

ANDREA LOPES IESCHECK

**METODOLOGIA PARA A CORREÇÃO E
ORGANIZAÇÃO DE BASES
CARTOGRÁFICAS DIGITAIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Milton de Azevedo Campos

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Humberto Simões Magro


**CURITIBA
1996**

**METODOLOGIA PARA A CORREÇÃO E ORGANIZAÇÃO
DE BASES CARTOGRÁFICAS DIGITAIS**

por

ANDREA LOPES IESCHECK

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos seguintes professores:



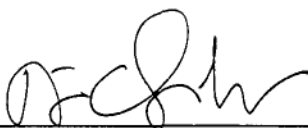
Prof. Dr. Milton de Azevedo Campos

UFPR - Orientador



Prof. Dr. Francisco Humberto Simões Magro

UFRGS - Co-orientador



Prof. Dr. João Fernando Custódio da Silva

UFPR - Membro da Banca

Curitiba, 30 de abril de 1996.

Dedico este trabalho
ao meu filho Lucas.

AGRADECIMENTOS

A autora deseja manifestar seus agradecimentos às pessoas e entidades abaixo relacionadas:

- Aos Professores Doutores Milton de Azevedo Campos e Francisco Humberto Simões Magro pela orientação e incentivo;
- À Professora M.Sc. Claudia Robbi pelas sugestões recomendadas;
- Ao Sr. Flávio Peregrina pelas ilustrações;
- Aos colegas da turma de mestrado de 1989, Artur, Gilberto, Jucilei, Marconi, Otavio, Pablo, Paulo e Ronaldo;
- Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná;
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso;
- À Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN), pela gentil cessão dos dados e equipamentos utilizados no desenvolvimento desta dissertação;
- Aos Senhores Francisco Carlos Bragança , Fausto Sieben, Rodney Bohrer de Aguiar (in memoriam), Carlos Bauermann; e demais colegas do Gabinete de Informática e Cartografia da METROPLAN;
- A todos os demais colegas, amigos e familiares que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Digitalização.....	5
2.1.1 Considerações iniciais.....	5
2.1.2 Projeto de digitalização.....	6
2.2 Formato Padrão dos Arquivos Gráficos e Estrutura dos Elementos.....	10
2.3 Elementos Inválidos.....	14
2.4 EDG (Edit Graphics).....	15
3 ANÁLISE DA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE.....	18
3.1 Considerações Iniciais.....	18
3.2 Problemas Detectados.....	20

4	METODOLOGIA PROPOSTA.....	23
4.1	Sequência Operacional.....	23
4.1.1	Verificação e correção do arquivo gráfico.....	24
4.1.2	Levantamento das informações por níveis e arquivos.....	25
4.1.3	Organização dos arquivos gráficos.....	26
4.1.4	Verificação e correção do arquivo gráfico.....	31
4.1.5	Controle de qualidade.....	31
5	RESULTADOS.....	32
5.1	Verificação e Correção do Arquivo Gráfico.....	32
5.2	Levantamento das Informações.....	58
5.3	Organização dos Arquivos Gráficos.....	62
5.4	Verificação e Correção do Arquivo Gráfico.....	69
5.5	Controle de Qualidade.....	70
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	72
6.1	Conclusões.....	72
6.2	Recomendações.....	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.2.1 - Projeto de digitalização.....	7
Figura 2.1.2.2 - Não fechamento de polígonos.....	10
Figura 2.1.2.3 - Desarticulação nas bordas.....	10
Figura 2.1.2.4 - Laços.....	10
Figura 2.2.1 - Formato padrão do arquivo gráfico.....	12
Figura 2.2.2 - Cabeçalho fixo do elemento.....	13
Figura 2.2.3 - Área que o elemento ocupa.....	13
Figura 3.1.1 - Índice das cartas digitais da Região Metropolitana de Porto Alegre.....	19
Figura 4.1.1 - Sequência operacional proposta.....	24
Figura 4.1.3.1 - Organização dos arquivos gráficos.....	30

RESUMO

O presente trabalho propõe uma metodologia para a correção e organização de bases cartográficas digitais. Após submetida às etapas do processo, a carta digital resultante apresenta seus elementos estruturados no formato padrão estabelecido para os arquivos gráficos, e armazenados em níveis e arquivos definidos de acordo com a natureza e características da informação.

Com base nos tipos de problemas detectados, evidencia-se a necessidade de elaboração de um projeto de digitalização como garantia de obtenção de produtos que atendam às necessidades do usuário. É apresentado um modelo de projeto de digitalização, desenvolvido a partir das etapas constantes em projetos cartográficos.

Os resultados apresentados comprovam a eficiência do método, possibilitando a utilização dos arquivos digitais em programas aplicativos e otimizando a recuperação e manipulação dos dados.

ABSTRACT

This work proposes and discusses a methodology to correct and organize digital maps. Design files submitted to the procedures of the method present graphic elements structured in accordance with the standard file formats, and stored on levels and files which were previously defined according to the nature and attributes of the information.

Based upon the problems detected on the digital maps, the need of a digitizing project to vouch for products that meet users necessities becomes evident. A digitizing project model developed on the basis of cartographic projects is also presented.

The results attest the efficiency of the method, allowing digital maps to be used on applicative programs and optimizing data retrieval and manipulation.

1 INTRODUÇÃO

O mapa, remontando à definição datada de 1586 e reportada por Bickmore (1975) no trabalho de Visvalingam (21), é "uma descrição circunstancial do estado das coisas" e, segundo Robinson et al (18), envolve vários tipos de transformações.

Desta forma, o grau de precisão da cartografia é limitado a um nível pré-determinado, o qual é função da escala e dos métodos utilizados para a aquisição, processamento e representação dos dados, dependendo da qualidade dos aparelhos, habilidade de seus operadores e complexidade do terreno.

A introdução da tecnologia da informática nas ciências de mapeamento no final dos anos 60, bem como seu rápido desenvolvimento, está causando grande impacto no campo da cartografia. O que, aprioristicamente, objetivava automatizar o processo de produção e impressão de cartas, evoluiu frente à demanda por meios eficientes de aquisição, armazenamento, atualização, processamento e visualização de dados espaciais. Os objetivos da conversão de dados analógicos para o meio digital são o acréscimo de velocidade, versatilidade, melhoria das características operacionais e uniformidade na qualidade da saída dos dados.

A partir da utilização da informática nos processos cartográficos, Burrough (03) define mapa como: "um conjunto de pontos, linhas e áreas, definidos por sua posição no espaço, em relação a um sistema coordenado de referência, e por seus atributos não gráficos".

Os mapas digitais constituem suas próprias unidades lógicas de informação e contêm a informação espacial que se representa graficamente. Podem, entretanto, interagir com dados relacionados o que lhes confere um caráter dinâmico como meio de comunicação, desenvolvendo-se no sentido da interação homem-computador para a exploração da realidade espacial.

Enquanto na cartografia tradicional há a necessidade da modelagem visual de dados espaciais para facilitar análises rápidas e exatas pelo sistema de processamento humano, na cartografia digital são necessários modelos digitais de dados espaciais que se adequem ao processamento rápido e exato através do sistema computacional.

O termo mapa digital, de acordo com Visvalingam (21), implica numa representação compacta, estruturada, integrada e elegante de dados espaciais e de seus atributos não espaciais, de forma a facilitar a rápida recuperação, alteração e atualização de dados. Assim, a cartografia digital diz respeito à extração e representação de objetos e relações espaciais de maneira completa, explícita e coerente, porém não redundante.

Existem diversas maneiras de se obter um mapa digital, dentre as quais se pode citar o levantamento topográfico, posicionamento por satélites, restituição fotogramétrica e a digitalização de um mapa já existente. Nos dois primeiros, a determinação de coordenadas de pontos no terreno é registrada em arquivos magnéticos ou cadernetas eletrônicas sendo, posteriormente, transferida para um programa tipo CAD onde serve de base para a geração do mapa digital. Na restituição, o arquivo magnético é gerado diretamente a partir dos movimentos do aparelho restituidor. E, na digitalização, é feita a transformação de um mapa em meio analógico para o formato digital, o que a caracteriza como uma fase potencial de inserção de falhas e erros que afetam a precisão dos produtos gerados.

Os erros ocasionados pelo processo de digitalização estão relacionados aos instrumentos e metodologia utilizados. Frente aos avanços tecnológicos, o uso de métodos de digitalização automática vem aumentando consideravelmente em substituição à digitalização manual. Esta, por haver sido o primeiro método foi bastante utilizada, porém, segundo Keefër et al (15), a grandeza e impacto dos erros gerados por este método ainda não foi bem estudado. Além dos erros inerentes ao instrumental utilizado, está sujeito às limitações do operador, de caráter psicológico, no que diz respeito à má percepção do traço, e fisiológico, relacionado à inabilidade muscular de traçar a linha perfeitamente com o cursor; e aos problemas de posicionamento ocasionados pela espessura do traço.

Estes erros se refletem quantitativamente na exatidão do mapa digital, não sendo, porém, as únicas falhas que afetam a qualidade do produto final.

As informações devem estar estruturadas de maneira compatível com o formato estabelecido para os arquivos gráficos e organizadas de forma que permitam a rápida recuperação e manipulação dos dados, bem como sua adequabilidade às aplicações e programas específicos aos quais foram destinadas. Isto pressupõe a elaboração de um projeto detalhado que envolva a definição dos objetivos, precisão, metodologia e controle de qualidade, permitindo a padronização das diversas etapas envolvidas no processo e, conseqüentemente, o monitoramento das falhas e erros que possam surgir durante a execução do projeto.

Através do presente estudo, objetiva-se propor uma metodologia para a correção e organização de cartas digitais, a partir de estudos realizados na base cartográfica digital da Região Metropolitana de Porto Alegre (RS). A correção diz respeito à validade dos elementos gráficos, ou seja, à adequação de seus atributos ao formato padrão estabelecido para a estrutura dos elementos no arquivo gráfico; e, a organização, diz respeito à padronização no armazenamento das informações. As análises e discussões realizadas são de caráter estritamente qualitativo e operacional não envolvendo, portanto, a quantificação dos erros de digitalização.

Busca-se também ressaltar a necessidade do projeto de digitalização e sua importância para a qualidade do produto final.

O assunto desta dissertação é apresentado em seis capítulos, com o seguinte desenvolvimento:

No capítulo segundo, "**Referencial Teórico**", apresentam-se conceitos relativos ao processo de digitalização e um modelo de projeto de digitalização criado com base nas etapas constantes em projetos cartográficos. Apresentam-se também o formato padrão para arquivos gráficos da *Intergraph Corporation (ISFF - Intergraph Standard File Formats)*, a estrutura dos respectivos elementos gráficos, os atributos que caracterizam a validade dos elementos e a descrição do programa utilizado para a correção do arquivo gráfico.

No capítulo terceiro "**Análise da Base Cartográfica Digital da Região Metropolitana de Porto Alegre**", descrevem-se a forma de geração desta base e os problemas nela detectados.

No capítulo quarto, "**Metodologia Proposta**", apresenta-se a sequência metodológica proposta para a correção e organização de bases cartográficas digitais.

No capítulo quinto, "**Resultados**", apresentam-se os resultados obtidos para os arquivos gráficos submetidos ao procedimento proposto.

No capítulo sexto, "**Conclusões e Recomendações**", apresentam-se a análise conclusiva a respeito dos problemas então abordados e algumas recomendações para trabalhos futuros.

Os equipamentos e programas utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa são de marca registrada da *Intergraph Corporation* e empresas filiadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Digitalização

2.1.1 Considerações iniciais

Scarim e Teixeira (19), reportam-se a Tomlinson e Boyle para definir digitalização como: "o processo de conversão de pontos e linhas de um mapa convencional para um formato compatível no uso em computador".

Segundo Brandalize (02), a maioria dos dados cartográficos são processados em programas de computador que utilizam a tecnologia CAD (*Computer Aided Drafting*) com ênfase nos sistemas gráficos interativos, pois estes se apresentam como ferramenta apropriada para incremento da produtividade na geração e manutenção dos mapas.

A passagem de uma carta em meio analógico para o formato digital pode ser manual ou automática, gerando arquivos com estrutura vetorial ou matricial (*raster*), respectivamente. Os arquivos matriciais podem ser posteriormente vetorizados, pelo processo manual ou através de programas de vetorização automática ou semi-automática. Independentemente do método utilizado, definidor da qualidade e precisão dos produtos gerados, os resultados são afetados por falhas e erros inevitáveis de caráter sistemático, devido aos instrumentos utilizados, ou acidental, geralmente ocasionados por falha dos operadores.

Constitui-se, então, em mais uma etapa acumuladora de imprecisões a ser incorporada àquelas já mencionadas. A utilização dos originais para a impressão, como *scribes*, *peel-coats* e fotolitos, minimiza as distorções causadas pelo manuseio e modo de estocagem do produto cartográfico a ser digitalizado.

A digitalização manual pode ser feita de modo contínuo, no qual as coordenadas são registradas num intervalo regular de tempo ou distância a medida que o cursor se desloca continuamente ao longo da feição no mapa; ou ponto a ponto, no qual o operador define a posição de registro das coordenadas de um ponto. De acordo com Burrogh (03), os erros posicionais são maiores na digitalização de modo contínuo, porém, a qualidade gráfica da representação de feições curvas fica prejudicada no modo ponto a ponto.

O tempo gasto para a digitalização manual de uma carta varia com a densidade de linhas, sendo que para uma folha de tamanho normal (mapeamento sistemático), com média densidade de linhas, são necessárias de 120 a 160 horas, aproximadamente.

A precisão da digitalização manual depende do operador e é limitada pela resolução da mesa digitalizadora. Na digitalização de modo contínuo, segundo estudo realizado por Keefer et al (15), para uma resolução variando de 0,025 mm a 0,20 mm, o desvio padrão médio foi de 0,118 a 1,677% da área total (no caso de polígonos); e de 0,089 a 4,670% do comprimento total (no caso de linhas).

A análise quantitativa dos erros oriundos do processo de digitalização não é objeto do presente trabalho, portanto não será aqui detalhada. Em contrapartida, pode-se destacar a vital importância de um projeto de digitalização, ou seja, a necessidade de planejamento, sistematização, padronização e verificação das diversas etapas envolvidas no processo.

2.1.2 Projeto de digitalização

O projeto de digitalização deve ser encarado como um novo projeto cartográfico, cujo resultado será um mapa derivado, pois envolve a geração de um produto com características e finalidades específicas, que será utilizado e manipulado de maneira diferenciada daquele em meio analógico. Assim, fazendo-se uma analogia às etapas constantes em um projeto cartográfico, pode-se visualizar na figura 2.1.2.1, esquematicamente, as etapas fundamentais a serem seguidas para o estabelecimento de um projeto de digitalização.

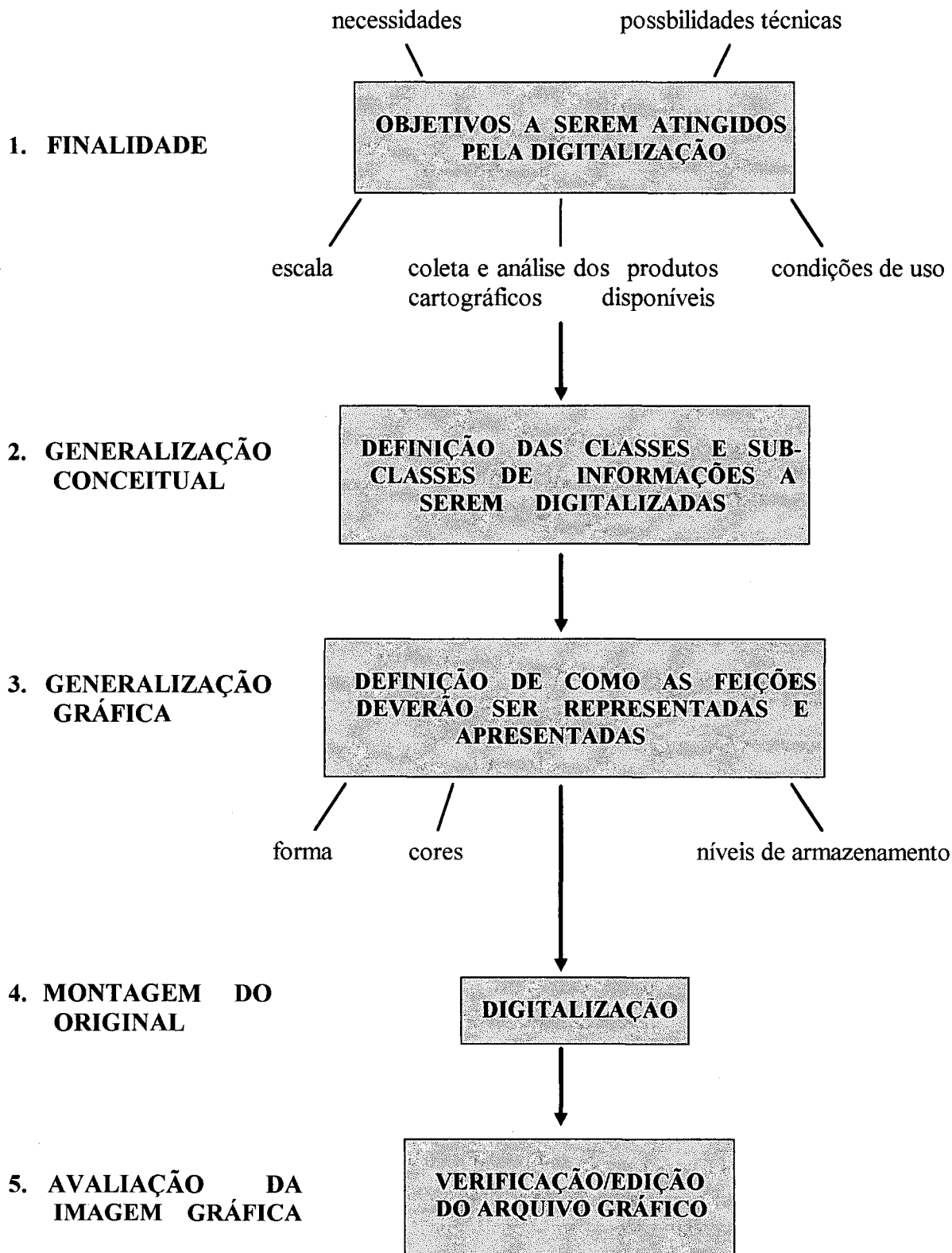


Figura 2.1.2.1 - Projeto de digitalização

Primeiramente, devem ser definidos os objetivos a serem atingidos pela carta digitalizada, levando-se em conta as necessidades do usuário e os recursos financeiros disponíveis. Os dados podem ser digitalizados para fins de visualização no monitor, substituição da mapoteca analógica, facilidade de reprodução e manutenção, ou para possibilitar o intercâmbio com outros programas. Atualmente, o grande avanço da informática nas diversas áreas do conhecimento humano, fez dos mapas digitais um meio de entrada de dados para prover e ser provido por programas mais especializados que utilizem informações espacialmente referenciadas.

Nesta fase, procede-se também ao levantamento e análise dos produtos cartográficos disponíveis, considerando escala, sistema geodésico de referência, sistema de projeção, estado de conservação, grau de precisão e atualização das informações. Em função disto, define-se a precisão a ser atingida e, conseqüentemente, a técnica utilizada para digitalização, estrutura dos arquivos (vetorial, matricial ou ambos) e seu formato de armazenamento, ou seja, os elementos básicos da digitalização.

Em um segundo momento, então, são definidas as classes e sub-classes de informações a serem digitalizadas, ou seja, quais feições serão transformadas para o meio digital. A utilização de mais de um produto cartográfico, para contemplar a inserção de todas as informações pré-estabelecidas, deve ser estudada de forma que se utilize apenas um como base e os demais para complementação. Neste caso, deve-se prever a necessidade ou não de se proceder ao ajustamento das informações através de processos matemáticos, utilizando pontos comuns extraídos das duas fontes, ou mesmo obtidos diretamente no campo, para garantir a precisão dos dados.

Definido o que deverá ser digitalizado, resta estabelecer como os elementos serão representados e armazenados. Esta etapa configura-se como a mais laboriosa e importante para o desenvolvimento adequado e qualidade do produto final. São planejadas e estabelecidas as normas e padrões para a definição das variáveis a serem adotadas na digitalização. Isto envolve a estruturação do arquivo gráfico e o projeto de símbolos.

Para a estruturação dos arquivos gráficos, definem-se a resolução gráfica, o alcance

de armazenamento e se faz a padronização das informações por arquivos e níveis de armazenamento, para otimizar sua recuperação e manipulação.

No projeto de símbolos, para a representação dos elementos, são definidas as primitivas gráficas a serem utilizadas para a representação de feições lineares, envolvendo tipos de linha, espessuras e cores; feições pontuais, através da criação de uma biblioteca de símbolos; feições de áreas, contornadas por feições lineares e preenchidas ou não por uma textura pré-determinada; e informações textuais, definindo tipos de letras e suas dimensões. A utilização de recursos gráficos, como texturas e símbolos, não deve ser excessiva pois implica no aumento do tamanho do arquivo gráfico.

Após a definição da simbologia, deve-se fazer uma impressão preliminar, em papel ou material plástico, na escala definida para o produto final, a qual objetiva verificar a adequabilidade das variáveis visuais adotadas.

A etapa seguinte é a digitalização propriamente dita, a montagem do original que, segundo Scarim e Teixeira (19), compreende a orientação da mesa digitalizadora e a digitalização do mapa. Parte-se, então, para a avaliação da imagem gráfica, processo que envolve a verificação e edição do arquivo gráfico. Nesta etapa se procede ao controle de qualidade, para detectar erros oriundos do processo e verificar se as informações foram digitalizadas por completo. Os erros mais comuns são os de fechamento de polígonos (figura 2.1.2.2), desarticulação de elementos nas bordas (figura 2.1.2.3), laços (figura 2.1.2.4), posicionamento e grafia incorreta de textos, cruzamento de curvas de nível, omissão de elementos e locação de elementos em níveis incorretos. A verificação pode ser feita por comparação visual ou através de programas específicos de detecção de erros.

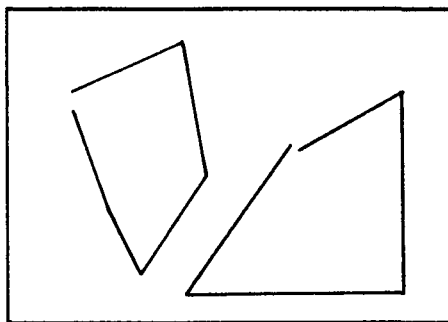


Figura 2.1.2.2 - Não fechamento de polígonos

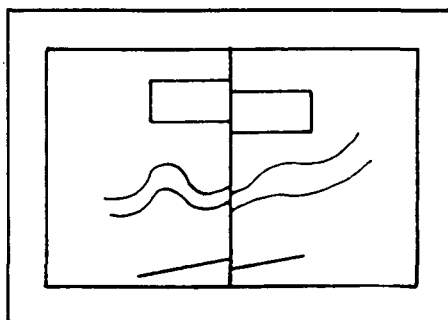


Figura 2.1.2.3 - Desarticulação nas bordas

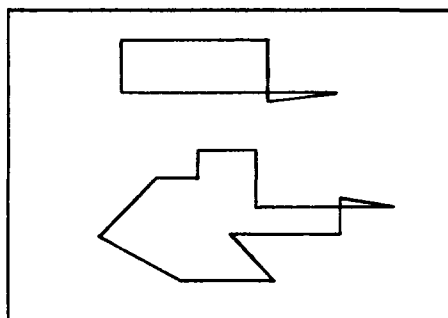


Figura 2.1.2.4 - Laços

2.2 Formato Padrão dos Arquivos Gráficos e Estrutura dos Elementos

O estabelecimento de formatos padronizados para arquivos gráficos permite aos usuários criar uma série de aplicações nos programas internos de traçado gráfico da *Intergraph Corporation*. Estes formatos, denominados ISFF (*Intergraph Standard File*

Formats), são comuns aos padrões de arquivo DGN (*Microstation*) e IGDS (*Interactive Graphics Design System* - Sistema de Traçado Gráfico Interativo).

No formato padrão pré-estabelecido, as informações referentes ao arquivo gráfico ficam registradas nos três primeiros elementos, que são dos tipos 9, 10 e 8, respectivamente. O elemento do tipo 9 armazena as especificações gráficas, ou seja, o cabeçalho do arquivo gráfico; o tipo 10 contém a simbologia dos elementos gráficos; e o tipo 8 abriga os dados de configuração da mesa digitalizadora. Portanto, os elementos criados pelo usuário iniciam a partir do quarto bloco do arquivo (1 bloco = 512 bytes), como demonstrado na figura 2.2.1.

Os elementos gráficos, por sua vez, compõem-se de um cabeçalho fixo, que define sua posição no arquivo, e de informações estabelecedoras de sua configuração enquanto expressão gráfica.

O cabeçalho fixo é composto pelas dezoito primeiras palavras do elemento (1 palavra = 16 bits), comuns a todos os elementos de um arquivo gráfico, como ilustrado esquematicamente na figura 2.2.2. A primeira palavra define qual o tipo de elemento e em que nível de armazenamento se encontra; a segunda, ponteiro do elemento (*words-to-follow*), indica em que posição do arquivo se encontra o elemento subsequente; da terceira à décima quarta palavra, encontram-se as coordenadas X, Y e Z máximas e mínimas do elemento, em unidades de resolução, que estabelecem a área que o elemento ocupa, ou seja, a diagonal formada pelo menor retângulo ou cubo, em duas ou três dimensões respectivamente, que envolve totalmente o elemento (figura 2.2.3). O programa *Microstation 32* armazena as coordenadas de um ponto como um inteiro de 32 bits, sendo que o plano gráfico admite no máximo 2^{32} (4.294.967.296) pontos em cada dimensão. A distância entre dois pontos adjacentes é a menor distância que o programa pode endereçar e é denominada de unidade de resolução ou unidade posicional.

Na sequência se tem a quinta palavra que contém o número do grupo gráfico do elemento, utilizado para a localização dos elementos de um determinado grupo, ao se efetuar manipulações em grupo; a décima sexta palavra, *index to attribute linkage* (índice do atributo de ligação), define o número de palavras existentes até o atributo de ligação, ou até

o elemento seguinte, caso não haja dado de ligação. Os atributos, ou atributos de ligação, são dados ligados à estrutura do elemento gráfico que podem ser uma chave de acesso a um banco de dados, ou apenas informações relacionadas ao elemento gráfico. A palavra dezessete descreve as diversas propriedades do elemento; e a palavra dezoito indica as características de visualização do elemento, ou seja, sua cor, tipo de linha (tipo de vetor) e espessura .

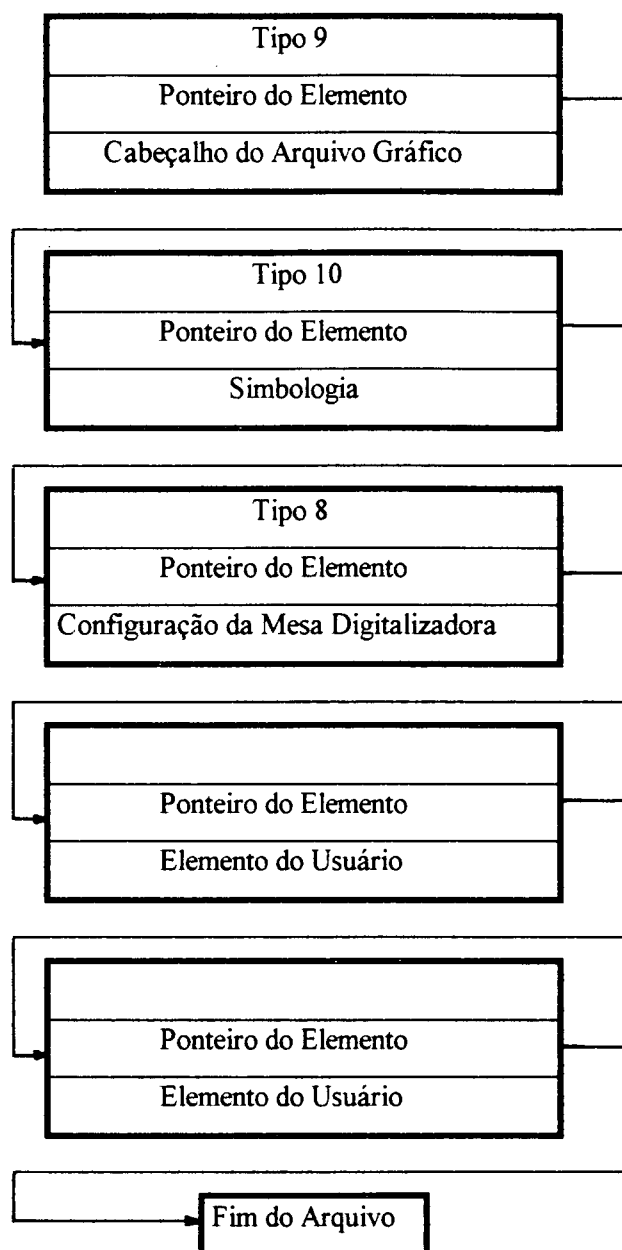


Figura 2.2.1 - Formato padrão do arquivo gráfico

U	Type	C	R	Level
Words to Follow				
X Low				
Y Low				
Z Low				
X High				
Y High				
Z High				
Graphic Group				
Index to Attributes				
Properties				
Symbology				

Figura 2.2.2 - Cabeçalho fixo do elemento

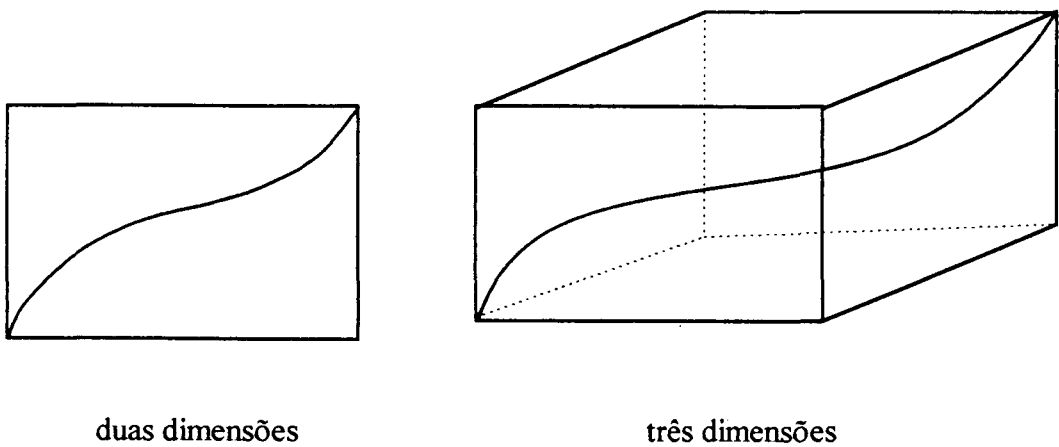


Figura 2.2.3 - Área que o elemento ocupa

2.3 Elementos Inválidos

A geração e constante manipulação de arquivos gráficos pode incorrer no aparecimento de elementos inválidos, imperceptíveis através de visualização no ambiente gráfico, mas que, por sua vez, danificam os arquivos impedindo sua utilização em programas aplicativos, do pacote de produtos da *Intergraph Corporation* e *Bentley Systems Inc.*, como o MSPM (*Microstation Projection Manager*), MGE (*Modular GIS Environment*) e outros.

Elementos inválidos são elementos gráficos cujos significados de seus códigos não estão de acordo com o sistema. A identificação destes erros pode ser feita através do EDG (*Edit Graphics*), o qual é um editor de arquivo gráfico que lista os elementos, um a um, permitindo localizar e corrigir os erros detectados.

De acordo com o formato padrão para a estrutura dos elementos nos arquivos gráficos da *Intergraph Corporation*, os elementos são considerados válidos se tiverem os seguintes atributos:

(a) Número válido de vértices (para *line strings*, *shapes*, *curves* e *point strings*):

- para um único elemento do tipo *line string*, *shape* ou *curve*, podem aparecer no máximo cento e um vértices. No caso das *shapes*, as coordenadas do último vértice devem ser iguais às do primeiro vértice. Para as curvas (*curves*), a curvatura é estabelecida por dois pontos extras, um no início e outro no final da lista de vértices, portanto, só podem ser definidos noventa e sete pontos.

(b) Ponteiros do elemento (*Words-to-follow*) dentro do alcance de 16 a 766 (para elementos ativos):

- os ponteiros de elementos ativos devem estar entre 16 e 766 palavras, sendo que uma palavra equivale a dois bytes. Um arquivo pode estar danificado se sua sequência de ponteiros estiver interrompida.

(c) *Bit* complexo ativado (para componentes de elementos complexos):

- o *bit* complexo deve estar definido para todos os elementos de um grupo complexo. Elemento complexo, ou grupo complexo, é um conjunto de elementos que formam uma única entidade e se mantêm juntos no arquivo. Este grupo é constituído por um cabeçalho (complexo) que contém informações acerca de todo o grupo de elementos, incluindo o número de elementos que o compõe, e pelos próprios elementos componentes.

(d) Tipo de elemento maior que zero:

- o atributo tipo é um dos parâmetros definidores da representação gráfica do elemento, expresso um código numérico que identifica a primitiva gráfica por ele traduzida.

2.4 EDG (*Edit Graphics*)

O EDG é um programa de computador utilitário que possibilita a visualização, busca e modificação de um arquivo gráfico, ou de uma biblioteca de símbolos, sendo estes chamados de *élulas* no programa, através de comandos de linha num ambiente não gráfico. Constitui uma maneira fácil de verificar a validade dos elementos pois examina cada elemento, desde o elemento corrente até a marca de final de arquivo, interrompendo o processamento no elemento inválido e mostrando uma mensagem de erro. Esta mensagem indica qual o tipo de erro e o procedimento para sua correção.

A cada elemento gráfico o EDG atribui um número sequencial que não faz parte do arquivo gráfico, ou seja, não pertence ao cabeçalho fixo do elemento (2.2), através do qual é feita a leitura e manipulação dos elementos.

Como já mencionado, o EDG executa as operações básicas de visualização, busca e modificação de elementos de um arquivo gráfico.

A visualização dos dados do elemento corrente se dá por intermédio de um ponteiro de arquivo mantido pelo programa. Quando este é inicializado, o ponteiro aponta para o primeiro elemento do arquivo. Os dados a serem visualizados são previamente definidos.

A procura de elementos é feita por critérios estabelecidos através do comando de busca, e que constituem o alcance da busca.

Para a alteração de elementos, utiliza-se os comandos de modificar (*Modify*), apagar (*Delete*) ou recuperar (*Undelete*).

Possui quatro modos de operação distintos. Quando no Modo Fixo (*Fix Mode*), permite a correção de um arquivo danificado. No Modo Ninho (*Nest Mode*), permite a modificação somente de elementos simples, isto é, elementos não complexos. No Modo de TraçoComplexo (*Trace Complex Mode*), permite a modificação de elementos complexos. E no Modo de Verificação/Modo de Elemento Ruim (*Verify Mode/Bad Element Mode*), verifica a validade dos elementos (2.3).

A ativação e desativação dos modos de operação são feitas através de comandos do programa. O EDG possui quatro grupos de comandos básicos, sendo estes de definição (*SET commands*), exibição (*SHOW commands*), modificação (*MODIFY commands*) e auxiliares (*AUXILIARY commands*), os quais podem ser seguidos por comandos qualificadores opcionais. Os comandos de definição permitem que se faça o ajuste das definições, o que inclui ajustes de visualização, verificação, critérios de busca e modos de operação. Os comandos de visualização possibilitam a verificação das definições estabelecidas através dos comandos de definição. Os comandos de modificação permitem modificar dados de elementos específicos, que satisfizerem o critério de busca; deve-se, entretanto, fazer uma cópia de segurança antes de se utilizar este tipo de comando sob pena de danificar o arquivo com seu uso inapropriado. E os comandos auxiliares possibilitam a edição de arquivos gráficos, criação de novos arquivos com elementos selecionados de outro arquivo existente, e também a remoção de elementos.

A verificação do arquivo gráfico é feita através dos comandos de verificação. O comando de verificação (*SET VERIFY*) verifica se o tipo de elemento é maior que zero, se o número de vértices é válido, se os ponteiros dos elementos ativos estão entre 16 e 766

palavras e se o bit complexo está definido para os elementos complexos. O comando de verificação com o qualificador de comprimento (*SET VERIFY/LENGTH*) verifica, complementarmente, o número total de ponteiros de elementos (*words-in-description*) do cabeçalho complexo, os ponteiros de elementos e o índice do atributo de ligação. E, além disso, o comando de verificação com o qualificador de alcance (*SET VERIFY/RANGE*) verifica se as coordenadas mínimas são menores que as coordenadas máximas, se o elemento está dentro da área por ele definida e se a área do elemento que compõe um grupo complexo está dentro da área definida para este grupo no cabeçalho complexo.

3 ANÁLISE DA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

3.1 Considerações Iniciais

O processo de estruturação da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) iniciou em 1914 e teve seus limites estabelecidos em 1967, por uma comissão técnica designada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, considerando, basicamente, a continuidade dos espaços urbanizados, os fluxos de transporte e as funções exercidas pelos centros urbanos periféricos ao espaço urbano da capital do estado. Atualmente é composta por vinte e três municípios que totalizam uma área de 6253,41 Km², representativa de aproximadamente 2,22 % da área total do estado.

A Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional, METROPLAN, é o órgão de apoio técnico da administração pública estadual, responsável pelo planejamento, programação, execução e coordenação de programas e projetos de interesse da RMPA, atuando nas áreas de planejamento e gestão urbana.

A base cartográfica digital disponível na METROPLAN é formada por vinte e duas cartas do mapeamento básico sistemático, na escala 1:50.000, produzidas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) em 1978, a partir da restituição aerofotogramétrica do vôo realizado em 1974, e que abrangem toda a RMPA (figura 3.1.1).

Estas cartas foram digitalizadas pelo Centro de Cartografia Automatizada do Exército (CCAUEX), tendo como material básico para digitalização os *scribes* utilizados na gravação das feições para a impressão dos originais convencionais. A digitalização foi manual, com exceção das informações contidas no *scribe* preparado para a impressão em cor sépia, através do programa *Microstation 32*, gerando arquivos no formato vetorial e padrão DGN (padrão de arquivo de propriedade formal da *Intergraph Corporation* para o programa *Microstation*). Os *scribes* sépia, por sua vez, foram digitalizados automaticamente,

via *scanner*, gerando arquivos no formato matricial (*raster*) que, posteriormente, através de um programa de vetorização foram convertidos para o formato vetorial no padrão DGN.

Os problemas detectados nas cartas digitais são, na sua maioria, decorrentes da ausência de planejamento e sistematização para a execução do serviço de digitalização, bem como da falta de uma edição mais cuidadosa. Estes problemas são descritos no próximo item.

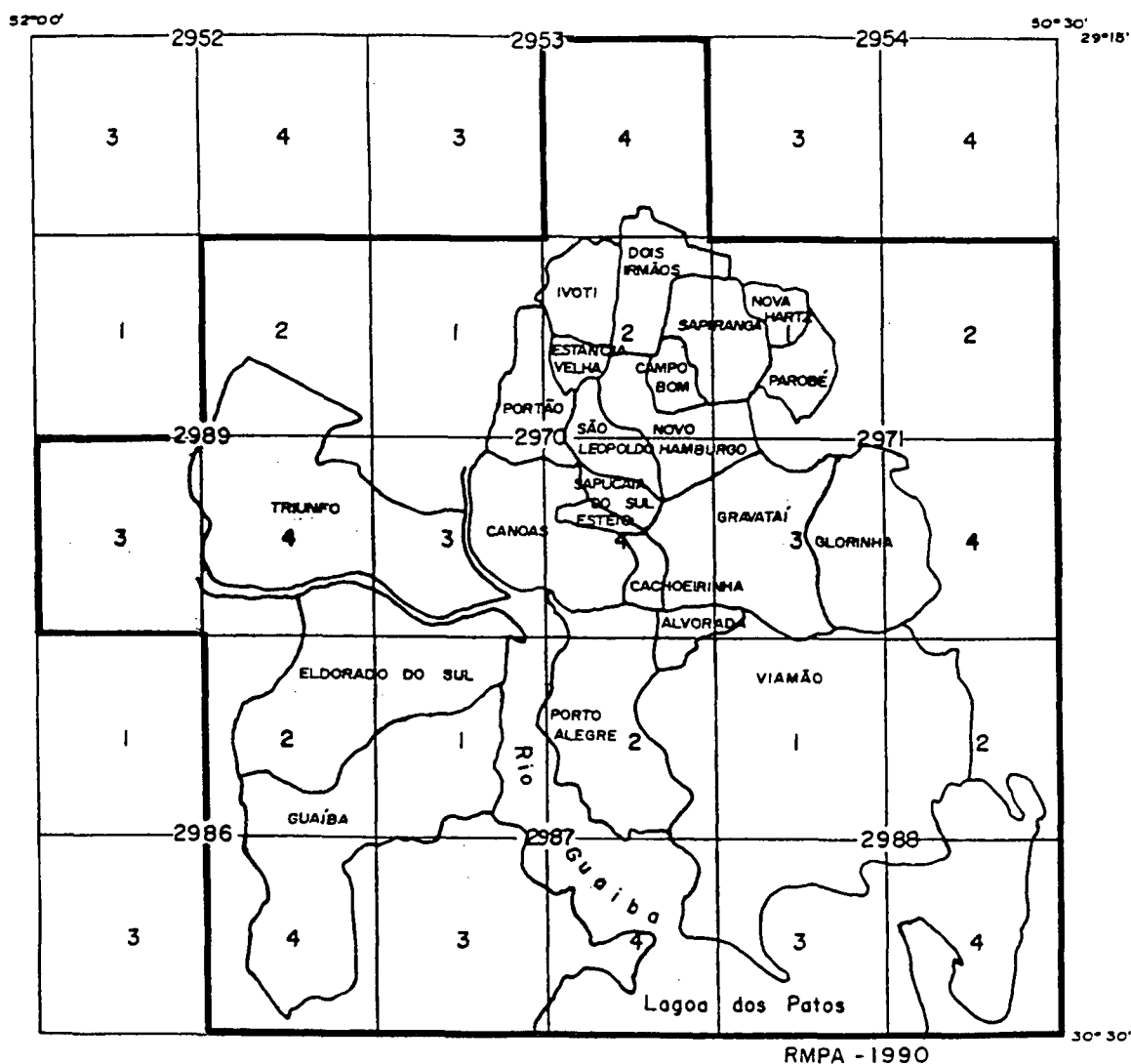


Figura 3.1.1 - Índice das cartas digitais da Região Metropolitana de Porto Alegre

3.2 Problemas Detectados

A partir da análise de seis cartas oriundas desta digitalização, pôde-se constatar a existência de problemas relacionados a elementos inválidos, níveis de armazenamento, feições digitalizadas automaticamente, articulação de folhas, textura, vértices geodésicos, sistema geodésico de referência, edição e atualização. Estes problemas estão aqui detalhados:

(a) elementos inválidos:

Os elementos inválidos descritos em (2.3) foram detectados em alguns arquivos das diferentes cartas.

(b) níveis de armazenamento:

As informações gráficas podem ser armazenadas em diferentes níveis, dependendo do programa utilizado, sendo que o *Microstation32* permite a utilização de sessenta e três níveis distintos para cada arquivo.

As cartas digitais geradas pelo CCAUEx têm suas informações armazenadas em sete arquivos, distribuídas em níveis, não havendo, entretanto, uma padronização destas distribuições. Assim, quando se deseja trabalhar com um determinado tipo de informação é necessário chamar mais de um arquivo simultaneamente, sob pena de não se ter todos os dados desejados, ocasionando um aumento no tamanho do arquivo e, conseqüentemente, o retardamento na recuperação e manipulação dos dados.

(c) feições digitalizadas automaticamente:

Como visto no item 3.1, a digitalização das informações contidas no *scribe* para impressão em cor sépia foi feita através de *scanner*, sendo que aparecem deslocadas em relação às demais feições, digitalizadas manualmente, devido ao ajustamento imperfeito dos cantos de folha. Este tipo de falha, presente em algumas das vinte e duas cartas, ocasiona uma série de inconvenientes, principalmente no que diz respeito à articulação das folhas, à posição da hidrografia em relação ao relevo e à posição dos cortes e aterros em relação ao sistema viário.

(d) articulação:

Os problemas detectados na articulação entre cartas adjacentes está, além do mencionado no item anterior, diretamente relacionado a falhas no processo de edição . Os elementos marginais homólogos se apresentam desconectados e desencontrados. A edição é uma operação que consome tempo mas é fundamental para garantir a qualidade da carta.

(e) textura:

Dentro do contexto, o termo textura é utilizado como tradução da palavra *patterning*, e significa o posicionamento repetido de uma linha ou símbolo, dentro de uma área fechada ou ao longo de um caminho, com espaçamento, escala e ângulo definidos. Algumas áreas pertencentes a duas cartas adjacentes apresentam sua textura com espaçamentos diferentes, ocasionando diferença de saturação em segmentos de uma mesma feição , o que caracteriza um erro de representação.

(f) vértices geodésicos:

Os vértices geodésicos são pontos de primeira e segunda ordens com coordenadas medidas no terreno e pertencentes à rede de pontos fundamentais da DSG ou poligonados a partir destes.

Nas cartas analógicas suas coordenadas são transcritas no verso das mesmas. Independentemente da escala da carta são os pontos de maior precisão nela contidos, porém, sua representação gráfica não pode ser tão exata devido ao tamanho do símbolo utilizado para sua percepção.

Os programas de gerenciamento e automatização da expressão gráfica, neste caso o *Microstation 32*, permitem a leitura de coordenadas de pontos diretamente sobre o arquivo gráfico visualizado na tela, bem como a inserção de pontos a partir de suas coordenadas. Na base cartográfica digital da RMPA, os valores obtidos na leitura das coordenadas dos vértices não correspondem aos valores reais de suas coordenadas pois seu posicionamento,

provavelmente, não foi feito a partir de suas coordenadas e sim pela digitalização dos pontos.

(g) sistema geodésico de referência:

As cartas digitais da RMPA estão referenciadas ao sistema geodésico que adota o elipsóide de Hayford (1909) como figura geométrica para a Terra, o datum horizontal no vértice Córrego Alegre (MG) e o datum vertical em Torres (RS).

O Sistema Geodésico Brasileiro, atualmente em vigor para atividades cartográficas, utiliza o Elipsóide de Referência Internacional 1967 em substituição ao elipsóide de Hayford, o datum horizontal no vértice Chuá (MG) e o datum vertical em Imbituba (SC).

(h) edição:

Todos os arquivos correspondentes às cartas digitais apresentam problemas decorrentes da falta de edição, não percebidos no controle de qualidade, principalmente no que diz respeito ao não fechamento de polígonos, laços e grafia incorreta de textos (2.1.2).

(i) atualização:

As cartas digitais retratam informações datadas de 1974, sendo que os originais que serviram de base para a digitalização não passaram por processos de atualização desde sua confecção. Assim, supõe-se que estejam desatualizadas.

4 METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 Sequência Operacional

A sequência metodológica proposta para a correção e organização da base cartográfica digital da RMPA envolve os procedimentos esquematizados na figura 4.1.1.

Primeiramente, procede-se à verificação e correção do arquivo gráfico, com o objetivo de detectar e corrigir os elementos inválidos que danificam o arquivo .

Faz-se, então, o levantamento dos elementos gráficos constantes nos níveis de armazenamento de cada um dos arquivos correspondentes à carta digital.

Estes dois procedimentos podem ser conduzidos paralelamente, por dois operadores, uma vez que o programa utilizado para a verificação e correção do arquivo trabalha fora do ambiente gráfico, podendo ser acessado em um microcomputador ligado em rede com a estação gráfica. Para isto, basta fazer uma cópia do arquivo que após a etapa de levantamento das informações é apagado, permanecendo apenas o arquivo corrigido para ser submetido às etapas subsequentes.

O passo seguinte consiste na organização dos arquivos, padronizando o armazenamento dos elementos gráficos em arquivos e níveis previamente determinados.

Como esta etapa implica na manipulação excessiva dos elementos e arquivos gráficos, após sua conclusão o arquivo é novamente submetido ao processo de verificação e, caso ocorra o aparecimento de algum erro ou elemento inválido, este deve ser corrigido.

Finalmente, é feito o controle de qualidade para verificar se os elementos estão locados corretamente nos níveis e arquivos pré-estabelecidos e se houve perda ou omissão de elementos.

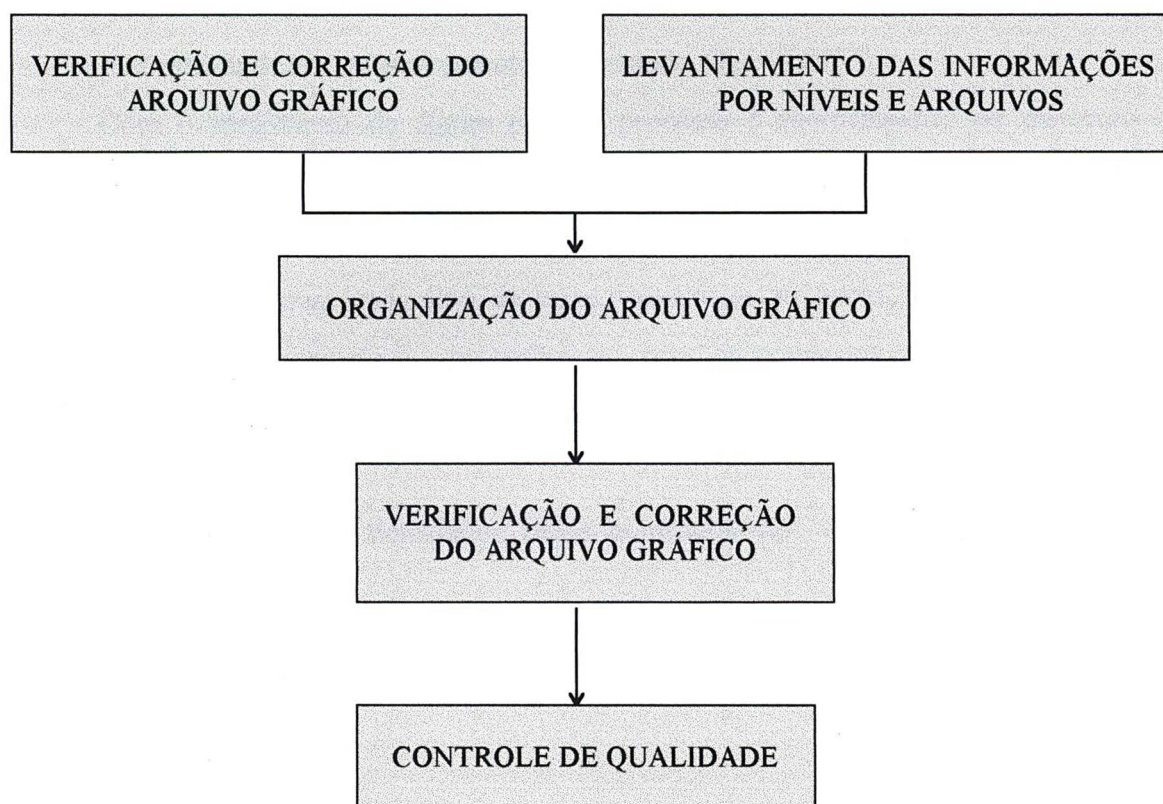


Figura 4.1.1 - Sequência operacional proposta

4.1.1 Verificação e correção do arquivo gráfico

A verificação e correção dos arquivos é feita através do programa EDG (2.4). Este é acessado a partir do sistema operacional UNIX, no diretório onde se encontra o programa, utilizando-se o comando: **edg <nome do arquivo>** .

Com este comando , visualizam-se os dados referentes ao primeiro elemento do arquivo, que é o cabeçalho do elemento, seguido pelo *prompt* do EDG que aparece no vídeo como: **EDG>**.

No *prompt*, efetua-se a verificação do arquivo gráfico através dos comandos de verificação, utilizando-se, primeiramente, o comando *SET VERIFY*.

Com o surgimento de algum erro, o processo é interrompido no elemento que apresenta o erro (elemento inválido) e é emitida uma mensagem indicando o tipo de erro e sua correção, caso contrário aparece a marca de final de arquivo (<*End of design*>). Após a correção, específica para cada tipo de erro, retorna-se ao início do arquivo através do comando *TOP* e se repete o procedimento para os comandos de verificação com os qualificadores de comprimento e alcance (*SET VERIFY/LENGTH* e *SET VERIFY/RANGE*), respectivamente.

Os tipos de erros detectados pelos comandos de verificação mencionados são descritos no item 2.4.

4.1.2 Levantamento das informações por níveis e arquivos

Através do programa *Microstation 32*, efetua-se o levantamento detalhado de todos os elementos existentes em cada um dos sessenta e três níveis de armazenamento dos arquivos correspondentes à carta em estudo.

No arquivo gráfico acessado os níveis são ativados, um a um, permitindo a identificação e registro dos elementos constantes em cada nível. Esta identificação é feita diretamente na tela do vídeo, com o auxílio dos comandos de aproximação e afastamento (*zoom*), para melhor visualização, e de análise (*analyse*), no caso de elementos com aparências similares, bem como da carta original, em meio analógico, da área correspondente.

O comando de análise possibilita a visualização das especificações gráficas e características do elemento.

A carta em meio analógico é de grande valia pois permite uma visão de conjunto, facilitando a identificação de elementos isolados e sua associação com a legenda.

4.1.3 Organização dos arquivos gráficos

Com o objetivo de padronizar o armazenamento das informações constantes da base cartográfica, buscando otimizar sua recuperação e manipulação, fez-se um estudo sobre a melhor distribuição dos elementos gráficos em arquivos e níveis de armazenamento.

Em virtude do tamanho excessivo do arquivo gráfico correspondente a uma única carta na escala 1:50.000, este foi subdividido em sete arquivos menores. Assim, levando-se em conta a natureza das informações foram criados arquivos para abrigar a malha de coordenadas e moldura (gm2970_4.dgn), limites e marcos (mc2970_4.dgn), sistema viário (sv2970_4.dgn), hidrografia (hi2970_4.dgn), edificações (ed2970_4.dgn), vegetação (ve2970_4.dgn) e altimetria (al2970_4.dgn).

Foram adotadas as mesmas especificações dos arquivos digitalizados pelo CCAUEX. São arquivos bidimensionais cujas unidades de trabalho são o metro como unidade master e o centímetro como subunidade, a unidade de resolução é de cem (100) e a resolução de trabalho o centésimo do centímetro.

A proposta para o armazenamento dos elementos gráficos em níveis dentro dos arquivos criados (figura 4.1.3.1) é a seguinte:

Arquivo 1 - Malha de coordenadas e moldura (gm2970_4.dgn)

Nível	Elemento
1	enquadramento, moldura, nome e numeração das folhas
2	malha de coordenadas geográficas
3	texto dos valores das coordenadas geográficas
4	malha de coordenadas UTM
5	texto dos valores das coordenadas UTM
6	selo
7	planta de localização
8	legenda
9	símbolo do CCAUEX e dados técnicos

Arquivo 2 - Limites e marcos (mc2970_4.dgn)

Nível	Elemento
12	marcos geodésicos
13	limites municipais

Arquivo 3 - Sistema viário (sv2970_4.dgn)

Nível	Elemento
16	dados de amarração às folhas adjacentes
17	rodovias, ruas, travessias hidroviárias
18	caminhos
19	eixos (rodovias, ruas, travessias, caminhos)
20	identificação do nível 17
21	textura do nível 17
22	ferrovias
23	identificação das ferrovias
24	terminais hidroviários
25	identificação dos terminais hidroviários e aeroviários
26	obras de arte (pontes, viadutos, túneis, cortes e aterros)
27	oleodutos

Arquivo 4 - Hidrografia (hi2970_4.dgn)

Nível	Elemento
30	cursos d'água, lagos e lagoas permanentes
31	cursos d'água, lagos e lagoas intermitentes
32	topônimos dos níveis 30 e 31
33	textura do nível 30

34	taipas
35	brejo / pântano

Arquivo 5 - Edificações (ed2970_4.dgn)

Nível	Elemento
38	edificações
39	identificação e setas de indicação das edificações
40	escolas
41	igrejas
42	cemitérios
43	cercas
44	nomes das cidades
45	nomes de vilas, lugarejos e bairros
46	mancha urbana
47	linhas de alta e baixa tensão
48	minas e pedreiras
49	antenas e torres de microondas
50	caixas d'água

Arquivo 6 - Vegetação (ve2970_4.dgn)

Nível	Elemento
53	vegetação nativa (floresta, mata, bosque)
54	cultura (plantação) e sua identificação
55	arrozal (terreno úmido e seco)

Arquivo 7 - Altimetria (al2970_4.dgn)

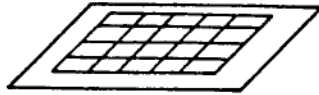
Nível	Elemento
58	curvas de nível mestras e auxiliares
59	curvas de nível intermediárias
60	referências de nível (pontos cotados)
61	cotas (comprovadas, não comprovadas)

A transferência dos elementos para os arquivos e níveis indicados é feita através do comando de cópia (*copy*). Dentro do novo arquivo, graficamente vazio, acessa-se o arquivo que servirá de base para a cópia dos elementos pelo comando de ligação de arquivo (*attach*). A visualização simultânea dos arquivos é possível através da utilização de duas janelas, uma para cada arquivo, ou de dois monitores de vídeo.

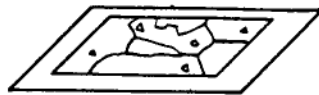
A cópia do elemento de um arquivo para o outro deve ser feita sem o deslocar de sua posição exata. No caso de se desejar copiar um grupo de elementos, pode-se utilizar o comando de cópia por limitador (*fence*), que permite definir uma região a ser copiada. Os elementos copiados para outro arquivo permanecem no mesmonível em que estavam originalmente, devendo ser, posteriormente, transferidos para o nível de armazenamento a eles destinado.

Caso haja diferentes elementos num mesmo nível, a cópia de alguns destes elementos para outro arquivo se torna demorada pois implica na transferência individual de cada elemento. Quando tais elementos possuem características (tipo, cor, tipo de linha e/ou espessura) bem específicas e padronizadas, de forma que possam ser identificados de maneira singular, é possível sua separação e manipulação automática através do comando de seleção (*selector*), tornando o procedimento muito mais rápido.

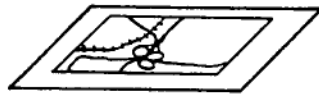
Malha de Coordenadas
e Moldura



Limites e Marcos



Sistema Viário



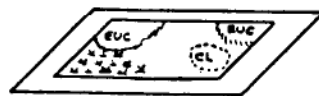
Hidrografia



Edificações



Vegetação



Altimetria

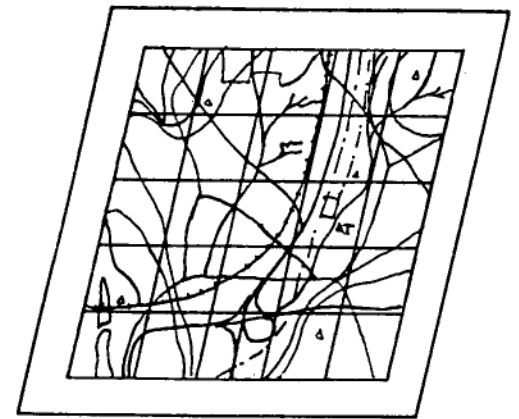


Figura 4.1.3.1 - Organização dos arquivos gráficos

4.1.4 Verificação e correção do arquivo gráfico

Após a organização dos arquivos gráficos, que implica na manipulação de todos os elementos existentes na carta, deve-se, novamente, submetê-los ao processo de verificação e correção detalhado no item 4.1.1 para evitar que o aparecimento de algum erro danifique o arquivo gráfico.

4.1.5 Controle de qualidade

O controle de qualidade, para verificar a correta locação dos elementos nos níveis e arquivos previamente determinados, bem como detectar a perda ou omissão de elementos, é feito através da análise de todos os elementos constantes dos arquivos gerados.

Com o auxílio do mapa convencional, impresso em papel, e do mapa gerado a partir dos arquivos digitais originais, impresso em poliéster, faz-se a comparação visual, elemento por elemento, nível por nível, entre os arquivos magnéticos corrigidos e organizados e estes mapas.

Esta comparação pode ser feita diretamente na tela do vídeo, sobre os arquivos corrigidos impressos na mesma escala, ou ambos. No caso da utilização do vídeo, existe a vantagem de se trabalhar com a imagem ampliada, entretanto, sugere-se que o quadriculado da carta seja usado como referência para garantir que toda ela seja verificada. Os arquivos impressos, nível por nível, facilitam a busca dos elementos, porém, o grande número de impressões acaba tornando este procedimento inviável. Pode-se, no entanto, proceder à verificação dos níveis através da tela do vídeo e trabalhar com impressões parciais por arquivos ou grupos de níveis para a verificação dos elementos.

Por ser um controle visual, independentemente da mídia utilizada, está sujeito a falhas, sendo recomendável que seja realizado por mais de um operador.

5 RESULTADOS

A carta selecionada para a execução da presente proposta foi a de número 2970/4, São Leopoldo, limitada pelos paralelos 29° 45' 00" e 30° 00' 00" Sul, e pelos meridianos 51° 00' 00" e 51° 15' 00" Oeste.

Os sete arquivos correspondentes a esta carta (mo2970_4.dgn, gr2970_4.dgn, az2970_4.dgn, ve2970_4.dgn, ru2970_4.dgn, se2970_4.dgn e mi2970_4.dgn) foram submetidos à sequência operacional descrita no capítulo 4, de onde se obteve os resultados apresentados neste capítulo.

Para a execução de todas as etapas do processo foram gastos, aproximadamente, 120 horas.

5.1 Verificação e Correção do Arquivo Gráfico

Como visto no item 4.1.1, a verificação e correção dos arquivos gráficos é feita através do programa EDG. Os arquivos referentes à carta em estudo foram submetidos aos comandos de verificação constantes deste programa que são, respectivamente, os comandos de verificação (*SET VERIFY*), verificação de comprimento (*SET VERIFY/LENGTH*) e verificação de alcance (*SET VERIFY/RANGE*).

Uma vez que o programa interrompe o processo no elemento inválido, ou seja, no elemento que apresenta o erro, procede-se à sua correção para, em seguida, dar continuidade à verificação do restante do arquivo.

Deste procedimento, obteve-se os seguintes resultados para os arquivos gráficos:

Arquivo 1 - mo2970_4.dgn

O arquivo mo2970_4.dgn não apresentou elementos inválidos.

Arquivo 2 - gr2970_4.dgn

Ao ser estabelecido o comando de verificação (*SET VERIFY*), o processo foi interrompido no elemento de número 116, correspondente a uma *line string* posicionada no nível 63. A mensagem de erro apresentada se refere à validade do número de vértices (número inválido de vértices: 1).

Este erro indica a existência de uma *line string* com o número de vértices inválido, ou seja, apenas um vértice. Uma *line string* é definida por no mínimo dois vértices e no máximo cento e um vértices (2.3). Este tipo de erro caracteriza um resíduo gerado durante o processo de digitalização.

Na versão do programa *Microstation* utilizada para a digitalização das cartas, quando o comando de posicionamento de uma *line string* era abandonado, ocorria a criação de um ponto isolado. Este ponto, na realidade uma "line string", não aparece na tela do vídeo, somente na impressão, e constitui um elemento inválido.

A correção do erro, neste caso, significa a remoção do elemento do arquivo gráfico, a qual é feita através do comando *DELETE*. Dando sequência à verificação do arquivo, pelos comandos de verificação (*SET VERIFY*), verificação de comprimento (*SET VERIFY/LENGTH*) e verificação de alcance (*SET VERIFY/RANGE*), não foram detectados elementos inválidos. Portanto, o arquivo gr2970_4.dgn apresentou um elemento inválido.

Arquivo 3 - az2970_4.dgn

O arquivo az2970_4.dgn não apresentou elementos inválidos.

Arquivo 4 - ve2970_4.dgn

O arquivo ve2970_4.dgn não apresentou elementos inválidos.

Arquivo 5 - ru2970_4.dgn

Ao ser estabelecido o comando de verificação (*SET VERIFY*), o processo foi interrompido no elemento de número 8525, correspondente a uma *line string* posicionada no nível 11. A mensagem apresentada se refere à validade do número de vértices (número inválido de vértices: 1).

Como no arquivo 2, o elemento 8525 constitui um resíduo oriundo do processo de digitalização e deve ser removido do arquivo através do comando *DELETE*.

Dando prosseguimento à verificação do arquivo, o erro apontado no elemento 8525 foi detectado também nos elementos: 11402, 11403, 11537, 15770, 15888 e 16628, todos *line strings* posicionados no nível 11. Estes elementos foram removidos do arquivo e, na sequência, deu-se continuidade à verificação de comprimento e verificação de alcance, onde não foram detectados elementos inválidos.

Assim, o arquivo ru2970_4.dgn apresentou sete elementos inválidos.

Arquivo 6 - se2970_4.dgn

Ao se estabelecer o comando de verificação (*SET VERIFY*), o processo foi interrompido no elemento de número 355, correspondente a uma "line string" posicionada no nível 2. A mensagem apresentada se refere à validade do número de vértices (número inválido de vértices: 1).

Como nos arquivos 2 e 5, o elemento 355 constitui um resíduo oriundo do processo de digitalização e deve ser removido do arquivo através do comando *DELETE*.

Dando prosseguimento à verificação do arquivo, o erro apontado no elemento 355 foi detectado também nos elementos: 532, 2198, 2410, 2427, 2455, 2757, 2928, 2940, 3732, 3733, 3734, 3735, 3736, 3737, 3738, 3739, 3740 e 3741, todos "line strings" posicionados no nível 2. Estes elementos foram removidos do arquivo e, na sequência, deu-se continuidade à verificação de comprimento e verificação de alcance, onde não foram detectados elementos inválidos.

Assim, o arquivo se2970_4.dgn apresentou dezenove elementos inválidos.

Arquivo 7 - mi2970_4.dgn

Ao se estabelecer o comando de verificação (*SET VERIFY*), o processo foi interrompido no elemento de número 6368, correspondente a um cabeçalho (*header*) de elemento complexo (símbolo) posicionado no nível 0. A mensagem de erro apresentada indica a existência do cabeçalho do símbolo (*CELL "246"*) não havendo, porém, elementos compondo este símbolo.

A correção do erro neste caso significa a remoção do elemento 6368 do arquivo gráfico. O programa EDG, entretanto, não permite que se efetue a remoção do cabeçalho de elemento complexo, a qual deve ser feita a partir do sistema operacional por comandos em linguagem C. Dando prosseguimento à verificação do arquivo pelos comandos de verificação (*SET VERIFY*) e verificação de comprimento (*SET VERIFY/LENGTH*), não foram detectados outros elementos inválidos.

Ao se estabelecer o comando de verificação de alcance (*SET VERIFY/RANGE*), o processo foi interrompido no elemento de número 4287, correspondente a um cabeçalho de elemento complexo posicionado no nível 0. A mensagem de erro apresentada significa que o componente do elemento complexo está fora do bloco de alcance de seu cabeçalho, ou seja, a área ocupada por um dos elementos que compõem o símbolo é maior que a área definida para este símbolo no seu cabeçalho.

A área especificada no cabeçalho do símbolo é definida pelas coordenadas máximas e mínimas dos pontos, como segue:

$$(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48581666 , 668817337)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48584566 , 668820313)$$

O elemento que está em desacordo com esta especificação do cabeçalho é o de número 4288, correspondente a um polígono (*shape*) posicionado no nível 46, de área definida pelas seguintes coordenadas:

$$(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48581666 , 668817337)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48584567 , 668820315)$$

Para que não haja alteração no tamanho do elemento, procede-se à alteração das coordenadas máximas e/ou mínimas no cabeçalho do elemento complexo, compatibilizando-o ao tamanho de seu maior elemento, através do comando de modificação (*MODIFY*). Neste caso, foram modificadas as coordenadas $X_{\text{máx}}$ e $Y_{\text{máx}}$ do cabeçalho do símbolo, que passaram a ter as coordenadas $X_{\text{máx}}$ e $Y_{\text{máx}}$ iguais às do elemento 4288, ou seja, $X_{\text{máx}} = 48584567$ e $Y_{\text{máx}} = 668820315$.

O erro apontado no elemento 4287 foi detectado também em outros cinquenta e sete elementos, como segue:

- elemento 4289: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48592079 , 668778365)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48595013 , 668781371)$

elemento em desacordo 4290: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48592077 , 668778365)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48595013 , 668781370)$

alteração do elemento 4289: $X_{\text{mín}} = 48592077$

$$Y_{\text{máx}} = 668781370$$

- elemento 4291: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48597911 , 668780376)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48600937 , 668783468)$

elemento em desacordo 4292: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48597908 , 668780376)$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48600940 , 668783466)$$

alteração do elemento 4291: $X_{\text{mín}} = 48597908$

$$X_{\text{máx}} = 48600940$$

- elemento 4295: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48580205 , 668793328)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48583038 , 668796240)$

elemento em desacordo 4296: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48580202 , 668793328)$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48583036 , 668796237)$$

alteração do elemento 4295: $X_{\text{mín}} = 48580202$

$$X_{\text{máx}} = 48583036$$

- elemento 6083: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48943179 , 668991762)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48945977 , 668994641)$

elemento em desacordo 6084: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48943179 , 668991759)$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48945974 , 668994640)$$

alteração do elemento 6083: $Y_{\text{mín}} = 668991759$

$$X_{\text{máx}} = 48945974$$

- elemento 6085: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48937448 , 668993022)$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48940173 , 668995832)$$

elemento em desacordo 6086: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48937448 , 668993020)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48940171 , 668995831)$$

alteração do elemento 6085: $Y_{\text{mín}} = 668993020$

$$X_{\text{máx}} = 48940171$$

- elemento 6087: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48927414 , 668994700)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48930101 , 668997473)$$

elemento em desacordo 6088: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48927414 , 668994703)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48930102 , 668997475)$$

alteração do elemento 6087: $X_{\text{máx}} = 48930102$

$$Y_{\text{máx}} = 668997475$$

- elemento 6093: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48933529 , 668987307)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48936291 , 668990151)$$

elemento em desacordo 6094: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48933529 , 668987304)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48936288 , 668990150)$$

alteração do elemento 6093: $Y_{\min} = 668987304$

- elemento 6095: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48941269, 668984396)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48944031, 668987240)$

elemento em desacordo 6096: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48941269, 668984393)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48944030, 668987239)$

alteração do elemento 6095: $Y_{\min} = 668984393$

- elemento 6097: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48940635, 668980450)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48943467, 668983362)$

elemento em desacordo 6098: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48940635, 668980456)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48943467, 668983366)$

alteração do elemento 6097: $Y_{\max} = 668983366$

- elemento 6099: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48942263, 668977148)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48945025, 668979992)$

elemento em desacordo 6100: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (48942263, 668977152)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (48945024, 668979995)$

alteração do elemento 6099: $Y_{\text{máx}} = 668979995$

- elemento 7699: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49551182 , 669019727)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49554647 , 669023190)$

elemento em desacordo 7700: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49551181 , 669019727)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49554651 , 669023197)$

alteração do elemento 7699: $X_{\text{mín}} = 49551181$

$X_{\text{máx}} = 49554651$

$Y_{\text{máx}} = 669023197$

- elemento 7701: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coodenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49547660 , 669023274)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49551125 , 669026737)$

elemento em desacordo 7702: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49547659 , 669023274)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49551129 , 669026744)$

alteração do elemento 7701: $X_{\text{mín}} = 49547659$

$X_{\text{máx}} = 49551129$

$Y_{\text{máx}} = 669026744$

- elemento 7703: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49554372 , 669017551)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49557837 , 669021014)$

elemento em desacordo 7704: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49554371 , 669017551)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49557841 , 669021021)$

alteração do elemento 7703: $X_{\text{mín}} = 49554371$

$X_{\text{máx}} = 49557841$

$Y_{\text{máx}} = 669021021$

- elemento 7705: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49557471 , 669014812)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49560936 , 669018275)$

elemento em desacordo 7706: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49557470 , 669014812)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49560940 , 669018282)$

alteração do elemento 7705: $X_{\text{mín}} = 49557470$

$X_{\text{máx}} = 49560940$

$Y_{\text{máx}} = 669018282$

- elemento 7707: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49559577 , 669010785)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49563042 , 669014248)$

elemento em desacordo 7708: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49559576 , 669010785)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49563046 , 669014255)$

alteração do elemento 7707: $X_{\text{mín}} = 49559576$

$$X_{\text{máx}} = 49563046$$

$$Y_{\text{máx}} = 669014255$$

- elemento 7709: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49543919 , 669019393)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49547384 , 669022856)$

elemento em desacordo 7710: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49543918 , 669019393)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49547388 , 669022863)$

alteração do elemento 7709: $X_{\text{mín}} = 49543918$

$$X_{\text{máx}} = 49547388$$

$$Y_{\text{máx}} = 669022863$$

- elemento 7711: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49546303 , 669014100)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49549768 , 669017563)$

elemento em desacordo 7712: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49546302 , 669014100)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49549772 , 669017570)$

alteração do elemento 7711: $X_{\text{mín}} = 49546302$

$$X_{\text{máx}} = 49549772$$

$$Y_{\text{máx}} = 669017570$$

- elemento 7713: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49550423 , 669011126)$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49553888 , 669014589)$$

elemento em desacordo 7714: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49550422 , 669011126)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49553892 , 669014596)$$

alteração do elemento 7713: $X_{\text{mín}} = 49550422$

$$X_{\text{máx}} = 49553892$$

$$Y_{\text{máx}} = 669014596$$

- elemento 7715: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49538715 , 669012182)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49542180 , 669015645)$$

elemento em desacordo 7716: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49538714 , 669012182)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49542184 , 669015652)$$

alteração do elemento 7715: $X_{\text{mín}} = 49538714$

$$X_{\text{máx}} = 49542184$$

$$Y_{\text{máx}} = 669015652$$

- elemento 7717: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49541574 , 669008677)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49545039 , 669012140)$$

elemento em desacordo 7718: polígono, nível 46.

$$\text{coordenadas: } (X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49541573 , 669008677)$$

$$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49545043 , 669012147)$$

alteração do elemento 7717: $X_{\min} = 49541573$

$X_{\max} = 49545043$

$Y_{\max} = 669012147$

- elemento 7719: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (49536798, 669005794)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (49540263, 669009257)$

elemento em desacordo 7720: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (49536797, 669005794)$

$(X_{\max}, Y_{\max}) = (49540267, 669009264)$

alteração do elemento 7719: $X_{\min} = 49536797$

$X_{\max} = 49540267$

$Y_{\max} = 669009264$

- elemento 7721: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (49560676, 669020208)$
 $(X_{\max}, Y_{\max}) = (49564141, 669023671)$

elemento em desacordo 7722: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\min}, Y_{\min}) = (49560675, 669020208)$

$(X_{\max}, Y_{\max}) = (49564145, 669023678)$

alteração do elemento 7721: $X_{\min} = 49560675$

$X_{\max} = 49564145$

$Y_{\max} = 669023678$

- elemento 7723: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563776 , 669017469)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49567241 , 669020932)$

elemento em desacordo 7724: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563775 , 669017469)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49567245 , 669020939)$

alteração do elemento 7723: $X_{\text{mín}} = 49563775$

$X_{\text{máx}} = 49567245$

$Y_{\text{máx}} = 669020939$

- elemento 7725: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49568422 , 669013488)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49571887 , 669016951)$

elemento em desacordo 7726: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49568421 , 669013488)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49571891 , 669016958)$

alteração do elemento 7725: $X_{\text{mín}} = 49568421$

$X_{\text{máx}} = 49571891$

$Y_{\text{máx}} = 669016958$

- elemento 7727: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49573586 , 669009008)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49577051 , 669012471)$

elemento em desacordo 7728: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}}, Y_{\text{mín}}) = (49573585, 669009008)$

$(X_{\text{máx}}, Y_{\text{máx}}) = (49577055, 669012478)$

alteração do elemento 7727: $X_{\text{mín}} = 49573585$

$X_{\text{máx}} = 49577055$

$Y_{\text{máx}} = 669012478$

- elemento 7729: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}}, Y_{\text{mín}}) = (49590557, 668984158)$

$(X_{\text{máx}}, Y_{\text{máx}}) = (49594022, 668987621)$

elemento em desacordo 7730: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}}, Y_{\text{mín}}) = (49590556, 668984158)$

$(X_{\text{máx}}, Y_{\text{máx}}) = (49594026, 668987628)$

alteração do elemento 7729: $X_{\text{mín}} = 49590556$

$X_{\text{máx}} = 49594026$

$Y_{\text{máx}} = 668987628$

- elemento 7731: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}}, Y_{\text{mín}}) = (49593199, 668978616)$

$(X_{\text{máx}}, Y_{\text{máx}}) = (49596664, 668982079)$

elemento em desacordo 7732: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}}, Y_{\text{mín}}) = (49593198, 668978616)$

$(X_{\text{máx}}, Y_{\text{máx}}) = (49596668, 668982086)$

alteração do elemento 7731: $X_{\text{mín}} = 49593198$

$X_{\text{máx}} = 49596668$

$Y_{\text{máx}} = 668982086$

- elemento 7733: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49596532 , 668981242)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49599997 , 668984705)$

elemento em desacordo 7734: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49596531 , 668981242)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49600001 , 668984712)$

alteração do elemento 7733: $X_{\text{mín}} = 49596531$

$X_{\text{máx}} = 49600001$

$Y_{\text{máx}} = 668984712$

- elemento 7735: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49603036 , 668996585)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49606501 , 669000048)$

elemento em desacordo 7736: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49603035 , 668996585)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49606505 , 669000055)$

alteração do elemento 7735: $X_{\text{mín}} = 49603035$

$X_{\text{máx}} = 49606505$

$Y_{\text{máx}} = 669000055$

- elemento 7737: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49600116 , 669003393)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49603581 , 669006856)$

elemento em desacordo 7738: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49600115 , 669003393)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49603585 , 669006863)$

alteração do elemento 7737: $X_{\text{mín}} = 49600115$

$X_{\text{máx}} = 49603585$

$Y_{\text{máx}} = 669006863$

- elemento 7739: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49603368 , 669006248)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49606833 , 669009711)$

elemento em desacordo 7740: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49603367 , 669006248)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49606837 , 669009718)$

alteração do elemento 7739: $X_{\text{mín}} = 49603367$

$X_{\text{máx}} = 49606837$

$Y_{\text{máx}} = 669009718$

- elemento 7741: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49592791 , 669000972)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49596256 , 669004435)$

elemento em desacordo 7742: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49592790 , 669000972)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49596260 , 669004442)$

alteração do elemento 7741: $X_{\text{mín}} = 49592790$

$X_{\text{máx}} = 49596260$

$$Y_{\text{máx}} = 669004442$$

- elemento 7743: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49581447 , 669009914)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49584912 , 669013377)$

elemento em desacordo 7744: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49581446 , 669009914)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49584916 , 669013384)$

alteração do elemento 7743: $X_{\text{mín}} = 49581446$

$$X_{\text{máx}} = 49584916$$

$$Y_{\text{máx}} = 669013384$$

- elemento 7745: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49576542 , 669014144)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49580007 , 669017607)$

elemento em desacordo 7746: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49576541 , 669014144)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49580011 , 669017614)$

alteração do elemento 7745: $X_{\text{mín}} = 49576541$

$$X_{\text{máx}} = 49580011$$

$$Y_{\text{máx}} = 669017614$$

- elemento 7747: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563373 , 669025594)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49566838 , 669029057)$

elemento em desacordo 7748: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563372 , 669025594)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49566842 , 669029064)$

alteração do elemento 7747: $X_{\text{mín}} = 49563372$

$X_{\text{máx}} = 49566842$

$Y_{\text{máx}} = 669029064$

- elemento 7749: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49559724 , 669030610)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49563189 , 669034073)$

elemento em desacordo 7750: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49559723 , 669030610)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49563193 , 669034080)$

alteração do elemento 7749: $X_{\text{mín}} = 49559723$

$X_{\text{máx}} = 49563193$

$Y_{\text{máx}} = 669034080$

- elemento 7751: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563197 , 669035248)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49566662 , 669038711)$

elemento em desacordo 7752: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49563196 , 669035248)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49566666 , 669038718)$

alteração do elemento 7751: $X_{\text{mín}} = 49563196$

$$X_{\text{máx}} = 49566666$$

$$Y_{\text{máx}} = 669038718$$

- elemento 9442: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48292838 , 669888977)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48295739 , 669891953)$

elemento em desacordo 9443: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48292838 , 669888980)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48295740 , 669891955)$

alteração do elemento 9442: $X_{\text{máx}} = 48295740$

$$Y_{\text{máx}} = 669891955$$

- elemento 9887: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48291746 , 669885932)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48294647 , 669888908)$

elemento em desacordo 9888: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48291746 , 669885934)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48294648 , 669888911)$

alteração do elemento 9887: $X_{\text{máx}} = 48294648$

$$Y_{\text{máx}} = 669888911$$

- elemento 10527: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.
coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48468469 , 670579392)$
 $(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48471869 , 670582817)$

elemento em desacordo 10528: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48468469 , 670579389)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48471866 , 670582816)$

alteração do elemento 10527: $Y_{\text{mín}} = 670579389$

- elemento 10804: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48459781 , 670576017)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48463181 , 670579442)$

elemento em desacordo 10805: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48459781 , 670576014)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48463178 , 670579441)$

alteração do elemento 10804: $Y_{\text{mín}} = 670576014$

- elemento 10806: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48465494 , 670572970)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48468894 , 670576395)$

elemento em desacordo 10807: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48465494 , 670572967)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48468891 , 670576394)$

alteração do elemento 10806: $Y_{\text{mín}} = 670572967$

- elemento 10808: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48469531 , 670569847)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48472931 , 670573272)$

elemento em desacordo 10809: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48469531 , 670569844)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48472928 , 670573271)$

alteração do elemento 10808: $Y_{\text{mín}} = 670569844$

- elemento 10810: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48463666 , 670567105)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48467066 , 670570530)$

elemento em desacordo 10811: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48463666 , 670567102)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48467063 , 670570529)$

alteração do elemento 10810: $Y_{\text{mín}} = 670567102$

- elemento 10812: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48457877 , 670565124)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48461277 , 670568549)$

elemento em desacordo 10813: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48457877 , 670565121)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48461274 , 670568548)$

alteração do elemento 10812: $Y_{\text{mín}} = 670565121$

- elemento 10814: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48452392 , 670567257)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48455792 , 670570682)$

elemento em desacordo 10815: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48452392 , 670567254)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48455789 , 670570681)$

alteração do elemento 10814: $Y_{\text{mín}} = 670567254$

- elemento 10816: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48454297 , 670571903)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48457697 , 670575328)$

elemento em desacordo 10817: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48454297 , 670571900)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48457694 , 670575327)$

alteração do elemento 10816: $Y_{\text{mín}} = 670571900$

- elemento 10818: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48456657 , 670586909)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48477425 , 670583479)$

elemento em desacordo 10819: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48474025 , 670580051)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48477422 , 670583478)$

alteração do elemento 10818: $Y_{\text{mín}} = 670580051$

- elemento 10820: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48456657 , 670586909)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48460057 , 670590334)$

elemento em desacordo 10821: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48456657 , 670586906)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48460054 , 670590333)$

alteração do elemento 10820: $Y_{\text{mín}} = 670586906$

- elemento 11131: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48229366 , 669194431)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48232917 , 669202621)$

elemento em desacordo 11132: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48229366 , 669194429)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48232568 , 669197632)$

alteração do elemento 11131: $Y_{\text{mín}} = 669194429$

- elemento 11152: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48349367 , 670076224)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48357837 , 670080947)$

elemento em desacordo 11153: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48349364 , 670077348)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48352963 , 670080947)$

alteração do elemento 11152: $X_{\text{mín}} = 48349364$

- elemento 11168: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48573685 , 670765609)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48578408 , 670774079)$

elemento em desacordo 11169: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48573683 , 670770482)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48577280 , 670774079)$

alteração do elemento 11168: $X_{\text{mín}} = 48573683$

- elemento 11205: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48604365 , 670740266)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48609088 , 670749736)$

elemento em desacordo 11206: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48604361 , 670746138)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48607960 , 670749736)$

alteração do elemento 11205: $X_{\text{mín}} = 48604361$

- elemento 11211: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49116127 , 670879542)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49124127 , 670882542)$

elemento em desacordo 11212: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49116127 , 670879540)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49119128 , 670882542)$

alteração do elemento 11211: $Y_{\text{mín}} = 670879540$

- elemento 11211: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49116127 , 670879540)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49124127 , 670882542)$

elemento em desacordo 11213: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (49119126 , 670879540)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (49124129 , 670882541)$

alteração do elemento 11211: $X_{\text{máx}} = 49124129$

- elemento 11658: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48928712 , 668569090)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48939530 , 668580587)$

elemento em desacordo 11662: polígono, nível 15.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48934089 , 668577881)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48934569 , 668580589)$

alteração do elemento 11658: $Y_{\text{máx}} = 668580589$

- elemento 11731: cabeçalho de elemento complexo, nível 0.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48168634 , 668545754)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48173842 , 668554282)$

elemento em desacordo 11732: polígono, nível 46.

coordenadas: $(X_{\text{mín}} , Y_{\text{mín}}) = (48170100 , 668545754)$

$(X_{\text{máx}} , Y_{\text{máx}}) = (48173848 , 668549501)$

alteração do elemento 11731: $X_{\text{máx}} = 48173848$

Com a correção destes elementos, não foram detectados outros erros no arquivo. Portanto, o arquivo mi2970_4.dgn apresentou um total de cinquenta e nove elementos inválidos.

5.2 Levantamento das Informações

Após a correção dos elementos inválidos, procedeu-se ao levantamento de todos os elementos constantes nos sessenta e três níveis de cada arquivo, obtendo-se os seguintes resultados:

Arquivo 1 - mo2970_4.dgn

Nível	Elemento
1	parte do símbolo do CCAUEx
2	nenhum elemento
3	parte do símbolo do CCAUEx
4 a 9	nenhum elemento
10	parte do símbolo do CCAUEx
11	parte do símbolo do CCAUEx
12 a 62	nenhum elemento
63	moldura, enquadramento, dados técnicos, texto da legenda, planta de localização, selo, nome e numeração da folha, dois pontos externos à área de abrangência da carta, utilizados para orientação na mesa digitalizadora.

Arquivo 2 - gr2970_4.mol

Nível	Elemento
1 a 53	nenhum elemento
54	texto dos valores das coordenadas geográficas, texto dos valores das coordenadas UTM das margens direita, superior, inferior e da última linha do canto inferior da margem esquerda.
55 a 62	nenhum elemento
63	texto dos valores das coordenadas UTM da margem esquerda, malha das coordenadas geográficas, malha das coordenadas UTM.

Arquivo 3 - az2970_4.dgn

Nível	Elemento
1	textura de parte da legenda (vegetação)
2	textura de parte da legenda (hidrografia, brejo)
3 a 20	nenhum elemento
21	textura dos cursos d'água, lagos e lagoas permanentes
22	textura das áreas de brejo ou pântano, seta de orientação de curso d'água.
23 a 63	nenhum elemento

Arquivo 4 - ve2970_4.dgn

Nível	Elemento
1 a 32	nenhum elemento
33	textura dos arrozais
34	textura da vegetação
35 a 63	nenhum elemento

Arquivo 5 - ru2970_4.dgn

Nível	Elemento
1 a 10	nenhum elemento
11	rodovias, ruas, caminhos, textura das rodovias, identificação das rodovias
12 a 63	nenhum elemento

Arquivo 6 - se2970_4.dgn

Nível	Elemento
1	nenhum elemento
2	curvas de nível mestras, curvas de nível intermediárias, curvas de nível auxiliares, taipas, cortes e aterros, pontos de amarração de canto de folha
3 a 6	nenhum elemento
7	cotas (comprovadas, não comprovadas)
8 a 63	nenhum elemento

Arquivo 7 - mi2970_4.dgn

Nível	Elemento
1	meridiano 51 graus
2	nenhum elemento
3	setas de indicação das edificações
4 e 5	nenhum elemento
6	dados de amarração às folhas adjacentes, nomes de cidades, vilas, lugarejos e bairros, identificação da vegetação, linhas de alta tensão, cemitérios, caixas d'água, torres de alta tensão, antenas, ferrovias, número de vias (rodovias), edificações e balsa
7 e 8	nenhum elemento
9	topônimos dos cursos d'água

10	nenhum elemento
11	duas linhas da moldura
12	ferrovias
13 e 14	nenhum elemento
15	pontes
16 a 20	nenhum elemento
21	contorno dos cursos d'água, lagos e lagoas permanentes, cursos d'água intermitentes
22	dois pontos para amarração das folhas
23 e 24	nenhum elemento
25	travessias hidroviárias, terminais hidroviários (porto, ancoradouro)
26 a 28	nenhum elemento
29	marcos geodésicos, referências de nível, nome "Porto Carioca"
30	cercas
31 a 35	nenhum elemento
36	caminhos de contorno
37	nenhum elemento
38	escolas
39 a 43	nenhum elemento
44	minas, pedreiras
45	nenhum elemento
46	edificações, igrejas, caminhos de contorno, caixas d'água, torres de microondas, antenas
47	nenhum elemento
48	oleoduto
49	linhas de alta tensão
50	nenhum elemento
51	limites municipais
52	nenhum elemento

53	cursos d'água intermitentes
54	eixos de travessias hidroviárias
55	nenhum elemento
56	caminhos de contorno
57 e 58	nenhum elemento
59	linhas de alta tensão
60	eixos dos caminhos de contorno
61	eixos de rodovias, ruas e caminhos
62	mancha urbana
63	nenhum elemento

5.3 Organização dos Arquivos Gráficos

A partir do levantamento das informações por níveis e arquivos (5.2), procedeu-se à organização dos arquivos gráficos de acordo com o proposto no item 4.1.3.

A transferência de elementos de um arquivo para outro é feita por meio do comando de cópia. O elemento copiado permanece no nível em que estava originalmente, portanto, deve-se evitar que a transferência seja feita para um nível onde já existam elementos. Caso isto ocorra, pode-se proceder de duas maneiras: quando os elementos de um arquivo e do outro não ficarem

sobrepostos, a mudança de nível pode ser facilmente executada; no caso de inevitável superposição, os elementos podem ser provisoriamente transferidos para um nível graficamente vazio, até que as operações de cópia e mudança de nível sejam concluídas.

Outra dificuldade que pode surgir nesta operação ocorre quando há excesso de elementos locados em um mesmo nível. Neste caso, a cópia ou mudança de nível de elementos é feita individualmente ou, quando possível, por agrupamentos de elementos próximos entre si definidos por um limitador (*fence*), sendo o processo trabalhoso e

demorado em ambas as formas. Este procedimento só se torna mais rápido quando os elementos possuem características gráficas bem específicas e distintas dos demais elementos, como por exemplo a cor, tipo, tipo de linha e espessura, possibilitando, desta forma, a utilização do comando de seleção (*selector*).

Arquivo gm2970_4.dgn - malha de coordenadas e moldura

Para a organização do arquivo gm2970_4.dgn, com a malha de coordenadas e moldura, foi necessário a cópia de elementos contidos nos arquivos mo2970_4.dgn, gr2970_4.mol e az2970_4.dgn. Apesar do arquivo mi2970_4.dgn possuir elementos da malha de coordenadas e moldura no nível 1 (meridiano 51 graus) e no nível 11 (duas linhas da moldura), estes não foram transferidos para o arquivo gm2970_4.dgn para evitar sua duplicação, uma vez que tais elementos se encontram também nos arquivos mo2970_4.dgn e gr2970_4.dgn.

Dentro do arquivo gm2970_4.dgn, graficamente vazio, acessou-se, primeiramente, o arquivo mo2970_4.dgn através do comando de ligação de arquivo (*attach*).

Foram copiados, inicialmente, os elementos constantes nos níveis 1, 3, 10 e 11, todos contendo parte do símbolo do CCAUEx, e, em seguida, transferidos para o nível 9.

Na sequência, copiou-se os elementos contidos no nível 63, ou seja, moldura, enquadramento, dados técnicos, texto da legenda, planta de localização, selo, nome e numeração da folha, dois pontos externos à área de abrangência da carta (utilizados para orientação na mesa digitalizadora). Aqui, como mencionado anteriormente, frente ao excesso de elementos locados no mesmo nível, a transferência de nível foi feita individualmente e por grupos de elementos. Os pontos externos à carta foram removidos do arquivo uma vez que não têm utilidade como informação gráfica, apenas serviram de referência no processo de digitalização. Com a utilização de limitadores foram transferidos os elementos para os níveis a eles destinados, na seguinte sequência: dados técnicos para o

nível 9, texto da legenda para o nível 8, planta de localização para o nível 7, selo para o nível 6 e o restante, enquadramento, moldura, nome e numeração da folha, para o nível 1.

O arquivo mo2970_4.dgn foi, então, desativado através do comando de separação de arquivo (*detach*), acessando-se o arquivo gr2970_4.mol.

Deste arquivo foram copiados os elementos do nível 54, contendo o texto dos valores das coordenadas geográficas e texto dos valores das coordenadas UTM (margens direita, superior, inferior e última linha do canto inferior da margem esquerda). Estes foram transferidos, respectivamente, para os níveis 3 e 5.

Foram copiados também os elementos do nível 63, que contém o texto dos valores das coordenadas UTM da margem esquerda, malha das coordenadas geográficas e malha das coordenadas UTM. Os textos dos valores das coordenadas UTM foram transferidos para o nível 5, a malha de coordenadas UTM foi transferida, linha por linha, para o nível 4 e a malha de coordenadas geográficas foi transferida para o nível 2.

Desativando-se o arquivo gr2970_4.mol e acessando, por fim, o arquivo az2970_4.dgn, foram copiados os elementos dos níveis 1 e 2, contendo a textura de parte da legenda correspondente à vegetação e à hidrografia e brejo, respectivamente, os quais foram transferidos para o nível 8. Neste caso não houve necessidade de transferir para um outro nível os elementos que já estavam nos níveis 1 e 2, pois os elementos copiados não se sobrepuseram aos já existentes.

Arquivo mc2970_4.dgn - limites e marcos

A partir do arquivo mc2970_4.dgn, graficamente vazio, foi acessado o arquivo mi2970_4.dgn de onde foram copiados os elementos do nível 51, limites municipais, e transferidos para o nível 13. Em seguida, com o auxílio do mapa impresso em papel, foram copiados, um a um, os marcos constantes no nível 29, sendo transferidos para o nível 12.

Arquivo sv2970_4.dgn - sistema viário

Para a organização do arquivo sv2970_4.dgn, com o sistema viário, foi necessário a cópia de elementos contidos nos arquivos ru2970_4.dgn, mi2970_4.dgn e se2970_4.dgn.

A partir do arquivo sv2970_4.dgn, graficamente vazio, acessou-se, primeiramente, o arquivo ru2970_4.dgn, do qual foram copiados os elementos constantes no nível 11, ou seja, rodovias, ruas, caminhos, textura das rodovias e identificação das rodovias.

Por meio do comando de seleção (*selector*), as texturas de rodovias, diferenciadas dos demais elementos por sua cor vermelha, foram transferidas para o nível 21. Os caminhos e a identificação das rodovias (nomes) foram transferidos, um a um, para os níveis 18 e 20, respectivamente. E, os demais elementos (rodovias e ruas) foram transferidos para o nível 17, utilizando-se um limitador (*fence*).

O arquivo ru2970_4.dgn foi, então, desativado, acessando-se o arquivo mi2970_4.dgn. Deste arquivo, copiou-se, inicialmente, os elementos constantes no nível 6. A transferência de nível foi feita individualmente, devido ao número excessivo de elementos existentes. Os dados de amarração às folhas adjacentes foram transferidos para o nível 16, as ferrovias para o nível 22, a identificação das ferrovias (nomes) para o nível 23, e o número de vias das rodovias e balsa para o nível 20. Os demais elementos, nomes de cidades, vilas, lugarejos e bairros, identificação da vegetação, linhas de alta tensão, cemitérios, caixas d'água e edificações, foram removidos do arquivo.

Em seguida, foram copiados os elementos constantes no nível 12 (ferrovias) e transferidos para o nível 22. Os elementos do nível 15, pontes e viadutos, foram copiados e transferidos para o nível 26, e os do nível 25, travessias hidroviárias e terminais hidroviários (porto, ancoradouro), foram copiados e transferidos, respectivamente, para os níveis 17 e 24.

Através de um limitador o nome "Porto Carioca" foi copiado do nível 29 e transferido para o nível 25. Os caminhos de contorno aparecem em três níveis diferentes (36, 46 e 56), com representações diferenciadas, mas traduzindo a mesma informação de maneira repetida. Assim, optou-se pela cópia destes elementos a partir do nível 56,

transferindo-os na sequência para o nível 18. Após, foram copiados os oleodutos do nível 48 e transferidos para o nível 27.

Por fim, foram copiados os elementos constantes nos níveis 54, 60 e 61, contendo, respectivamente, os eixos de travessias hidroviárias, eixos de caminhos de contorno e eixos de rodovias, ruas e caminhos, os quais foram transferidos para o nível 19.

O arquivo mi2970_4.dgn foi desativado, para que fosse acessado o arquivo se2970_4.dgn do qual foram copiados os elementos constantes no nível 2. Os cortes e aterros foram transferidos, um a um, para o nível 26 e os demais elementos, curvas de nível mestras, intermediárias e auxiliares, taipas e pontos de amarração de canto de folha, foram removidos do arquivo.

Arquivo hi2970_4.dgn - hidrografia

Para a organização do arquivo hi2970_4.dgn, com a hidrografia, foi necessário a cópia de elementos contidos nos arquivos az2970_4.dgn, mi2970_4.dgn e se2970_4.dgn.

A partir do arquivo hi2970_4.dgn, graficamente vazio, acessou-se, primeiramente, o arquivo az2970_4.dgn, do qual foram copiados os elementos constantes no nível 21, textura dos cursos d'água, lagos e lagoas permanentes, e transferidos para o nível 33. Foram copiados também os elementos constantes no nível 22, sendo que a seta de orientação de curso d'água foi transferida para o nível 33 e os brejos e pântanos para o nível 35.

O arquivo az2970_4.dgn foi, então, desativado, acessando-se o arquivo mi2970_4.dgn. Deste foram copiados os elementos do nível 9, topônimos dos cursos d'água, e transferidos para o nível 32.

Em seguida, foram copiados os elementos constantes no nível 21, contornos de cursos d'água, lagos e lagoas permanentes, e cursos d'água, lagos e lagoas intermitentes. Por meio do comando de seleção (*selector*), os cursos d'água, lagos e lagoas permanentes, diferenciados dos demais elementos pelo tipo de linha, foram separados e transferidos para o nível 30. Os outros elementos foram eliminados do arquivo.

Os cursos d'água, lagos e lagoas intermitentes são repetidos no nível 53, porém com representação diferente da do nível 21. Como o uso de padrões de textura, caso dos elementos do nível 21, aumenta o tamanho do arquivo, optou-se pela utilização dos elementos contidos no nível 53, mudando seu tipo de linha para ficar com uma representação gráfica visualmente idêntica à do nível 21. Estes foram, então, transferidos para o nível 31.

O arquivo mi2970_4.dgn foi desativado, acessando-se o arquivo se2970_4.dgn. Deste foram copiadas, individualmente, as taipas constantes no nível 2, através dos comandos de precisão, e transferidas para o nível 34.

Arquivo ed2970_4.dgn - edificações

Para a organização do arquivo ed2970_4.dgn, com as edificações, foi necessário a cópia de elementos contidos no arquivo mi2970_4.dgn.

A partir do arquivo ed2970_4.dgn, graficamente vazio, acessou-se o arquivo mi2970_4.dgn do qual foram copiados os elementos constantes nos níveis 3, 30, 38 e 44. Os elementos do nível 3 (setas de indicação das edificações) foram transferidos para o nível 39, os do nível 30 (cercas) para o nível 43, os do nível 38 (escolas) para o nível 40, e os do nível 44 (minas/pedreiras) para o nível 48.

Na sequência, foram copiados os elementos do nível 49, linhas de alta tensão, e transferidos para o nível 47. Estes elementos aparecem repetidos no nível 59 do arquivo mi2970_4.dgn, porém com representação diferenciada daquela do nível 49, a qual corresponde à representação utilizada na impressão do mapa em poliéster. Os elementos do nível 59 foram, portanto, ignorados.

Em seguida, foram copiados os elementos constantes no nível 46, edificações, igrejas, caminhos de contorno, caixas d'água, antenas e torres de microondas. Neste caso, devido à semelhança de características entre os elementos gráficos empregados, não foi possível a utilização do comando de seleção. Assim, a imagem ampliada na tela do vídeo foi

totalmente percorrida para a identificação visual dos elementos. Inicialmente, procedeu-se à remoção dos caminhos de contorno e, posteriormente, à transferência das igrejas para o nível 41, das antenas e torres de microondas para o nível 49 e das caixas d'água para o nível 50. Estes procedimentos foram realizados elemento a elemento e as edificações foram, então, transferidas para o nível 38.

Por fim, copiou-se, individualmente, alguns elementos constantes no nível 6. Foram copiados os nomes das cidades, transferidos para o nível 44; os nomes de vilas, lugarejos, bairros e ilhas, transferidos para o nível 45; a identificação de linhas de alta tensão (AT), transferida para o nível 47; a identificação dos cemitérios, transferida para o nível 42; a identificação de caixas d'água, transferida para o nível 50; a identificação de antenas e torres de microondas, transferida para o nível 49; e a identificação das edificações, transferida para o nível 39.

Arquivo ve2970_4.dgn - vegetação

Para a organização do arquivo ve2970_4.dgn, com a vegetação, utilizou-se uma cópia do arquivo ve2970_4.dgn original ao qual foram anexados elementos contidos no arquivo mi2970_4.dgn.

Os elementos contidos no nível 33 do arquivo ve2970_4.dgn (arrozais) foram transferidos para o nível 55. Pelo padrão de textura utilizado na representação das culturas (nível 34), foi possível sua identificação, através do comando de seleção, e posterior transferência para o nível 54. A vegetação nativa foi, então, transferida para o nível 53.

Por fim, acessou-se o arquivo mi2970_4.dgn do qual foram copiados, um a um, os elementos contidos no nível 6, referentes aos topônimos das culturas, e transferidos para o nível 54.

Arquivo al2970_4.dgn - altimetria

Para a organização do arquivo al2970_4.dgn, com a altimetria, foi necessário a cópia de elementos dos arquivos se2970_4.dg e mi2970_4.dgn.

A partir do arquivo al2970_4.dgn, graficamente vazio, foi acessado o arquivo se2970_54.dgn de onde foram copiados os elementos do nível 7, cotas (comprovadas, não comprovadas), e do nível 2 (curvas de nível mestras, auxiliares e intermediárias, taipas, cortes e aterros, pontos de amarração de canto de folha).

Os elementos do nível 7 foram transferidos para o nível 61. No nível 2, as taipas e os cortes e aterros foram removidos do arquivo; as curvas de nível intermediárias foram separadas das demais através do comando de seleção, diferenciadas pelo tipo de linha, e transferidas para o nível 59; e os elementos restantes, curvas de nível mestras e auxiliares e pontos de amarração de canto de folha, foram transferidos para o nível 58.

O arquivo se2970_4.dgn foi, então, desativado, acessando-se o arquivo mi2970_4.dgn. Deste arquivo foram copiados os elementos constantes no nível 29, referências de nível, marcos geodésicos e o nome "Porto Carioca". Os dois últimos foram removidos do arquivo e as referências de nível foram, então, transferidas para o nível 60.

5.4 Verificação e Correção do Arquivo Gráfico

Repetindo os procedimentos do item 5.1, os arquivos foram submetidos aos comandos de verificação do programa EDG, sendo que os arquivos gm2970_4.dgn, mc2970_4.dgn, hi2970_4.dgn, ve2970_4.dgn e al2970_4.dgn, não apresentaram elementos inválidos.

Já os arquivos sv2970_4.dgn e ed2970_4.dgn, quando submetidos ao comando de verificação (*SET VERIFY*), apresentaram a seguinte mensagem de erro:

"error: element type 66 cannot reside on level 25"

Esta mensagem indica que não podem haver elementos do tipo 66 no nível 25.

Os elementos do tipo 66 armazenam dados não-gráficos e não estão associados com um nível, sendo os níveis usados para distinguir entre tipos de dados. Quando no nível 8, o elemento tipo 66 armazena os parâmetros de digitalização; no nível 9, armazena variáveis específicas do *Microstation*; no nível 10 é usado para iniciar automaticamente uma aplicação ao se acessar um arquivo gráfico; e no nível 20 é usado para o armazenamento de dados de uma determinada aplicação específica.

Assim, elementos do tipo 66 no nível 25 constituem erro e devem ser removidos do arquivo. No arquivo *sv2970_4.dgn* os elementos que apresentaram este tipo de erro e foram removidos são os de número: 2452, 2453, 2454 e 2455; e, no arquivo *ed2970_4.dgn*, os de número: 16915, 16916, 16917 e 16918.

Após a remoção de tais elementos, os arquivos não apresentaram outros erros.

5.5 Controle de Qualidade

A verificação do produto final decorrente da correção e organização dos arquivos gráficos, foi feita através da análise descrita no item 4.1.5. Comparando-se a imagem com o mapa impresso em papel e o mapa gerado pela impressão dos arquivos magnéticos originais, verificou-se que os elementos foram corretamente localizados nos níveis e arquivos a eles destinados não havendo, portanto, falha neste procedimento.

Quanto à perda ou omissão de elementos, pôde-se constatar a falta de algumas cotas, correspondentes a pontos cotados localizados no nível 61 do arquivo *al2970_4.dgn* (altimetria). Estas cotas também não foram encontradas no mapa impresso a partir dos arquivos digitais originais, indicando falha no processo de digitalização. Este problema, no entanto, pôde ser

corrigido através da digitalização dos valores das respectivas cotas, extraídos do mapa impresso em papel.

Outros erros, relativos ao posicionamento e grafia incorreta de textos, foram detectados nos arquivos gm2970_4.dgn (malha de coordenadas e moldura) e sv2970_4.dgn (sistemaviário). No nível 9 do arquivo gm2970_4.dgn, as indicações do norte geográfico (NG) e do norte da quadrícula (NQ) aparecem invertidas e, no nível 25 do arquivo sv2970_4.dgn, o nome "Porto Três Portas" aparece com a grafia "Porto TrÊs Portas". Estes erros foram corrigidos no arquivo digital.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Em virtude da crescente demanda ocorrida nas últimas décadas, a utilização da tecnologia da informática nos processos de confecção de mapas e a manipulação destes produtos em meio digital, já traduzem uma realidade.

Faz-se necessário, então, que se comece a dedicar esforços no sentido de avaliar os procedimentos adotados, a partir da qualidade dos produtos gerados, aprimorando metodologias e evoluindo para estudos de caráter normativo, no que tange os processos utilizados, com o objetivo de padronizar e regulamentar os serviços de cartografia digital em nível nacional.

Os objetivos preditos desta dissertação são a criação de uma metodologia específica, para a correção de elementos inválidos e organização dos níveis de armazenamento dos arquivos gráficos; e ressaltar a importância da elaboração de um projeto detalhado para a digitalização de mapas, como forma de minimizar falhas que impossibilitem seu uso pleno e, conseqüentemente, o retorno esperado frente ao investimento feito.

A partir dos resultados obtidos nas experiências realizadas com os arquivos digitais da carta de São Leopoldo, submetidos a todas as etapas constantes no processo, conclui-se que a metodologia proposta funciona plenamente, desde que executada com extremo rigor e atenção por parte dos operadores.

Os erros referentes à validade dos elementos, de caráter aleatório e, geralmente, ocasionados pelo próprio programa utilizado na digitalização, foram detectados e totalmente corrigidos, assim como os resíduos foram removidos dos arquivos.

Os elementos gráficos foram identificados e transferidos para os níveis e arquivos previamente designados para seu armazenamento, acelerando o acesso aos dados, garantindo sua total recuperação e otimizando a manipulação das informações.

Esta etapa do processo, bastante demorada e onerosa, uma vez que implica na redistribuição de todos os elementos da carta, poderia ser dispensada caso a digitalização tivesse sido feita dentro de normas e padrões previamente definidos, acompanhados por um efetivo controle de qualidade. Fato este que vem ratificar a necessidade e importância do projeto de digitalização, pois traduziria uma economia de, aproximadamente, 100 horas de trabalho por carta digitalizada.

O mapa digital corrigido e organizado atende às necessidades do usuário no que diz respeito à sua utilização em programas aplicativos, como base para a geração de mapas temáticos e como fonte de informação qualitativa e quantitativa. Não se presta, porém, como base de dados gráficos para suporte de Sistemas de Informações Geográficas, uma vez que estes pressupõem a inexistência de elementos descontínuos, polígonos abertos, laços e outros erros, cuja correção não faz parte da presente proposta.

6.2 Recomendações

Apresenta-se como recomendação, que sejam feitos estudos voltados para a automação de algumas etapas da metodologia proposta, buscando minimizar a ação dos operadores, acelerando o processo e diminuindo a possibilidade de ocorrência de falhas e erros acidentais.

Que sejam realizadas experiências relacionadas à possível inserção da correção do arquivo digitalizado automaticamente, correspondente à folha dos elementos em cor sépia, antecedendo o controle de qualidade. Esta correção significa o ajustamento matemático dos cantos da folha sépia com as demais folhas correspondentes a uma mesma carta, e reduziria ou eliminaria as falhas relativas à articulação das folhas, posição da hidrografia em relação ao relevo e posição dos cortes e aterros em relação ao sistema viário.

O ajustamento pode ser realizado através do programa MSPM (*Microstation Projection Manager*), instalado nos equipamentos da METROPLAN, o qual é um aplicativo direcionado à área de cartografia. É capaz de realizar a transformação de arquivos gráficos, ou determinados níveis destes arquivos, de um sistema de coordenadas para outro, incluindo a transformação de sistema de projeção e/ou datum geodésico. Permite também a aplicação de transformações matemáticas, pelo Método dos Mínimos Quadrados, partindo-se de um conjunto de pontos de controle ponderados.

Recomenda-se também, que seja estudada a possibilidade de criação de uma metodologia complementar, tendo em vista a adequação de algumas feições básicas, extraídas dos mapas corrigidos e organizados, aos pressupostos estabelecidos para sua utilização em Sistemas de Informações Geográficas. Frente ao grande volume de dados, a correção de todos os elementos tenderia fortemente à inviabilização deste procedimento.

É recomendável que a execução de serviços de cartografia digital seja precedida de um contrato elaborado com extremo rigor técnico e jurídico, estabelecendo as características e qualidade do produto desejado de maneira insofismável, e que seja prevista a provisão de recursos para a fiscalização das etapas envolvidas.

É recomendável que a execução de serviços de cartografia digital seja precedida de um contrato elaborado com extremo rigor técnico e jurídico, estabelecendo as características e qualidade do produto desejado de maneira insofismável, e que seja prevista a provisão de recursos para a fiscalização das etapas envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - AGUIAR, Valther Xavier. **Cartografia Digital**. II Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal, Curitiba, 75-81, 1991.
- 02 - BRANDALIZE, Amauri Alfredo. Cartografia: Modernizando Conceitos. **Fator GIS**, 1: 19-22, 1993.
- 03 - BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon Press. Oxford, 1986. 194 p. Monographs on Soil and Resources Survey.
- 04 - DAVIS Jr., Clodoveu Augusto; FONSECA, Frederico Torres. Erros na Conversão de Dados CAD/SIG. **Fator GIS**, 6: 22-24, 1994.
- 05 - DELON, Alberto Luiz de Azevedo; FARIA, Carlos Roberto Guedes; CAL, Clarice Fernanda Ribeiro. **Sistema de Aquisição Automática de Dados**. XVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 3: 510-515, 1993.
- 06 - GUIMARÃES Filho, Helius de A.; CRÓSTA, Alvaro Pentead. Digitalização de Mapas: um Roteiro. **Fator GIS**, 4: 35-39, 1994.
- 07 - IESCHECK, Andrea Lopes. **Situação da Cartografia Digital da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Relatório Interno. Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN, Porto Alegre, 1993. 13p.

- 08 - INTERGRAPH. **Microstation Projection Manager Reference Manual and Operator Training Guide**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. September 1989.
- 09 - _____. **Microstation User's Guide**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. Version 5, September, 1993.
- 10 - _____. **Microstation Reference Guide**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. Version 5, September, 1993.
- 11 - _____. **Introducing Microstation 32**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. Version 5, September, 1993.
- 12 - _____. **Microstation Database Guide**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. Version 5, September, 1993.
- 13 - _____. **Microstation Development and Support Guide**. Intergraph Corporation, Huntsville - Alabama, USA. Version 5, September, 1993.
- 14 - JACOBI, Ole. **Error Propagation in Digital Maps**. XVI Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Comission III, Kyoto, 348-356, 1988.
- 15 - KEEFER, Brenton J.; SMITH, James L.; GREGOIRE, Timothy G. Modeling and Evaluating the Effects of Stream Mode Digitizing Errors on Map Variables. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 57 (7): 957-963, 1991.
- 16 - LUGNANI, João Bosco. **Introdução à Fototriangulação**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1987. 134p.

- 17 - RADWAN, Mustafa M.; KURE, Jon; AL-HARTHI, Mos. Data Structuring in Topographic Databases. **ITC Journal**, 4: 327-331, 1988.
- 18 - ROBINSON, Arthur H.; SALE, Randall D.; MORRISON, J. L.; MUEHRCKE, P. **Elements of Cartography**. New York, 1984, 5ª edição.
- 19 - SCARIM, José Luiz; TEIXEIRA, Amândio Luís de Almeida. Digitalização e Conversão Raster/Vector de Mapas. **Fator GIS**, 6: 16-21, 1994.
- 20 - VILLARREAL, Pablo Edilberto Grajales. **Atualização de Mapas Digitais com Fotografias Aéreas Singulares**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 1992. 91p. Dissertação de Mestrado.
- 21 - VISVALINGAM, M. Cartography, GIS and Maps in Perspective. **The Cartographic Journal**, 26: 26-32, 1989.