a seleção de várias folha de cartas para serem importadas para o Geomedia.

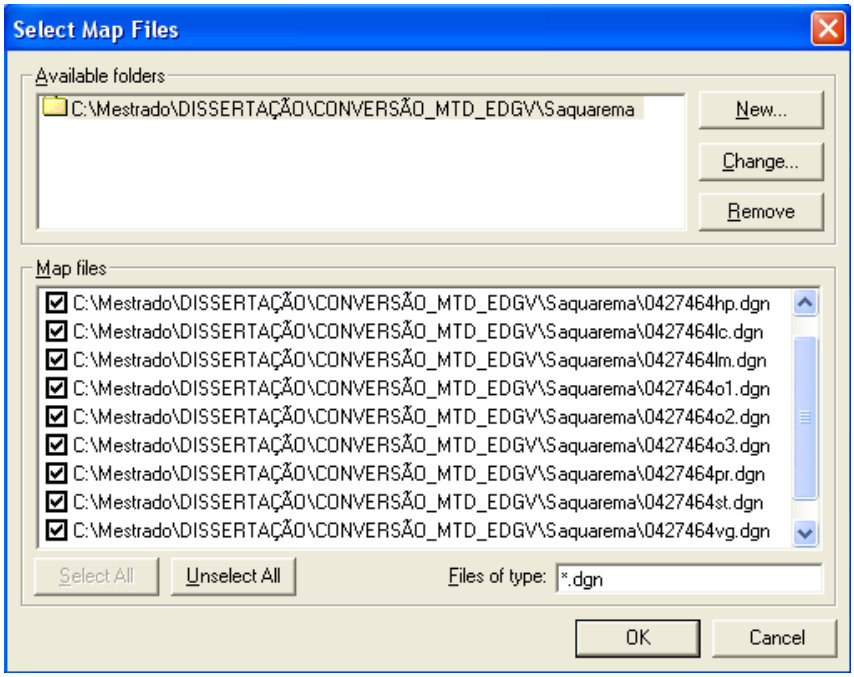


Figura 108 – Seleção de várias folha de cartas topográficas para serem importadas para o Geomedia.

A outra vantagem é a possibilidade de exportar os elementos cartográficos, convertidos para o padrão da EGDV, para o formato *shape*. Como se trata de um formato que é utilizado por vários usuários e instituições, públicas e privadas, é de grande importância que se tenha uma funcionalidade deste tipo no sistema computacional utilizado. A linha de produção utilizando a metodologia proposta nesta dissertação pode ser executada por qualquer outro *software*, desde que contemple as funções selecionadas para realizar o processo de conversão. Não adiantaria elaborar esta metodologia se o resultado dela não fosse positivo para o público usuário da informação geográfica. Para comprovar esse fato, cinco classes já convertidas para o padrão da EDGV, através do Geomedia, utilizando a metodologia proposta neste trabalho, forma exportadas para o formato *shape*. As classes que foram exportadas para o formato *shape* são: ECU_Edif_Religiosa, HID_Trecho_Drenagem, REL_Curva_Nivel, STR_Trecho_Rodoviario e HID_Massa_Dagua. Os elementos no formato *shape* foram visualizados em outro sistema computacional bastante conhecido do público usuário da informação geográfica, chamado ArcGIS, da empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). A figura 109 mostra os elementos no formato *shape* sendo lidos no

software ArcGIS.

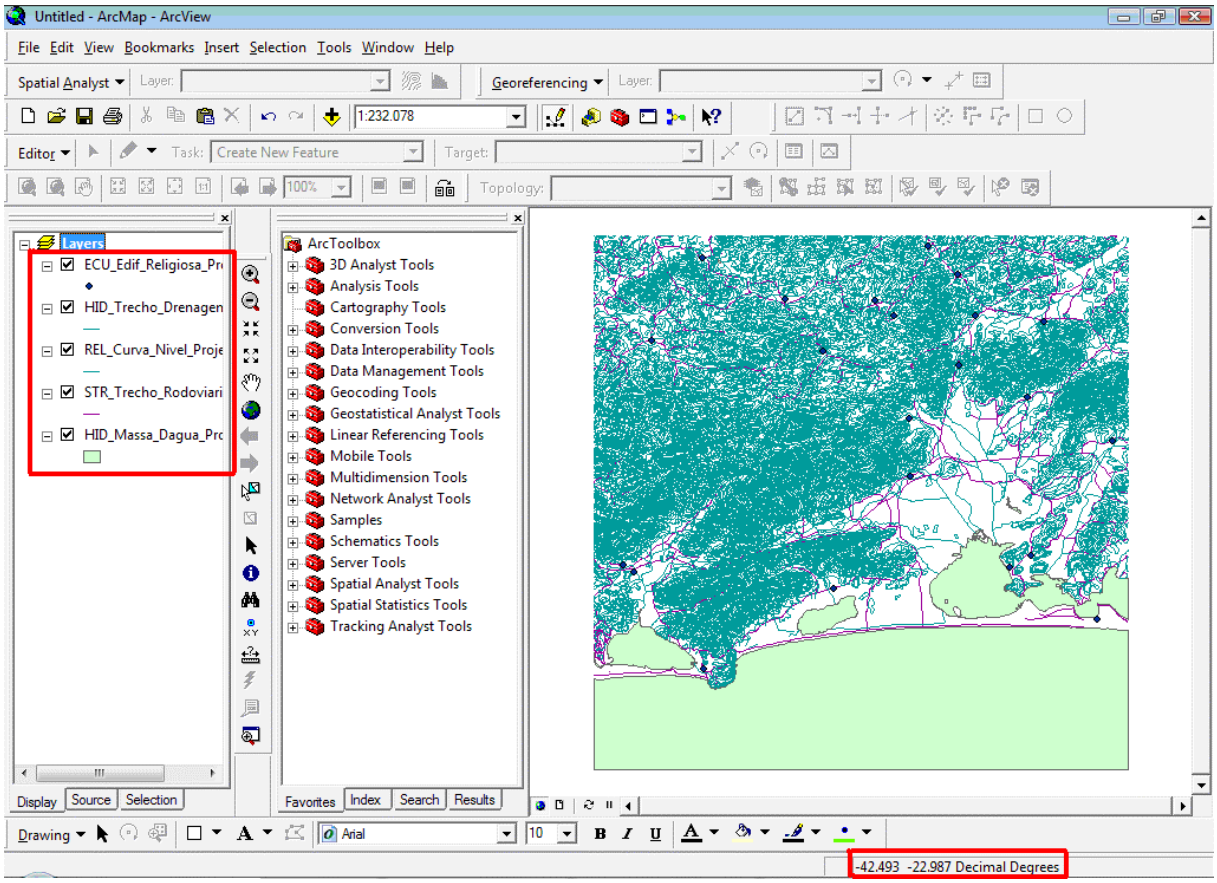


Figura 109 – Leitura dos elementos cartográficos no formato *shape* no ArcGIS.

Na figura anterior, o retângulo vermelho da esquerda destaca os elementos cartográficos que foram exportados para o formato *shape*, sendo visualizados como *layers*, ou camadas, no ARCGIS. Já no retângulo da parte inferior direita da figura, mostra as coordenadas geográficas iguais as do Geomedia, comprovando que a leitura dos elementos cartográficos foi feita corretamente pelo ARCGIS.

Desta forma, está comprovado que é possível utilizar o Geomedia na linha de produção, mais especificamente, no processo de conversão de bases cartográficas para o padrão nacional da EDGV.

5.5 Impactos no processo de conversão

Alguns impactos, sejam positivos ou negativos, podem surgir com novas técnicas, novos produtos e, principalmente com novas metodologias. Algumas instituições possuem

dificuldades em se adequar a novas tecnologias por receio do que pode ocorrer com a tecnologia que era utilizada anteriormente. O ideal é que devemos sempre estar abertos a novas mudanças, principalmente quando ela vem para otimizar o trabalho.

Em relação ao processo de conversão, um dos impactos é a necessidade de validar alguns elementos cartográficos para a geração de uma base cartográfica integrada de acordo com o padrão da EDGV, como a curva de nível, que deve ser feito uma união dos segmentos de linha com mesmo valor, e a massa d'água, que precisa ser transformada em área, pois é representada por linhas fechadas.

O entendimento do padrão da EDGV deve ser adquirido pelo usuário e produtor da informação geoespacial. Por exemplo, o rio, seja permanente ou temporário, é representado pela mesma classe, chamada Trecho_Drenagem. A diferença entre os dois elementos cartográficos será o preenchimento dos atributos pertencentes a tabela que representa a respectiva classe. Outro caso é o de uma rodovia não pavimentada permanente, onde o termo não pavimentada é conhecido na EDGV como leito natural. Por isso, se deve utilizar a Relação de Classes e Objetos – RCO, onde estão localizadas todas as descrições das classes e de seus respectivos atributos.

Um grande e importante impacto causado com a chegada do padrão da EDGV é que uma determinada instituição deve realizar o aperfeiçoamento dos recursos humanos que integram a linha de produção, através de treinamentos técnicos. O produtor e o usuário da informação geoespacial deve ter pleno conhecimento do novo padrão, para que seja alcançado o sucesso no resultado final do processo de conversão. Desta forma se deve elaborar um treinamento para os operadores da instituição com o intuito de um embasamento em relação à EDGV.

Outro impacto acontecerá nos processos de restituição e reambulação, que deverão ser revistos. Existe uma grande necessidade de elaboração de uma nova metodologia que auxilie no processo de restituição dos elementos cartográficos, pois a aquisição dos dados deverá ser feita de forma que o resultado esteja no padrão da EDGV. O mesmo irá ocorrer com o processo de reambulação, que é o processo de coleta de informações em campo sobre os elementos cartográficos contidos no mapeamento.

CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Um dos principais problemas em nosso sistema de mapeamento diz respeito a padronização. São comuns os esforços de retrabalho para adequar uma determinada base cartográfica para realização de um projeto específico. A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), ao lançar um novo padrão nacional para utilização em bases cartográficas digitais vetoriais, deu um grande passo para melhorar a cartografia nacional de nosso país, buscando evitar o desperdício de tempo, pessoal e dinheiro.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como um dos responsáveis pelo mapeamento terrestre do espaço brasileiro juntamente com a Diretoria do Serviço Geográfico (DSG), do Exército Brasileiro, tem como missão retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania. Para tanto o mapeamento constitui ferramenta essencial.

O uso de um padrão nacional de estrutura de dados geoespaciais é fundamental para tornar possível a construção de um sistema de mapeamento padronizado, integrado e atualizado, sendo vital para a otimização de recursos e prazos na produção cartográfica. Desta forma, a elaboração de uma metodologia para o processo de conversão da bases cartográficas, existentes nos diversos padrões, para o padrão nacional recomendado pela CONCAR é um dos caminhos na busca de um sistema de mapeamento padronizado.

Na página da internet do IBGE existe um armazém com dados que podem ser adquiridos pelo público em geral. Lá, existe, uma grande quantidade de folha de cartas topográficas digitais vetoriais que estão ainda no padrão da Mapoteca Topográfica Digital (MTD). Por isso, a metodologia que está sendo proposta nesta dissertação tem como objetivo geral converter as bases cartográficas existentes para o novo padrão homologado e recomendado pela CONCAR e, com isso, disponibilizar para os usuários folha de cartas topográficas digitais vetoriais já no padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais.

O objetivo geral traçado para esta dissertação é desenvolver uma metodologia de trabalho para o processo de conversão de bases cartográficas digitais, utilizando o padrão nacional da estrutura de dados geoespaciais vetoriais. Toda a metodologia elaborada nesta dissertação tem seus procedimentos definidos e descritos no capítulo 3, tendo, com isso, alcançado o objetivo geral .

Na figura 110 é possível visualizar o fluxo de trabalho a ser realizado para converter as bases cartográficas existentes no padrão da MTD para o padrão nacional da EDGV.

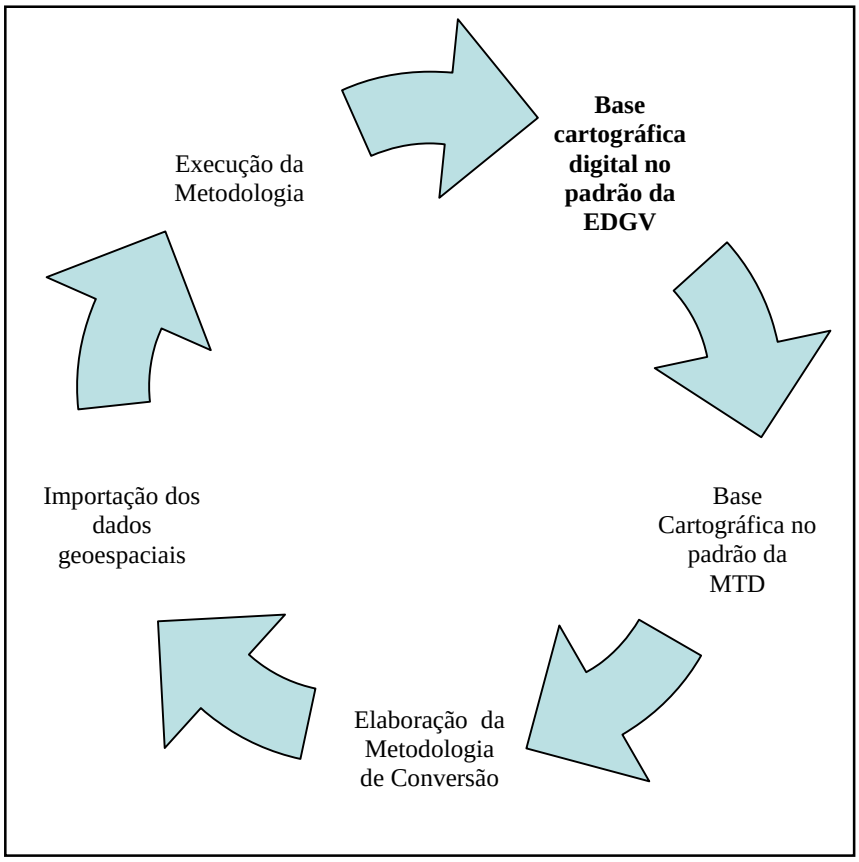


Figura 110 – Diagrama de fluxo de trabalho para o processo de conversão.

Além do objetivo geral, existem objetivos específicos a serem alcançados. O primeiro é a criação de um esquema de banco de dados de acordo com o padrão da EDGV. Esse objetivo foi alcançado com a criação do banco de dados do Geomedia, conhecido como *warehouse*, chamado na metodologia de *EDGV_2.1.mdb*. O segundo objetivo é armazenar os dados contidos nas bases cartográficas em banco de dados, segundo o padrão da EDGV, sendo também alcançado com a execução da aplicação, que resultou no armazenamento da folha de carta topográfica digital vetorial do município de Saquarema, na escala de 1:50.000. Os terceiro e quarto objetivos específicos eram, respectivamente, avaliar o *software* disponibilizado pelo IBGE e os impactos causados no processo de conversão de bases cartográficas. Esses objetivos foram alcançados de acordo com os itens 5.4 e 5.5 desta dissertação, respectivamente.

O terceiro objetivo era a avaliação do sistema computacional existente e disponibilizado na instituição, no caso o IBGE. Outros sistemas computacionais poderiam ser utilizado nesta pesquisa. Para se utilizar a metodologia proposta em outro sistema computacional, é necessário a adaptação da mesma a partir da seleção de funções semelhantes

às definidas no sistema utilizado.

A metodologia elaborada nesta dissertação pode ser adaptada para ser utilizada por qualquer sistema computacional que utilize banco de dados relacional, devendo apenas identificar as funções semelhantes às selecionadas nesta metodologia.

De acordo com os resultados obtidos, a metodologia proposta nesta dissertação auxiliará e facilitará o processo de conversão de bases cartográficas digitais vetoriais para o padrão da estrutura de dados geoespaciais vetoriais aprovado, homologado e recomendado pela Comissão Nacional de Cartografia. Como a primeira hipótese definda para elaboração desta dissertação é que a metodologia de trabalho proposta nesta dissertação facilitará o processo de conversão das bases cartográficas digitais vetoriais, então a primeira hipótese está comprovada com sucesso.

Em relação ao sistema computacional utilizado na aplicação, se destaca a possibilidade de conversão de várias folha de cartas topográficas digitais ao mesmo tempo para o padrão da EDGV. Esta funcionalidade do *software* é fundamental para a disponibilização de folha de cartas topográficas digitais vetoriais no padrão da EDGV. Outro destaque do sistema é a funcionalidade de exportação dos dados geoespaciais para o formato *shape*. O formato *shape* pode ser acessado por vários sistemas computacionais, seja ele proprietário ou livre, facilitando o intercâmbio de dados geoespaciais.

Na aplicação, a duração do processo de conversão de uma folha de carta topográfica digital vetorial para o padrão da EDGV, neste caso a folha de carta de Saquarema, foi de 3 dias, seguindo a metodologia de trabalho elaborada como proposta desta dissertação. Com esse registro do tempo de conversão das folha de cartas pode-se elaborar um planejamento de uma quantidade de folha de cartas a serem disponibilizadas em intervalos de tempo previamente estabelecido.

A aplicação executada nesta dissertação resultou em uma base cartográfica digital vetorial segundo o padrão da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais. Caso, fosse utilizada outra folha de carta em um padrão diferente da versão 4 da MTD, seja outra versão da MTD ou outro padrão qualquer existente, seguindo a metodologia proposta, também iria resultar em uma base cartográfica no padrão da EDGV. E ao final, após o processo de conversão seguindo está metodologia de trabalho, os dados geoespaciais contidos nas folha de cartas topográficas digitais vetoriais estariam no mesmo padrão, solucionando o problema da falta padronização entres as bases cartográficas existentes. A utilização do padrão da EDGV por parte dos usuários e produtores da informação geográfica, com base nos resultados obtidos na aplicação executada nesta dissertação, teoricamente, solucionaria esse problema. Porém, dificilmente

poderíamos afirmar que esse problema estaria eliminado, já que a área de mapeamento é muito complexa e diversificada. Mas se pode afirmar que o problema estaria minimizado com a utilização deste padrão nacional, ou seja, o padrão nacional recomendado pela CONCAR é considerado uma solução para o problema da falta de padrão entre bases cartográficas existentes. Como a segunda hipótese definida nesta dissertação é que o uso do padrão da EDGV solucionará o problema da falta de padronização entre as bases cartográficas existentes, então a segunda hipótese também está comprovada com sucesso.

Para a utilização da metodologia proposta nesta dissertação com as outras versões da MTD é necessário elaborar as planilhas com o comparativo entre essas outras versões e a EDGV. Essa é a única adaptação a ser feita para a execução da metodologia de conversão de bases cartográficas digitais vetoriais. O mesmo ocorre para outros padrões existentes.

Um fato importante é a associação de tabelas auxiliares que representam a lista de domínios dos atributos referentes aos elementos cartográficos, possibilitando a seleção do valor do domínio que classifica e representa o respectivo elemento cartográfico. Esse item impede o erro de digitação do domínio de um determinado atributo, resultando em um banco de dados mais consistente.

Com base nos resultados obtidos e analisados nesta dissertação, se recomenda a utilização do padrão nacional da EDGV para mapeamentos novos e na conversão de mapeamentos existentes.

De acordo com a ata da 14° Reunião do Comitê especializado de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital, disponibilizada no site www.concar.ibge.gov.br, foi prevista a criação de grupos de trabalho para incluir a área temática na EDGV. Como sugestão, inicialmente serão criados os grupos de trabalho para estudos nas áreas de vegetação temática, solos, defesa nacional e segurança pública e geomorfologia. Desta forma, pode-se dizer que futuramente a parte temática de mapeamento estará sendo contemplada na EDGV, já que a versão atual abrange apenas o mapeamento básico sistemático.

Esta dissertação deixa como outras recomendações o desenvolvimento de metodologias de trabalho para os processos de restituição, de reambulação e de validação de bases cartográficas. Cada um desses itens possui conteúdo para a elaboração de uma metodologia de trabalho a fim de executá-los de acordo com o padrão da EDGV.

A escolha de uma folha de carta topográfica antiga não foi aleatória e sim com o intuito de deixar como recomendação outro item considerado muito importante na área de cartografia, a atualização de bases cartográficas. O ideal seria a disponibilização constante de mapeamento atualizado, mas não é o que vem acontecendo. Então, a partir desta dissertação,

seria de grande valia a elaboração de uma metodologia para atualizar as folha de cartas topográficas consideradas antigas ou ultrapassadas.

O quadro 4 mostra o resultado dos objetivos e hipóteses descritos nesta dissertação.

ITEM	DESCRIÇÃO	RESULTADO
Objetivo Geral	Desenvolver uma metodologia de trabalho para o processo de conversão de bases cartográficas digitais, utilizando o padrão nacional da EDGV.	Esse objetivo foi alcançado com procedimentos definidos e descritos no capítulo 3, sobre a metodologia proposta nesta dissertação.
Objetivo Específico 1	Criar um esquema de banco de dados de acordo com o padrão da EDGV.	Esse objetivo foi alcançado com a criação do banco de dados do Geomedia, conhecido como *warehouse*, chamado na metodologia de EDGV_2.1.mdb.
Objetivo Específico 2	Armazenar os dados contidos nas bases cartográficas digitais em banco de dados relacional.	Esse objetivo foi alcançado com a execução da aplicação, que resultou no armazenamento da folha de carta topográfica digital vetorial do município de Saquarema, na escala de 1:50.000.
Objetivo Específico 3	Avaliar o *software*, disponibilizado pelo IBGE, no processo de conversão dos dados geoespaciais.	Esse objetivo foi alcançado com a avaliação do sistema computacional Geomedia como ferramenta de conversão, descrita no item 5.4 desta dissertação.
Objetivo Específico 4	Avaliar os impactos causados no processo de conversão das bases cartográficas digitais.	Esse objetivo foi alcançado com a avaliação dos impactos ocorridos no processo de conversão, descritos no item 5.5 desta dissertação.
Hipótese 1	A metodologia de trabalho proposta nesta dissertação facilitará o processo de conversão das bases cartográficas digitais vetoriais.	A primeira hipótese foi comprovada a partir das descrições dos procedimentos existentes na metodologia proposta, realizada no capítulo 3 desta dissertação.
Hipótese 2	O uso do padrão da EDGV solucionará o problema da falta de padronização entre as bases cartográficas existentes.	A segunda hipótese foi comprovada a partir dos resultados obtidos na execução da aplicação, descritos no capítulo 4 desta dissertação.

Quadro 4 – Resultados dos objetivos e hipóteses definidos na dissertação.

Como a EDGV está aberta ao público, usuário e produtor, para sugestões relativas à sua estrutura, fica como recomendação a utilização deste padrão nacional em estudos acadêmicos a serem realizados através de projetos a nível de graduação, mestrado e doutorado.

Outra recomendação importante é a construção de um SIGWEB para disponibilizar os dados geoespaciais vetoriais no padrão da EDGV. Foi feita uma proposta para a construção deste SIGWEB através de um artigo publicado nos anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, realizado em Natal, RN, no período de 25 a 30 de abril de 2009. Este artigo foi resultado dos trabalhos realizados na disciplina *Tópicos avançados em SIGWEB* disponibilizada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação da UERJ. O trabalho foi apresentado em formato de painel e teve como título *"SigWeb para disponibilização de uma mapoteca de dados geoespaciais vetoriais"*. Além desta proposta publicada, a presente dissertação foi publicada no VI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, realizado em Curitiba, PR, no período de 03 a 06 de novembro de 2009, também em formato de painel.

E, finalmente, a última recomendação identificada é o desenvolvimento de um sistema computacional que execute esta metodologia de trabalho e possa ser disponibilizado gratuitamente para o usuário da informação geográfica, com foco no sistema de informação geográfica.

REFERÊNCIAS

AMBLER, S. W. Mapping Objects to Relational Databases: O/R Mapping In Detail. Canadá: Ambysoft. Atualizada em: 2009. Acesso em: abril de 2009. Disponível em: http://www.agiledata.org/essays/mappingObjects.html#BasicConcepts.

Borges, Karla Albuquerque de Vasconcelos. *Modelagem de Dados Geográficos: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas*. 1997. 128 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Fundação João Pinheiro, Belo horizonte, MG, 1997.

BORGES, A.V.; DAVIS JUNIOR, C. A.; LAENDER, A. H. F.; OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications.GeoInformatica, v. 5, n.3, p. 221-260, set. 2001.

BORBA, Rogério Luís Ribeiro. *Restituição fotogramétrica segundo o padrão de estruturação de dados geoespaciais vetoriais no Ambiente E-FOTO*. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

BRASIL. Decreto nº 6.666 de 27 de novembro de 2008. Institui a Infra Estrutura Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 nov. 2008. Seção 1, p.57.

CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES, G., MEDEIROS, C. A*natomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 197p

CASANOVA, M. et. al. Banco de Dados Geográficos. 1. ed. São José do Campos: Ed. INPE. 2005. 490 f.

COCKROFT, S. A taxonomy of spatial data integrity constraints. GeoInformatica, v. 1, n.4, p. 327-343, 1997.

CONCAR (Brasil) - Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais. Brasília, 2007.

CONCAR (Brasil) - RESOLUCAO_CONCAR_001-2007**.** Brasília, 2007.

DELOU, Alberto Luiz de Azevedo. *Estruturação de Bases Cartográficas Para SIG: Um estudo comparativo dos modelos do IBGE e da DSG***.** 2006. 291 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. Fundamentals of Database Systems. 4. ed. USA: Pearson Addison-Wesley. 2004. 1030 f.

GUERRA, Higor de Oliveira. *Análise para o desenvolvimento de um sistema de gerência de banco de dados geográficos de infraestrutura de transportes*. 2007. 179 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GEOMEDIA [homepage na internet]. Rio de Janeiro: Sisgraph. Atualizada em: novembro de 2009; Acesso em: abril de 2009. Disponível em: http://www.sisgraph.com.br/geomediasuite/pro/default.asp

IBGE [homepage na internet]. Rio de Janeiro: IBGE. Atualizada em: dezembro de 2009; Acesso em: junho de 2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home.

INTERGRAPH [homepage na internet]. USA: Intergraph Corporation. Atualizada em: novembro de 2009; Acesso em: fevereiro de 2009. Disponível em: http://www.intergraph.com.

KLEIN, Lawrence Zordam. *A tecnologia relacional-objeto em um ambiente de data warehouse*. 1999. 172 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) – Instituto Militar de Engenharia do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, 1999.

KÖSTERS, G., PAGEL, B., SIX, H. GIS-application development with GeoOOA. *International Journal of Geographical Information Science*, London, v.11, n.4, p.307-335, 1997.

LISBOA FILHO, J.. *Modelos conceituais de dados para sistemas de informações geográficas.* Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997. EQ-12.

LISBOA FILHO, J.; RODRIGUES JÚNIOR, M. F., DALTIO, J. ArgoCASEGEO – Uma Ferramenta CASE de Código-Aberto para o Modelo UML-GeoFrame. IDEAS 2004 – VII Workshop Iberoamericano de Ingeniería de requisitos y desarrollo de ambientes de *software*, Arequipa-Perú, 3-7 de mayo de 2004.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Geographic Information Systems and Science. Inglaterra: Ed. John Wiley e Sons Ltd. 2005. 497 f.

LUNARDI, O. A.; AUGUSTO M. J. C. Infra-Estrutura dos Dados Espaciais Brasileira – Mapoteca Nacional Digital**.** COBRAC Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 15 a 19 deOutubro 2006.

MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL: Documento Geral – Versão 3.0. IBGE, Diretoria de Geociências, Departamento de Cartografia. Rio de Janeiro, 1996.

SALDANHA, Marcus Fabiano Silva. *Validação de dados geográficos espaciais em ambiente orientado a objeto.* 2005. 201 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

SISGRAPH [homepage na internet]. Rio de Janeiro: Sisgraph. Atualizada em: novembro de 2009; Acesso em: março de 2009. Disponível em: http://www.sisgraph.com.br/default.asp.

THOMÉ, Rogério. *Interoperabilidade em geoprocessamento: Conversão entre modelos conceituais de sistemas de Informação geográfica e comparação com o padrão OPEN GIS*. 1998. 200f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1998.

ANEXO A

IBGE

DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

FOLHA DE CARTA 27464

TABELAS DA VETORIZAÇÃO
(MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO SISTEMÁTICO)

VERSÃO 4 DA MTD
(AGOSTO/99)

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA HIDROGRAFIA (HD)

Nº	ELEMENTOS HIDROGRÁFICOS	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Baixio	44	114	0	1	área
2)	Baixio (Texto)	44	0	0	0	texto
3)	Baliza	55	0	0	1	ponto
4)	Bóia	43	113	0	1	ponto
5)	Cabo Submarino	4	0	0	1	linha
6)	Canal/Vala Com Representação	1	71	0	1	área
7)	Canal/Vala Com Representação (Texto)	1	0	0	0	texto
8)	Canal/Vala Sem Representação	1	71	0	0	linha
9)	Catarata/Cachoeira MD (Com Representação)	13	83	0	1	linha
10)	Catarata/Cachoeira MS (Sem Repres.)	14	84	0	1	ponto
11)	Contorno HD Intermitente/Contorno Ilha	3	73	3	1	área
12)	Contorno HD Intermitente (Texto)	3	0	0	0	texto
13)	Contorno HD Permanente/Contorno Ilha	2	72	0	1	área
14)	Contorno HD Permanente (Texto)	2	0	0	0	texto
15)	Corredeira/Rápido MD (Com Repres.)	15	85	0	1	linha
16)	Corredeira/Rápido MS (Sem Repres.)	16	86	0	1	ponto
17)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - HD)	63	63	0	0	ponto
18)	Delimitador - HD	62	23	5	0	área
19)	Direção da Corrente	10	80	0	1	ponto
20)	Estirâncio	40	0	5	0	linha
21)	Estuário	41	0	5	0	linha
22)	Grupo de Rochas Perig. Naveg. Com Repres.	37	107	1	1	área
23)	Grupo de Rochas Perig. Naveg. Com Rep. (Texto)	37	0	0	0	texto
24)	Ilha (Texto)	54	117	0	0	texto
25)	Limite de Área de Cabo Submarino	46	0	5	0	linha
26)	Nascente	22	92	0	1	ponto
27)	Natureza do Fundo (Texto)	5	0	0	0	texto
28)	Naufrágio Descoberto	39	109	0	1	ponto
29)	Naufrágio Submerso	39	109	0	0	ponto
30)	Perigo Caráter Geral	40	110	1	1	ponto
31)	Piscicultura/Viveiro Com Representação	20	90	0	1	área
32)	Piscicultura/Viveiro Com Representação (Texto)	20	0	0	0	texto
33)	Piscicultura/Viveiro Sem Representação	20	0	0	0	ponto
34)	Poço de Água	23	93	0	1	ponto
35)	Recife Descoberto	28	98	0	1	área
36)	Recife Descoberto (Texto)	28	0	0	0	texto
37)	Recife Submerso	29	99	1	1	área
38)	Recife Submerso (Texto)	29	0	0	0	texto
39)	Recife Submerso Rocha Saliente	30	100	1	1	área
40)	Recife Submerso Rocha Saliente (Texto)	30	0	0	0	texto
41)	Rio de Aluvião Seco Margem Simples	24	94	2	1	linha
42)	Rio Aluvião Seco Área Úmida MD Com Repres.	26	96	2	1	área
43)	Rio Aluvião Seco Área Úmida MD Com R. (Texto)	26	0	0	0	texto
44)	Rio de Aluvião Seco MD Com Representação	25	95	2	1	área
45)	Rio de Aluvião Seco MD Com Repres. (Texto)	25	0	0	0	texto
46)	Rio Intermitente	9	79	3	1	linha
47)	Rio Permanente	7	77	0	1	linha
48)	Rocha Descoberta Com Representação	37	107	1	1	área
49)	Rocha Descoberta Com Representação (Texto)	37	0	0	0	texto
50)	Rocha Descoberta Sem Representação	35	105	0	1	ponto
51)	Rocha Submersa Com Representação	37	107	1	1	área
52)	Rocha Submersa Com Representação (Texto)	37	0	0	0	texto
53)	Rocha Submersa Sem Representação	32	102	0	1	ponto
54)	Sondagem	47	117	0	1	ponto
55)	Sumidouro em Terra	11	81	0	1	ponto
56)	Sumidouro em Areia	12	82	0	1	ponto
57)	Talude	42	0	0	0	linha
58)	Terreno Sujeito à Inundação	21	91	5	0	área

59)	Terreno Sujeito à Inundação (Texto)	21	0	0	0	texto
60)	Toponímia-HD	61	61	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - HIDROGRAFIA (HD)

N^0	Elementos Hidrográficos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Área inundável, alagado.	*Mangue Novo*	2
2)	Área inundável, alagado.	*Mangue Novo*	2
3)	Cabo, ponta, barra, costa.	Cabo Orange	31
4)	Canal, vala, valão.	*Canal*	2
5)	Ilhas que não permitam posicionamento em seu interior.	Ilha Grande	44
6)	Ilhas que permitam mais de um posicionamento em seu interior.	ILHA GRANDE	44
7)	Ilhas que permitam posicionamento em seu interior.	ILHA GRANDE	44
8)	Lago, lagoa, baía, enseada, represa, açude, reservatório com área maior que ¼ da folha.	*LAGO*	2
9)	Lago, lagoa, baía, enseada, represa, açude, reservatório que não permitam o posicionamento em seu interior.	*Represa*	2
10)	Lago, lagoa, baía, enseada, represa, açude, reservatório que permitam o posicionamento em seu interior.	*REPRESA*	2
11)	Natureza do fundo.	Lodo	31
12)	Oceano com área maior que metade da folha.	*OCEANO*	2
13)	Oceano com área menor que metade da folha.	*OCEANO*	2
14)	Piscicultura, viveiro.	Viveiro	31
15)	Recife de coral, arenito ou rocha, banco de areia, baixio.	Pontinha	31
16)	Restingas secundárias que permitam mais de um posicionamento.	Praia	32
17)	Restingas secundárias que permitam somente um posicionamento.	Praia	32
18)	Rios de margem dupla com largura maior que ¼ da folha.	*RIO*	2
19)	Rios de margem dupla de largura maior que uma vez e meia o tamanho da letra e menor que ¼ da folha.	*RIO*	2
20)	Rios de margem dupla que não possam ter posicionamento em seu interior.	*RIO*	2
21)	Rios de margem dupla que tenham sua largura igual a 2 vezes o tamanho da letra.	*.RIO*	2
22)	Rios de margem simples.	*Rio*	2
23)	Rios definidores de cabeceiras.	*Rio*	2
24)	Rocha, pedra a flor d'água, lage.	Pedra	31
25)	Salto, cascata ou catarata, rápido, corredeira, conforme a importância.	*CATARATA*	2
26)	Salto, cascata ou catarata, rápido, corredeira, conforme a importância.	*Rápido*	2
27)	Terreno sujeito à inundação.	*TSI*	2
	Toponímia-HD		2

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA HIPSOGRAFIA (HP)

N^0	ELEMENTOS HIPSOGRÁFICOS	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Área Rochosa	16	16	5	0	área
2)	Área Rochosa (Texto)	16	0	0	0	texto
3)	Areia/Duna	11	11	5	0	área
4)	Areia/Duna (Texto)	11	0	0	0	texto
5)	Aterro	9	9	6	1	linha
6)	Banco	14	14	5	0	área
7)	Banco (Texto)	14	0	0	0	texto
8)	Corte	10	10	7	1	linha
9)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - HP)	63	63	0	0	ponto
10)	Curva Auxiliar	3	3	2	0	linha
11)	Curva Auxiliar Aproximada	6	6	4	0	linha
12)	Curva Batimétrica Aproximada	25	25	3	0	linha
13)	Curva Batimétrica Intermediária	24	24	0	0	linha
14)	Curva Batimétrica Mestra	23	23	0	1	linha
15)	Curva Intermediária	2	2	0	0	linha
16)	Curva Intermediária Aproximada	5	5	3	0	linha
17)	Curva Mestra	1	1	0	1	linha

18)	Curva Mestra Aproximada	4	4	3	1	linha
19)	Delimitador - HP	62	23	5	0	área
20)	Depressão	7	7	6	0	linha
21)	Escarpa	8	8	7	0	linha
22)	Escarpa Maior	12	12	0	0	área
23)	Escarpa Maior (Texto)	12	0	0	0	texto
24)	Falha Geológica	29	29	0	0	linha
25)	Fenda	30	30	0	0	área
26)	Fenda (Texto)	30	0	0	0	texto
27)	Gruta/Caverna	19	19	1	1	ponto
28)	Lago de Asfalto	20	20	3	0	área
29)	Lama	28	28	0	0	área
30)	Lama (Texto)	28	0	0	0	texto
31)	Morro (Texto)	27	27	0	0	texto
32)	Penedo/Rocha Com Representação	13	13	0	0	área
33)	Penedo/Rocha Com Representação (Texto)	13	0	0	0	texto
34)	Penedo/Rocha em Curva	16	16	5	0	área
35)	Penedo/Rocha em Curva (Texto)	16	0	0	0	texto
36)	Penedo/Rocha Sem Representação	17	17	0	1	ponto
37)	Ponto Cotado Comprovado (Texto)	21	21	0	1	texto
38)	Ponto Cotado Não Comprovado (Texto)	21	0	0	0	texto
39)	Praia	15	15	5	0	área
40)	Praia (Texto)	15	0	0	0	texto
41)	Resíduo de Mina/Resíduo Exploração	18	18	5	0	área
42)	Resíduo de Mina/Resíduo Exploração (Texto)	18	0	0	0	texto
43)	Serra (Linha de Guia)	26	26	0	1	linha
44)	Serra (Texto)	26	0	0	0	texto
45)	Toponímia-HP	61	61	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - HIPSOGRAFIA (HP)

N^0	Elementos Hipsográficos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Afloramento rochoso, escarpa, fenda.	Rocha	31
2)	Banco de areia, lama.	Banco de areia	31
3)	Cerro, morro, monte, pico de expressão nacional.	Morro	42
4)	Cerro, morro, monte, pico.	Morro	44
5)	Cotas das curvas de nível (altimétricas e batimétricas).	*500*	2
6)	Gruta.	Gruta	31
7)	Pedra, penedo.	Penedo	31
8)	Pontos de altitude comprovada.	*256*	2
9)	Pontos de altitude não comprovada.	*256*	2
10)	Praias e dunas que permitam mais de um posicionamento.	Praia	32
11)	Praias e dunas que permitam somente um posicionamento.	Praia	32
12)	Resíduo de mineração.	Ferro	31
13)	Serras de expressão nacional.	S E R R A	42
14)	Serras médias e grandes.	SERRA	42ou44
15)	Serras pequenas.	SERRA	42ou44
	Toponímia-HP		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)

N^0	ELEMENTOS DO SISTEMA DE TRANSPORTE	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Aeroporto (Pista)	58	0	1	1	linha
2)	Aeroporto Com Representação	1	0	5	0	área
3)	Aeroporto Com Representação (Texto)	1	0	0	0	texto
4)	Aeroporto Sem Representação	1	0	0	0	ponto
5)	Apoio Rodoviário Com Representação	45	0	0	1	área
6)	Apoio Rodoviário Com Representação (Texto)	45	0	0	0	texto
7)	Apoio Rodoviário Sem Representação	45	45	0	0	ponto

8)	Arruamento/Outras Estradas	8	167	0	0	linha
9)	Arruamento/Outras Estradas (Alinham. Aprox.)	8	167	3	0	linha
10)	Balsa Com Representação	33	192	3	0	linha
11)	Balsa Sem Representação (Texto)	39	195	0	0	texto
12)	Cabo Aéreo/Caminho Aéreo/Funicular	26	185	3	0	linha
13)	Cais/Doca Com Representação	44	0	0	0	área
14)	Cais/Doca Com Representação (Texto)	44	0	0	0	texto
15)	Cais/Doca Sem Representação	43	0	0	0	linha
16)	Caminho/Caminho Carroçável	6	165	0	0	linha
17)	Campo de Pouso Com Representação	1	0	0	0	área
18)	Campo de Pouso Com Representação (Texto)	1	0	0	0	texto
19)	Campo de Pouso de Emergência	36	36	0	0	ponto
20)	Campo de Pouso Sem Representação	1	37	0	0	ponto
21)	Ciclovia	46	46	0	0	linha
22)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - ST)	63	63	0	0	ponto
23)	Delimitador - ST	62	23	5	0	área
24)	Desembarcadouro Com Representação	40	0	0	0	área
25)	Desembarcadouro Com Representação (Texto)	40	0	0	0	texto
26)	Desembarcadouro Sem Representação	40	40	0	0	linha
27)	Estação Ferroviária Com Representação	28	0	0	1	área
28)	Estação Ferroviária Sem Representação	28	187	0	1	ponto
29)	Estação Metroviária Com Representação	55	0	0	1	área
30)	Estação Metroviária Com Representação (Texto)	55	0	0	0	texto
31)	Estação Metroviária Sem Representação	55	55	0	0	ponto
32)	Estação Rodoviária Com Representação	51	0	0	1	área
33)	Estação Rodoviária Com Representação (Texto)	51	0	0	0	texto
34)	Estação Rodoviária Sem Representação	51	0	0	0	ponto
35)	Ferrovia (Alinhamento Aproximado)	15	174	3	0	linha
36)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Estreita	20	179	0	0	linha
37)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Estreita Abandonada	23	182	1	0	linha
38)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Larga	22	181	0	2	linha
39)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Larga Abandonada	25	184	1	0	linha
40)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Normal	21	180	0	1	linha
41)	Ferrovia Via Múltipla Bitola Normal Abandonada	24	183	1	0	linha
42)	Ferrovia Via Simples Bitola Estreita	14	173	0	0	linha
43)	Ferrovia Via Simples Bitola Estreita Abandonada	17	176	1	0	linha
44)	Ferrovia Via Simples Bitola Larga	16	175	0	2	linha
45)	Ferrovia Via Simples Bitola Larga Abandonada	19	178	1	0	linha
46)	Ferrovia Via Simples Bitola Normal	15	174	0	1	linha
47)	Ferrovia Via Simples Bitola Normal Abandonada	18	177	1	0	linha
48)	Fundeador Embarcação/Ancoradouro	42	112	0	1	ponto
49)	Fundeador Hidroavião/Ancoradouro	41	111	0	1	ponto
50)	Girador Ferroviário	47	0	0	0	ponto
51)	Heliporto	48	0	0	0	ponto
52)	Hidrovia	37	0	2	4	linha
53)	Indicador de Ponto de Mudança em Rodovia	52	52	0	0	ponto
54)	Indicador de Mudança de Bitola	50	0	0	0	ponto
55)	Indicador de Ponto de Mudança em Ferrovia	52	0	0	0	ponto
56)	Metrovia	49	0	0	1	linha
57)	Passagem de Nível/Cancela	34	193	0	1	ponto
58)	Passagem Elevada Com Representação	53	0	0	0	linha
59)	Passagem Elevada Sem Representação	54	0	0	0	ponto
60)	Passarela Com Representação	11	0	0	0	linha
61)	Passarela Sem Representação	10	160	0	0	ponto
62)	Pátio Ferroviário Com Representação	27	186	0	0	área
63)	Pátio Ferroviário Com Representação (Texto)	27	0	0	0	texto
64)	Pátio Ferroviário Sem Representação	27	0	0	0	ponto
65)	Pinguela	31	190	0	1	ponto
66)	Ponte Móvel/Pencil	11	170	3	0	linha
67)	Ponte/Viaduto Com Representação	11	170	0	0	linha

68)	Ponte/Viaduto Sem Representação	10	169	0	1	ponto
69)	Porto Sem Representação	59	227	0	0	ponto
70)	Posto de Pedágio	2	0	0	0	ponto
71)	Posto Rodoviário	56	0	0	0	ponto
72)	Prefixo Rodovia Estadual	13	172	0	1	ponto
73)	Prefixo Rodovia Federal	12	171	0	1	ponto
74)	Rampa Com Representação	57	0	0	0	área
75)	Rampa Com Representação (Texto)	57	0	0	0	texto
76)	Rampa Sem Representação	57	57	0	0	linha
77)	Rodovia em Pavimentação	3	162	3	2	linha
78)	Rodovia Não Pav. Periód. (Alinham. Aprox.)	5	163	3	1	linha
79)	Rodovia Não Pav. Perm. (Alinham. Aproximado)	4	161	3	0	linha
80)	Rodovia Não Pav. Permanente Abandonada	4	0	0	0	linha
81)	Rodovia Não Pavimentada Periódica	5	164	3	0	linha
82)	Rodovia Não Pavimentada Periódica Abandonada	5	0	0	0	linha
83)	Rodovia Não Pavimentada Permanente	4	163	3	1	linha
84)	Rodovia Planejada	9	168	7	0	linha
85)	Rodovia/Auto Estr. (2 Pistas) (Alinham. Aprox.)	2	161	3	2	linha
86)	Rodovia/Auto Est. Pav. (2 Pistas_Cant. Central)	2	161	0	2	linha
87)	Rodovia/Auto Estrada (1 Pista) (Alinh. Aprox.)	2	161	0	1	linha
88)	Rodovia/Auto Estrada (1 Pista) Abandonada	2	0	0	1	linha
89)	Rodovia/Auto Estrada (2 Pistas) Abandonada	2	0	0	2	linha
90)	Rodovia/Auto Estrada Pavimentada (1 Pista)	2	161	0	2	linha
91)	Saída de Estrada	12	0	0	0	ponto
92)	Toponímia-ST	61	61	0	0	texto
93)	Trapiche/Pier/Molhe Com Representação	60	60	0	0	área
94)	Trapiche/Pier/Molhe Com Representação (Texto)	60	0	0	0	texto
95)	Trapiche/Pier/Molhe Sem Representação	60	0	0	0	linha
96)	Trevo ou Círculo de Tráfego Com Representação	35	0	0	0	linha
97)	Trevo ou Círculo de Tráfego Sem Representação	35	35	0	0	ponto
98)	Trilha	7	166	1	0	linha
99)	Túnel Com Representação	30	189	0	0	linha
100)	Túnel Sem Representação	29	188	0	1	ponto
101)	Vau Com Representação	32	191	2	0	linha
102)	Vau Sem Representação (Texto)	38	194	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)

N^0	Elementos do Sistema de Transporte	Exemplo	Fonte ft=
1)	Aeroporto, porto, campo de pouso e de emergência.	Aeroporto Dois de Julho	31
2)	Alinhamento aproximado.	*(aproximado)*	2
3)	Cais, pier, molhe, trapiche, rampa, desembarcadouro.	Molhe da Barra	31
4)	Caminho aéreo, balsa, vau.	Vau	32
5)	Em construção.	*(em construção)*	2
6)	Estação ferroviária, pátio ferroviário.	Leopoldina	32
7)	Estação metroviária.	Estação Glória	31
8)	Estação rodoviária, apoio rodoviário.	Rodoviária Novo Rio	31
9)	Indicativo de distância e direção do sistema rodo-ferroviário.	*VILA MERITI 75 Km*	2
10)	Nome das estradas de ferro.	*Ferrovia do Aço*	2
11)	Nome das rodovias.	*Rodovia Pres. Dutra*	2
12)	Siglas das estradas de ferro.	*FEPASA*	2
13)	Siglas (prefixos) das rodovias.	116	31
14)	Túnel, viaduto, passagem de nível.	Túnel André Rebouças	31
	Toponímia-ST		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA LOCALIDADE (LC)

Nº	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Aldeia Indígena Com Representação	57	152	0	0	área
2)	Aldeia Indígena Com Representação (Texto)	57	0	0	0	texto
3)	Aldeia Indígena Sem Representação	58	153	0	0	ponto
4)	Área Edificada	41	140	0	1	área
5)	Área Edificada (Texto)	41	0	0	0	texto
6)	Capital Estadual	59	154	0	0	ponto
7)	Capital Federal	59	154	0	0	ponto
8)	Cidade	50	145	0	0	ponto
9)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - LC)	63	63	0	0	ponto
10)	Delimitador - LC	62	23	5	0	área
11)	Loteamento Com Representação	49	14	1	0	área
12)	Loteamento Com Representação (Texto)	46	0	0	0	texto
13)	Nome Local (Texto)	56	151	0	0	texto
14)	Núcleo	55	150	0	1	ponto
15)	Povoado	52	147	0	0	ponto
16)	Toponímia-LC	61	61	0	0	texto
17)	Vila	51	146	0	0	ponto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - LOCALIDADE (LC)

Nº	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
3.	Aldeia indígena.	Aldeia Caiapó	31
4.	Bairro, loteamento, conjunto habitacional, balneário.	Balneário Camboriú	32
5.	Cidade acima de 1.000.000 habitantes.	CIDADE	31
6.	Cidade de 500.000 a 999.999 habitantes.	CIDADE	31
7.	Cidade de 100.000 a 499.999 habitantes.	CIDADE	31
8.	Cidade de 25.000 a 99.999 habitantes.	CIDADE	31
9.	Cidade de 5.000 a 24.999 habitantes.	CIDADE	31
10.	Cidade até 4.999 habitantes.	CIDADE	31
11.	Nome local.	NOME LOCAL	1
12.	Posto, colocação, seringal.	Seringal Axioma	31
13.	Povoado, núcleo, lugarejo.	Povoado	31
14.	Vila.	Vila	31
	Toponímia-LC		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA PONTO DE REFERÊNCIA (PR)

Nº	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - PR)	63	63	0	0	ponto
2)	Estação Geodésica Gravimétrica	59	59	0	1	ponto
3)	Estação Maregráfica	57	57	0	1	ponto
4)	Estação Meteorológica	58	58	0	1	ponto
5)	Estação Meteorológica Barométrica	58	0	0	1	ponto
6)	Estação Meteorológica Climática	58	0	0	1	ponto
7)	Estação Meteorológica Eólica	58	0	0	1	ponto
8)	Estação Meteorológica Evaporimétrica	58	0	0	1	ponto
9)	Estação Meteorológica Fluviométrica	58	0	0	1	ponto
10)	Estação Meteorológica Pluviométrica	58	0	0	1	ponto
11)	Estação Poligonal	54	54	0	1	ponto
12)	Ponto Astronômico	45	45	0	1	ponto
13)	Ponto Barométrico	44	44	0	1	ponto
14)	Ponto Central	48	48	0	1	ponto
15)	Ponto de Controle Horizontal	41	41	0	1	ponto
16)	Ponto Fotogramétrico	52	52	0	1	ponto
17)	Ponto GPS	55	55	0	1	ponto
18)	Ponto HV (Horizontal e Vertical)	46	46	0	1	ponto
19)	Ponto Satélite	49	49	0	1	ponto

20)	Ponto Trigonométrico	43	43	0	1	ponto
21)	Ponto Vertical	47	47	0	1	ponto
22)	RN - Referência de Nível	42	42	0	1	ponto
23)	Toponímia-PR	61	61	0	0	texto
24)	Vértice de Triangulação	53	53	0	1	ponto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - PONTO DE REFERÊNCIA (PR)

N^0	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Utilizar a mesma especificação para todos os textos →		1
	Toponímia-PR		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA LIMITE (LM)

N^0	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Área Especial Com Representação	43	142	4	1	área
2)	Área Especial Com Representação (Texto)	43	0	0	0	texto
3)	Área Especial Sem Representação	42	141	0	1	ponto
4)	Área Indígena Com Representação	46	142	4	1	área
5)	Área Indígena Com Representação (Texto)	46	0	0	0	texto
6)	Área Indígena Sem Representação	47	142	0	0	ponto
7)	Área Militar Com Representação	48	142	3	1	área
8)	Área Militar Com Representação (Texto)	48	0	0	0	texto
9)	Área Militar Sem Representação	49	142	0	0	ponto
10)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - LM)	63	63	0	0	ponto
11)	Delimitador - LM	62	23	5	0	área
12)	Limite de Outras Áreas	40	40	2	1	linha
13)	Limite de Setor	38	38	2	0	linha
14)	Limite Distrital	37	37	1	0	linha
15)	Limite Estadual	32	32	4	2	linha
16)	Limite Internacional	31	31	6	3	linha
17)	Limite Municipal	33	33	3	1	linha
18)	Marco Distrital	39	39	0	1	ponto
19)	Marco Estadual	35	35	0	1	ponto
20)	Marco Internacional	34	34	0	1	ponto
21)	Marco Municipal	36	36	0	1	ponto
22)	Toponímia-LM	61	61	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - LIMITE (LM)

N^0	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Área em litígio.	ÁREA EM LITÍGIO	1
2)	Limite aproximado.	*(aproximado)*	2
3)	Limite interestadual.	RIO DE JANEIRO/SÃO PAULO	1
4)	Limite Internacional.	BRASIL/ VENEZUELA	1
5)	Marco de fronteira.	Marco	31
6)	Parques, florestas, áreas reservadas (nacionais ou estaduais).	PARQUE NACIONAL	42
7)	Parques, florestas, áreas reservadas (nacionais ou estaduais).	PARQUE NACIONAL	42
8)	Parques, florestas, áreas reservadas (nacionais ou estaduais).	PARQUE NACIONAL	42
9)	Parques, florestas, áreas reservadas (nacionais ou estaduais).	Parque Nacional	42
	Toponímia-LM		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA OBRA E EDIFICAÇÃO 1 (O1)

N^0	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Área Recreativa Com Representação	16	211	3	0	área
2)	Área Recreativa Com Representação (Texto)	16	0	0	0	texto
3)	Área Recreativa Sem Representação	17	0	0	0	ponto
4)	Autódromo Com Representação	46	0	5	0	área

5)	Autódromo Com Representação (Texto)	46	0	0	0	texto
6)	Autódromo Sem Representação	47	0	0	0	ponto
7)	Campo de Futebol	14	209	2	1	ponto
8)	Carreira	37	232	0	1	linha
9)	Clube Com Representação	3	198	0	0	área
10)	Clube Com Representação (Texto)	3	0	0	0	texto
11)	Clube Sem Representação	2	107	0	1	ponto
12)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - OE1)	63	63	0	0	ponto
13)	Delimitador - OE1	62	23	5	0	área
14)	Dique Com Representação	18	212	0	0	área
15)	Dique Com Representação (Texto)	18	0	0	0	texto
16)	Dique de Estaleiro Com Representação	19	213	0	0	área
17)	Dique de Estaleiro Com Representação (Texto)	19	0	0	0	texto
18)	Dique de Estaleiro Sem Representação	20	0	0	0	linha
19)	Dique Sem Representação	21	0	0	0	linha
20)	Estádio Com Representação	9	204	0	0	área
21)	Estádio Com Representação	9	0	0	0	texto
22)	Estádio Sem Representação	8	203	0	1	ponto
23)	Hipódromo Com Representação	13	208	3	0	área
24)	Hipódromo Com Representação (Texto)	13	0	0	0	texto
25)	Hipódromo Sem Representação	12	207	0	1	ponto
26)	Muralha Mar Com Representação	31	226	0	1	área
27)	Muralha Mar Com Representação (Texto)	31	0	0	0	texto
28)	Muralha Mar Sem Representação	30	225	0	0	linha
29)	Pista de Competição	4	205	0	0	linha
30)	Quebra Mar Com Representação	29	224	0	1	área
31)	Quebra Mar Com Representação (Texto)	29	0	0	0	texto
32)	Quebra Mar Sem Representação	28	223	0	0	linha
33)	Toponímia-OE1	61	61	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - OBRA E EDIFICAÇÃO 1 (O1)

N^0	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Utilizar a mesma especificação para todos os textos →	Hipódromo da Gávea	31
	Toponímia-OE1		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA OBRA E EDIFICAÇÃO 2 (O2)

N^0	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Antena	47	0	0	0	ponto
2)	Aqueduto Elevado	45	240	0	0	linha
3)	Aqueduto Subterrâneo	46	241	3	0	linha
4)	Área Prospecção	41	235	0	0	área
5)	Área Prospecção (Texto)	41	0	0	0	texto
6)	Areia/Extração	38	0	0	0	área
7)	Areia/Extração (Texto)	38	0	0	0	texto
8)	Barragem Com Representação	26	221	0	2	área
9)	Barragem Com Representação (Texto)	26	0	0	0	texto
10)	Barragem Sem Representação	24	219	0	1	linha
11)	Cascalheira Com Representação	48	234	5	1	área
12)	Cascalheira Com Representação (Texto)	48	0	0	0	texto
13)	Cascalheira Sem Representação	48	234	0	0	ponto
14)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - OE2)	63	63	0	0	ponto
15)	Delimitador - OE2	62	23	5	0	área
16)	Estação de Tratamento de Água Com Repres.	44	239	0	0	área
17)	Estação de Tratamento de Água Com Rep. (Texto)	44	0	0	0	texto
18)	Estação de Tratamento de Água Sem Repres.	44	0	0	0	ponto
19)	Estação de Tratamento de Esgoto Com Repres.	43	238	0	0	área
20)	Estação de Tratamento de Esgoto Com Rep. (Texto)	43	0	0	0	texto

21)	Estação de Tratamento de Esgoto Sem Repres.	43	0	0	0	ponto
22)	Estação Geradora Energia/Usina-Energia Elétrica	4	0	0	0	ponto
23)	Estaleiro Com Representação	36	231	5	0	área
24)	Estaleiro Com Representação (Texto)	36	0	0	0	texto
25)	Estaleiro Sem Representação	36	0	0	0	ponto
26)	Extrativismo Mineral Com Representação	55	0	5	0	área
27)	Extrativismo Mineral Com Representação (Texto)	55	0	0	0	texto
28)	Extrativismo Mineral Sem Representação	38	0	0	0	ponto
29)	Farol	53	248	0	1	ponto
30)	Garimpo Com Representação	16	0	5	0	área
31)	Garimpo Com Representação (Texto)	16	0	0	0	texto
32)	Garimpo Sem Representação	38	0	0	0	ponto
33)	Linha de Transmissão de Energia (Alinh. Aprox.)	56	251	3	0	linha
34)	Linha de Transmissão de Energia (AT/BT)	56	251	4	0	linha
35)	Linha Telefônica/Telegráfica	57	252	4	0	linha
36)	Linha Telefônica/Telegráfica (Alinham. Aprox.)	57	252	3	0	linha
37)	Maloca/Taba	1	196	0	1	ponto
38)	Mina Com Representação	59	128	5	0	área
39)	Mina Com Representação (Texto)	59	0	0	0	texto
40)	Mina Com Representação Abandonada	13	0	5	0	área
41)	Mina Com Representação Abandonada (Texto)	13	0	0	0	texto
42)	Mina Sem Representação	49	243	0	1	ponto
43)	Mina Sem Representação Abandonada	48	243	0	1	ponto
44)	Minerioduto Elevado	6	253	0	1	linha
45)	Minerioduto Subterrâneo	7	253	0	1	linha
46)	Missão Indígena	39	0	0	0	ponto
47)	Pedreira Com Representação	13	0	4	0	área
48)	Pedreira Com Representação (Texto)	13	0	0	0	texto
49)	Pedreira Sem Representação	48	0	0	0	ponto
50)	Plataforma de Petróleo	11	0	0	0	ponto
51)	Ponto de Prospecção	41	236	0	0	ponto
52)	Posto de Gasolina	40	0	0	0	ponto
53)	Posto Indígena	60	254	0	1	ponto
54)	Subestação de Distribuição de Energia	2	0	0	0	ponto
55)	Toponímia-OE2	61	61	0	0	texto
56)	Torre de Comunicação	3	0	0	0	ponto
57)	Tubulação Elevada (Exceto Água)	45	240	0	1	linha
58)	Tubulação Subterrânea (Exceto Água)	46	241	3	1	linha
59)	Usina/Refinaria Com Representação	5	0	0	0	área
60)	Usina/Refinaria Com Representação (Texto)	5	0	0	0	texto
61)	Usina/Refinaria Sem Representação	5	0	0	0	ponto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - OBRA E EDIFICAÇÃO 2 (O2)

N^0	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Aqueduto, adutora.	Adutora do Guandu	31
2)	Barragem grande e média.	SOBRADINHO	32
3)	Barragem pequena.	Neves	32
4)	Cascalheira.		31
5)	Estaleiro, farol.	Farol da Barra	31
6)	Extrativismo mineral.		31
7)	Linha de transmissão de energia.	*AT ou BT*	2
8)	Linha telegráfica e linha telefônica.	*Tel. e Teleg.*	2
9)	Mina (galeria e céu aberto), garimpo, pedreira, área de prospecção/extração.	Pedreira São Carlos	31
10)	Oleoduto, minerioduto, estação de tratamento de água e/ou esgoto.	Oleoduto de Campos	31
11)	Posto Indígena, maloca.	Maloca Xingu	31
12)	Torre (rádio, tv), usina hidrelétrica, subestação de energia elétrica.	Usina Itaipu, Torre (rádio)	31
13)	Usina, refinaria.	Refinaria de Passos	31
	Toponímia-OE2		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA OBRA E EDIFICAÇÃO 3 (O3)

Nº	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Acampamento	26	0	0	0	ponto
2)	Agência Bancária	2	197	0	1	ponto
3)	Avicultura/Suinocultura	2	197	0	1	ponto
4)	Biblioteca	2	0	0	0	ponto
5)	Caixa D'Água	19	218	0	1	ponto
6)	Câmara Municipal	2	0	0	0	ponto
7)	Cartório	2	197	0	1	ponto
8)	Cemitério Com Representação	21	216	2	0	área
9)	Cemitério Com Representação (Texto)	21	0	0	0	texto
10)	Cemitério Sem Representação	20	215	0	1	ponto
11)	Centro de Convenções/Mercado/Feira Com Rep.	15	0	5	0	área
12)	Centro de Conv./Mercado/Feira Com Rep. (Texto)	15	0	0	0	texto
13)	Centro de Convenções/Mercado/Feira Sem Rep.	16	0	0	0	ponto
14)	Cerca	22	217	4	0	linha
15)	Chaminé	48	223	0	0	ponto
16)	Cisterna Com Representação	42	237	0	0	área
17)	Cisterna Com Representação (Texto)	42	0	0	0	texto
18)	Cisterna Sem Representação	42	0	0	0	ponto
19)	Comércio - Loja	2	197	0	1	ponto
20)	Comporta de Canal	28	224	0	0	ponto
21)	Comporta Transitável	27	222	0	1	linha
22)	Creche/Centro Comunitário	2	197	0	1	ponto
23)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - OE3)	63	63	0	0	ponto
24)	Curral	2	0	0	0	ponto
25)	Delegacia	2	197	0	1	ponto
26)	Delimitador - OE3	62	23	5	0	área
27)	Depósito de Líquido (Exceto Água) Com Repres.	41	236	0	0	área
28)	Depósito de Líq. (Exceto Água) Com Rep. (Texto)	41	0	0	0	texto
29)	Depósito de Líquido (Exceto Água) Sem Repres.	37	225	0	0	ponto
30)	Eclusa Com Representação	29	226	0	0	área
31)	Eclusa Com Representação (Texto)	29	0	0	0	texto
32)	Eclusa Sem Representação	30	227	0	0	ponto
33)	Edificação Com Representação	3	198	0	0	área
34)	Edificação Com Representação (Texto)	3	0	0	0	texto
35)	Edificação Complementar Com Representação	17	203	0	0	área
36)	Edificação Complem. Com Representação (Texto)	17	0	0	0	texto
37)	Edificação Complementar Sem Representação	18	0	0	0	ponto
38)	Edificação de Armazenamento Com Repres.	46	204	0	0	área
39)	Edificação de Armazenamento Com Repres. (Texto)	46	0	0	0	texto
40)	Edificação de Armazenamento Sem Repres.	47	0	0	0	ponto
41)	Edificação de Saúde Com Representação	14	231	0	0	área
42)	Edificação de Saúde Com Representação (Texto)	14	0	0	0	texto
43)	Edificação de Saúde Sem Representação	14	0	0	0	ponto
44)	Edificação de Telecomunicação Com Repres.	44	237	0	0	área
45)	Edificação de Telecomunicação Com Rep. (Texto)	44	0	0	0	texto
46)	Edificação de Telecomunicação Sem Repres.	45	0	0	0	ponto
47)	Edificação Pública Com Representação	34	238	0	0	área
48)	Edificação Pública Com Representação (Texto)	34	0	0	0	texto
49)	Edificação Pública Sem Representação	35	0	0	0	ponto
50)	Edificação Rural Com Representação	43	0	5	0	área
51)	Edificação Rural Com Representação (Texto)	43	0	0	0	texto
52)	Edificação Rural Sem Representação	9	228	0	0	ponto
53)	Edificação Sem Representação	2	197	0	1	ponto
54)	Empresa de Correio e Telégrafo	2	197	0	1	ponto
55)	Escola Com Representação	5	200	0	0	área
56)	Escola Com Representação (Texto)	5	0	0	0	texto
57)	Escola Sem Representação	4	199	0	1	ponto

58)	Espigão Com Representação	12	229	0	0	área
59)	Espigão Com Representação (Texto)	12	0	0	0	texto
60)	Espigão Sem Representação	13	230	0	0	linha
61)	Estação de Captação de Água	24	0	0	0	ponto
62)	Estação de Rádio	2	197	0	1	ponto
63)	Estação de TV	2	197	0	1	ponto
64)	Floricultura	2	197	0	1	ponto
65)	Galpão	22	221	0	1	ponto
66)	Haras	39	0	0	0	ponto
67)	Hotel/Motel/Pousada Com Representação	3	198	0	0	área
68)	Hotel/Motel/Pousada Com Representação (Texto)	3	0	0	0	texto
69)	Hotel/Motel/Pousada Sem Representação	2	197	0	1	ponto
70)	Igreja Com Representação	7	202	0	0	área
71)	Igreja Com Representação (Texto)	7	0	0	0	texto
72)	Igreja Sem Representação	6	201	0	1	ponto
73)	Indústria/Fáb. de Grande Porte Com Repres.	33	198	0	0	área
74)	Indústria/Fáb. de Grande Porte Com Repres. (Texto)	33	0	0	0	texto
75)	Indústria/Fáb. de Médio e Peq. Porte Com Repres.	36	198	0	0	área
76)	Ind./Fáb. de Médio e Peq. Porte Com Rep. (Texto)	36	0	0	0	texto
77)	Indústria/Fáb. de Médio e Peq. Porte Sem Repres.	2	197	0	1	ponto
78)	Indústria/Fábrica de Grande Porte Sem Repres.	33	0	0	0	ponto
79)	Mirante/Monumento	42	30	0	0	ponto
80)	Moinho de Água	54	249	0	1	ponto
81)	Moinho de Vento	55	250	0	1	ponto
82)	Muro	23	218	0	0	linha
83)	Objeto Visível à Distância	47	242	0	1	ponto
84)	Penitenciária Com Representação	3	198	0	0	área
85)	Penitenciária Com Representação (Texto)	3	0	0	0	texto
86)	Penitenciária Sem Representação	2	197	0	1	ponto
87)	Poço (Exceto Água)	40	235	0	1	ponto
88)	Posto Telefônico	25	241	0	0	ponto
89)	Prefeitura	2	197	0	2	ponto
90)	Reservatório de Água	38	0	0	0	ponto
91)	Ruína Com Representação	11	206	3	0	área
92)	Ruína Com Representação (Texto)	11	0	0	0	texto
93)	Ruína Sem Representação	10	205	0	1	ponto
94)	Salina Com Representação	8	78	0	1	área
95)	Salina Com Representação (Texto)	8	0	0	0	texto
96)	Salina Sem Representação	8	0	0	0	ponto
97)	Tanque Com Representação	39	234	0	0	área
98)	Tanque Com Representação (Texto)	39	0	0	0	texto
99)	Tanque Sem Representação	38	233	0	1	ponto
100)	Toponímia-OE3	61	61	0	0	texto
101)	Viveiro de Mudas/Horto Com Representação	31	247	5	0	área
102)	Viveiro de Mudas/Horto Com Repres. (Texto)	31	0	0	0	texto
103)	Viveiro de Mudas/Horto Sem Representação	32	0	0	0	ponto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - OBRA E EDIFICAÇÃO 3 (O3)

N^0	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Armazém, silo, alambique, cerâmica, cortume, destilaria, moinho, olaria, serraria, fábrica, chaminé, centro de convenções, mercado, horto.	Armazém (cereais)	31
2)	Comporta, eclusa.	Comporta do Paraná	31
3)	Edifício público, monumento.	Ministério da Cultura	31
4)	Fazenda, sítio, granja, chácara, propriedades rurais.	Faz. Imperatriz	31
5)	Salinas que permitam mais de um posicionamento	*Salina*	2
6)	Salinas que permitam somente um posicionamento	*Salina*	2
7)	Tanque de armazenamento.	Tanque de Gás	31
8)	Templo, igreja, capela, mosteiro, escola, hospital, posto de saúde, cemitério, ruína,	Outeiro da Glória	31

	retiro, missões, presídio, cisterna, depósito de líquido, tanque, hotel, espigão.		
	Toponímia-OE3		31

TABELA DE ELEMENTOS - CATEGORIA VEGETAÇÃO (VG)

Nº	ELEMENTO	NÍVEL	COR	ESTILO	PESO	TIPO
1)	Algodão (Texto)	7	126	0	0	texto
2)	Arrozal Seco (Texto)	7	126	0	0	texto
3)	Arrozal Úmido (Texto)	7	126	0	0	texto
4)	Bosque (Texto)	8	127	0	0	texto
5)	Brejo (Texto)	1	87	0	0	texto
6)	Caatinga (Texto)	2	122	0	0	texto
7)	Café (Texto)	6	126	0	0	texto
8)	Campinarana (Texto)	3	123	0	0	texto
9)	Campo (Texto)	4	124	0	0	texto
10)	Campo Limpo (Texto)	4	124	0	0	texto
11)	Campo Sujo (Texto)	4	124	0	0	texto
12)	Cana de Açúcar (Texto)	7	126	0	0	texto
13)	Capoeira (Texto)	5	125	0	0	texto
14)	Cerrado (Texto)	5	125	0	0	texto
15)	Contorno de Vegetação	51	120	5	0	área
16)	Cruzeta Geográfica (Canto de Folha - VG)	63	63	0	0	ponto
17)	Cultura Mista (Texto)	7	126	0	0	texto
18)	Cultura Permanente (Texto)	6	126	0	0	texto
19)	Cultura Temporária (Texto)	7	126	0	0	texto
20)	Delimitador - VG	62	23	5	0	área
21)	Floresta (Texto)	8	127	0	0	texto
22)	Fumo (Texto)	7	126	0	0	texto
23)	Horta (Texto)	7	126	0	0	texto
24)	Laranja (Texto)	6	126	0	0	texto
25)	Macega (Texto)	5	125	0	0	texto
26)	Mata (Texto)	8	127	0	0	texto
27)	Milho (Texto)	7	126	0	0	texto
28)	Pântano (Texto)	9	87	0	0	texto
29)	Pinus (Texto)	6	126	0	0	texto
30)	Reflorestamento (Texto)	10	126	0	0	texto
31)	Soja (Texto)	7	126	0	0	texto
32)	Toponímia-VG	61	61	0	0	texto
33)	Trigo (Texto)	7	126	0	0	texto
34)	Turfeira (Texto)	11	88	0	0	texto
35)	Vegetação de Mangues (Texto)	12	89	0	0	texto
36)	Vegetação de Praias e Dunas (Texto)	13	90	0	0	texto
37)	Vinhedo (Texto)	6	126	0	0	texto

ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO TIPO TEXTO - VEGETAÇÃO (VG)

Nº	Elementos	Exemplo	Fonte ft=
1)	Mangue, brejo, pântano	*Mangue Novo*	2
2)	Tipos de cultura	Café	31
3)	Tipos de vegetação	Mata	31
4)	Turfeira	Turfeira	31
	Toponímia-VG		31