

JOÃO VITOR MEZA BRAVO

**OS OPERADORES DE GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA SUAVIZAÇÃO,
SIMPLIFICAÇÃO, DESLOCAMENTO E REFINAMENTO APLICADOS ÀS CARTAS
TOPOGRÁFICAS DA BACIA DO RIO MARUMBI (PR) E SUAS IMPLICAÇÕES NA
VARIAÇÃO DOS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS**

MARINGÁ

2011

JOÃO VITOR MEZA BRAVO

**OS OPERADORES DE GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA SUAVIZAÇÃO,
SIMPLIFICAÇÃO, DESLOCAMENTO E REFINAMENTO APLICADOS ÀS CARTAS
TOPOGRÁFICAS DA BACIA DO RIO MARUMBI (PR) E SUAS IMPLICAÇÕES NA
VARIAÇÃO DOS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Geografia, do curso de
graduação em Geografia, Departamento de
Geografia, Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula
Santil

MARINGÁ

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

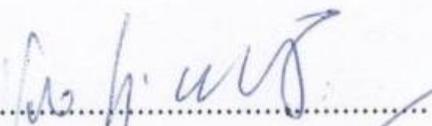
JOÃO VITOR MEZA BRAVO

“OS OPERADORES DE GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA SUAVIZAÇÃO,
SIMPLIFICAÇÃO, DESLOCAMENTO E REFINAMENTO APLICADOS ÀS CARTAS
TOPOGRÁFICAS DA BACIA DO RIO MARUMBI (PR) E SUAS IMPLICAÇÕES NA
VARIAÇÃO DOS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS”

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia (Bacharelado) para a
obtenção do título de Geógrafo.

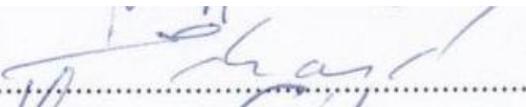
Comissão Examinadora

Ass:.....



Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula Santil
Orientador, Departamento de Geografia, UEM

Ass:.....



Prof. Dr. Edvard Elias de Souza Filho
Departamento de Geografia, UEM

Ass:.....



Prof. Dr. Henrique Firkowski
Departamento de Geomática, UFPR

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Aos meus pais, Donizeth Aparecido Bravo e Lúcia Meza Bravo, pela educação, pelos conselhos e pela vida,

À minha família pela ajuda e convivência,

Ao amigo e orientador Fernando Santil por sempre estar disposto a ajudar e, também, por permitir meus pequenos avanços por meio de sua orientação.

Aos colegas e amigos de graduação pelas boas discussões, conversas e por nossa caminhada juntos,
Agradeço pelo crescimento que me proporcionaram.

Mesmo a torre mais alta começa no chão

Provérbio Chinês

Há cinco degraus para se alcançar a sabedoria:

Calar, Ouvir, Lembrar, Sair e Estudar

Provérbio Árabe

RESUMO

As cartas topográficas são instrumentos utilizados por diversos profissionais das áreas de geociências, engenharias, ou até mesmo das ciências humanas. São produtos que têm de atender a sociedade como um todo e instrumentos primários para o desenvolvimento de trabalhos que tenham necessidade de espacializar a ocorrência de fenômenos. Desta maneira, no presente trabalho de conclusão de curso, faz-se uma avaliação no que se refere ao padrão de generalização cartográfica utilizado na confecção das cartas topográficas, e a interferência dos erros de representação cartográfica na quantificação dos índices morfométricos; como área piloto utilizou-se a bacia hidrográfica do Rio Marumbi (PR). A hipótese que se levantou é que para a confecção das cartas topográficas brasileiras não são adotados critérios para que se mantenha um padrão de generalização das feições, o que degrada não só semanticamente, mas também, posicionalmente, esses produtos. Procurou-se mostrar, por meio de exemplos o quão insatisfatórios podem ser os resultados quando se usa um documento de base com erros de generalização. Buscou-se o exemplo dos índices morfométricos, os quais são costumeiramente usados na análise para o planejamento ambiental por profissionais como: geógrafos, engenheiros, arquitetos, entre outros. Dos resultados pode-se ressaltar que na caracterização dos elementos morfométricos da bacia do Rio Marumbi (PR), nas escalas de 1:25000 e 1:50000, mostrou que há uma inconsistência na redução da informação nos produtos avaliados. Essa situação não é diferente daquela apresentada com os exemplos da utilização dos operadores de generalização geométrica, por nós estudados. Não obstante, esses erros trazem grandes problemas para os profissionais que trabalham com o planejamento territorial, que dependem desses produtos para constituírem seus planos de ação.

Palavras-Chave: Generalização Cartográfica, variação de índices morfométricos, cartas topográficas

ABSTRACT

The topographic maps are tools used by many professionals in the fields of geosciences, engineering, or human sciences. These products must meet the society as a whole and they are primary instruments for the development of an work that need to spatialize the occurrence of some phenomena. Thus, in this work we regard to find some pattern of generalization used in the Brazilian topographic maps and also the interference errors of cartographic representation in the quantification of morphometric index values, using as a pilot area Marumbi River basin (PR). The hypothesis is that to any criterion is adopted to make topographic maps in Brazil in order to maintain a standard generalization of features, which degrades not only semantically but also positionally these products. We shown through examples how the results can be unsatisfactory when using a base maps with errors of generalization. The example of the morphometric index values was used, because they are customarily used in the analysis for environmental planning: professionals such as geographers, engineers, architects, among others, use these parameters. In the results we can note that the morphometric characterization of the elements Marumbi River basin (PR), in the scales of 1:25000 and 1:50000, showed that there is an inconsistency in the reduction of information on the products evaluated. This situation is not different from that presented with examples of the use of geometric generalization operators that we studied. Nevertheless, these errors can bring big problems for professionals that working with territorial planning and development which depend on these products to form plans of action.

Keywords: Cartographic Generalization, Morphometric Index variation, Topographic Maps.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Comparação visual dos modelos norte-americano e brasileiro; (1) trecho de uma carta topográfica norte-americana; (2) e (3) trechos de cartas topográficas brasileiras.	17
FIGURA 2 -	Modelo de visualização do relevo por meio de uma carta topográfica.	20
FIGURA 3 -	Dúvida no processo de leitura do mapa.	20
FIGURA 4 -	Aplicação do operador Simplificação	32
FIGURA 5 -	Aplicação do operador Suavização	33
FIGURA 6 -	Aplicação do operador Deslocamento	33
FIGURA 7 -	Aplicação do operador Refinamento	34
FIGURA 8 -	Mapeamento da área infectada pelo vibrião do cólera, em Londres.	41
FIGURA 9 -	Localização da área de estudo, bacia do rio Marumbi (PR).	44
FIGURA 10 -	Descarga intensa de energia no sistema de confluência rio Marumbi – rio Nhundiaquara	45
FIGURA 11 -	Enchente em Morretes	45
FIGURA 12 -	Simplificação e Suavização - 1	64
FIGURA 13 -	Simplificação e Suavização – 2	65

FIGURA 14 -	Simplificação e Suavização - 3	65
FIGURA 15 -	Deslocamento – 1	66
FIGURA 16 -	Deslocamento - 2	67
FIGURA 17 -	Refinamento - 1	68
FIGURA 18 -	Refinamento - 2	69
FIGURA 19 -	Refinamento - 3	69
FIGURA 20 -	Refinamento - 4	70
FIGURA 21 -	Refinamento - 5	70
FIGURA 22 -	Refinamento - 6	71
FIGURA 23 -	Congestionamento	72
FIGURA 24 -	Erro de generalização na bacia do rio Bom Jardim, município de Morretes (pr).	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	Materiais utilizados	47
QUADRO 2 -	Softwares utilizados no trabalho.	48
QUADRO 3 -	Comprimento de drenagem nas classes temáticas e nas diferentes escalas	57
QUADRO 4 -	Perda da informação por classes temáticas	59
QUADRO 5 -	Índices e parâmetros quantitativos da bacia na escala de 1:25000	60
QUADRO 6 -	Índices e parâmetros quantitativos da bacia na escala de 1:50000	60

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 -	Curvas de nível	52
MAPA 2 -	Drenagem nas cartas em escala 1:25000	53
MAPA 3 -	Drenagem nas cartas em escala 1:50000	53
MAPA 4 -	Drenagem das cartas em escala 1:25000; classificação segundo Strahler	55
MAPA 5 -	Drenagem das cartas em escala 1:50000; classificação segundo Strahler	56

LISTA DE GRÁFICOS E FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 1 -	Mapa conceitual a partir das proposições de MacMaster e Shea (1992)	27
GRÁFICO 1 -	Gráficos da variação das classes de ordem da drenagem	58
GRÁFICO 2 -	Gráfico da perda de informação por classes temáticas de drenagem	59

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	15
1	Cartas topográficas e o modelo brasileiro	15
1.1	Objetivos	21
1.2	Justificativa	22
1.3	Estrutura do trabalho	23
2	Generalização Cartográfica	25
2.1	O processo de generalização segundo MacMaster e Shea (1992)	27
2.2	Os operadores de generalização	31
2.3	Considerações acerca dos operadores	34
3	A escala e o planejamento territorial: qualidade da representação e visualização espacial	36
3.1	O planejamento territorial e a visualização espacial	36
3.2	A escala no contexto da dimensionalidade, fenomenalidade e temporalidade	39
3.3	Considerações acerca dos temas abordados no item 3	42
4	Área de estudo	43
5	Materiais e Método	47
5.1	Materiais	47
5.2	Método	48

5.2.1	Parâmetros morfométricos adotados para a análise	48
5.2.2	Descrição da utilização dos softwares	50
6	Resultados e discussões	52
6.1	Resultados preliminares: mapas gerados	52
6.2	Discussões	57
6.2.1	Medidas e índices morfométricos	57
6.2.2	Avaliação da diferença nos valores de densidade de drenagem	61
6.2.3	Avaliação da diferença nos valores do índice de circularidade, fator de forma e índice de compacidade	62
6.3	Avaliação da utilização dos operadores de generalização geométrica: simplificação, suavização, deslocamento e refinamento	63
6.3.1	Simplificação e suavização	64
6.3.2	Deslocamento	66
6.3.3	Refinamento	68
6.4	Análise da avaliação cartométrica	71
6.4.1	Condições geométricas	71
6.4.2	Medidas espaciais	73
6.4.3	Controle das transformações	73
6.5	Prováveis problemas para o planejamento territorial da área em estudo	74
7	Considerações Finais	76

7.1	Recomendações	77
	Referências Bibliográficas	79
	ANEXOS	83

INTRODUÇÃO

1. Cartas Topográficas e o modelo brasileiro

As cartas topográficas são instrumentos utilizados por diversos profissionais das áreas de geociências, engenharias, e até das ciências humanas. São produtos que têm de atender a sociedade como um todo e são instrumentos primários para o desenvolvimento de trabalhos em que se tenha a necessidade de espacializar a ocorrência de fenômenos.

Esses produtos foram gerados, inicialmente, pelo Serviço Geológico Americano (*USGS – United States Geological Survey*), e hoje são produzidos por agências e órgãos de todo o mundo. A primeira carta topográfica, no modelo que é utilizado pelo Brasil, foi concebida em 1879, mesmo ano em que fora fundado o USGS. Segundo o USGS (2003) as cartas topográficas são ferramentas indispensáveis para o governo, a ciência, a indústria, entre outras práticas, o que corrobora com o que fora afirmado anteriormente.

Diferentemente do Brasil, os Estados Unidos tem grande parte do seu território mapeado. O USGS afirma que o território estadunidense, por meio do projeto “7.5 minutes”, encontra-se mapeado quase que por completo na escala de 1:24000, exceto alguns Estados que foram contemplados com o projeto “*Puerto Rico*”, mapeados na escala de 1:20000 e 1:30000. O Alaska também é uma exceção e tem cartas topográficas na escala de 1:63000 para toda sua área e cartas em 1:24000 e 1:25000 para algumas partes mais povoadas.

As cartas topográficas são os produtos cartográficos mais utilizados dentre todos os outros, porém, o que diferencia as cartas topográficas de outros mapas, como, por exemplo, mapas rodoviários, mapas políticos, de uso da terra? Nas cartas topográficas estão representadas as feições naturais e aquelas criadas pelo homem; representam, também, o relevo por meio das curvas de nível. São produtos que trazem consigo grande parte das informações utilizadas em outros mapas. Segundo a USGS (2003) são usadas na engenharia, exploração de energia, conservação dos recursos naturais, planejamento ambiental, cadastro rural e urbano e por exploradores leigos.

Outro aspecto importante desses produtos é o controle da qualidade com o que são gerados. Nos Estados Unidos, por exemplo, esse controle é feito pelas agências federais responsáveis pela sua confecção (USGS) e pelo seu uso (e.g. *U.S. Departamento of Agriculture Forest Service*, entre outras). Para que esse controle fosse atingido, foi acordado que seria seguido um modelo de acuracidade para a representação nesses produtos: em 1941 surge o *National Map Accuracy Standards* (Padrão/Modelo Nacional de Acuracidade de Mapas). Esse modelo determina o limite de erros em porcentagem para a representação das feições tanto na perspectiva planimétrica quanto na altimétrica. Não obstante, um outro fator para que atingissem esse objetivo de se dar maior qualidade à informação contida nesses produtos, foi a revisão dos produtos já existentes.

Segundo Moore (2003), a revisão das informações contidas nas cartas topográficas, a partir de 1967, alavancou a existência e utilização desses produtos nos Estados Unidos. Nesse sentido, foram criados programas que tinham por finalidade manter o padrão de qualidade desses produtos tanto no que se refere à atualização de dados quanto na melhoria da qualidade posicional das feições.

Flemming (1975) já discutia o tema atualização contínua de dados como uma prática essencial ao cadastro. Para ele uma agência dentro de um determinado país, por exemplo, deve ser responsável por operar as redes de controle e manutenção de atualização de produtos cartográficos. Essa agência deveria, também, determinar critérios para a atualização de coordenadas e para a remodelagem das feições. Não obstante, para quem não seguir esses padrões pré-determinados serão contabilizadas as devidas multas. Outros autores, como Toms *et al* (1987), discutem o mesmo tema, contudo com um enfoque mais abrangente.

É importante ressaltar que essas questões foram levantadas, pois lembrou-se, momentos antes à criação do *National Map Accuracy Standards*, da importância de se ter mapas acurados a serviço da população quando profissionais como engenheiros e planejadores, trabalham com esses produtos.

Assim sendo destaca-se a forma como fora conduzido o mapeamento sistemático norte-americano como um modelo a ser explorado, claro que sendo

discutidos seus pontos negativos e reproduzidos seus pontos positivos, para que se aprimore cada vez mais as representações de base.

O modelo brasileiro

O paralelo com a história das cartas topográficas e o modelo americano foi adotado, pois no Brasil utiliza-se o mesmo modelo criado pela USGS. Observando a Figura 1 pode-se perceber a similaridade existente entre a simbolização utilizada nas cartas americanas e a utilizada no Brasil.



Figura 1 – Comparação visual dos modelos norte-americano e brasileiro; (1) trecho de uma carta topográfica norte-americana; (2) e (3) trechos de cartas topográficas brasileiras.

Desde o *design* até a metodologia de construção, as cartas topográficas brasileiras adotam o mesmo padrão norte-americano. O que deixa a desejar é a falta de um padrão para a atualização de dados e a maior cobertura nacional, aspectos que prejudicam e travam o crescimento do Brasil.

Nesse sentido, para Sluter e Mendonça (2009), o mapeamento topográfico é dispendioso, porém é muito importante para a infraestrutura e desenvolvimento de qualquer país; além disso, é notável que, historicamente, países considerados desenvolvidos investiram no mapeamento sistemático, como é o caso dos Estados Unidos. O Brasil, por exemplo, encontra-se mapeado em sua totalidade apenas na escala de 1:1.000.000 (Archela e Archela, 2008).

A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) tem a atribuição de supervisionar o melhoramento do Sistema Cartográfico Nacional, segundo o Decreto s/nº de 10 de maio de 2000. Além disso, essa comissão tem como atribuição “*assessorar o Ministro de Estado na supervisão do Sistema Cartográfico Nacional, coordenar a execução da política cartográfica nacional e exercer outras atribuições nos termos da legislação pertinente*” (Decreto s/nº de 10 de maio de 2000). Em declaração, a Comissão Nacional de Cartografia disse que o Sistema Cartográfico Nacional não é capaz, neste momento, de suprir a demanda brasileira por cartas topográficas. Esse acontecimento está ligado ao fato de existirem grandes vazios de mapeamento no território nacional, concentrados, principalmente, em zonas estratégicas, como a Amazônia ou mesmo zonas fronteiriças.

Além disso, esse não é o único problema ligado ao mapeamento sistemático brasileiro. Nem sempre os profissionais que trabalham com esses documentos (cartas topográficas) têm formação adequada para fazer a leitura desses produtos, o que acaba gerando equívocos interpretativos. Esses equívocos podem ser amenizados quando a representação leva a informação de forma eficaz ao usuário, ou tornam-se um perigo, uma vez que esses profissionais se valem desses documentos para realizar o planejamento territorial em todos os seus sentidos, em outras palavras, se a leitura está equivocada o erro torna-se eminente.

A adaptação correta das feições cartográficas às diferentes escalas é um fator preponderante na boa aquisição do conhecimento e abstração do modelo. As

pesquisas em generalização cartográfica incumbiram-se de estudar os efeitos da redução da escala na qualidade semântica e posicional das representações. Segundo Ying e Li (2005) a generalização cartográfica é um importante campo da cartografia cujo conteúdo refere-se à extração e generalização dos elementos geográficos (fenômenos) e objetos (feições), de acordo com os princípios cartográficos e conhecimentos específicos para se obter representações em diferentes escalas. Nesse sentido, define-se o processo de generalização cartográfica sem controle como um dos agentes responsáveis pela dificuldade na leitura dos mapas.

Não diferente, o modelo utilizado pelo Brasil na construção das cartas topográficas, que é idêntico ao norte-americano no que se refere à simbologia, não é de fácil leitura. Costumeiramente encontram-se erros na generalização e, além disso, as cartas são desatualizadas, remontando uma construção de quase quatro décadas, momento em que as pesquisas no que se refere à leitura dos mapas estavam se iniciando. Esses acontecimentos combinados à dificuldade de abstração do modelo ou a falta de preparo para a leitura dos profissionais que as utilizam, geram grandes ruídos (Bravo *et al*, 2011).

Outro problema é que a carta topográfica é projetada de forma a ser um documento em 2D, porém revela informações do ambiente em três dimensões. Isso gera mais um conflito na interpretação do usuário que, ao observar um documento projetado no plano, deve abstrair e correlacionar informações em três dimensões; por esse motivo é comum dizer que as cartas topográficas são documentos 2,5D. Assim sendo, fica claro o fato de que é necessário que se avalie esses produtos.

A Figura 2 mostra o modelo que retrata a forma como deve ser idealizada a visualização do terreno por meio de uma carta topográfica, desse modo, o usuário deve observar as curvas de nível e criar, mentalmente, um modelo do terreno. Nessa passagem é que encontram-se os principais problemas de compreensão e correlação.

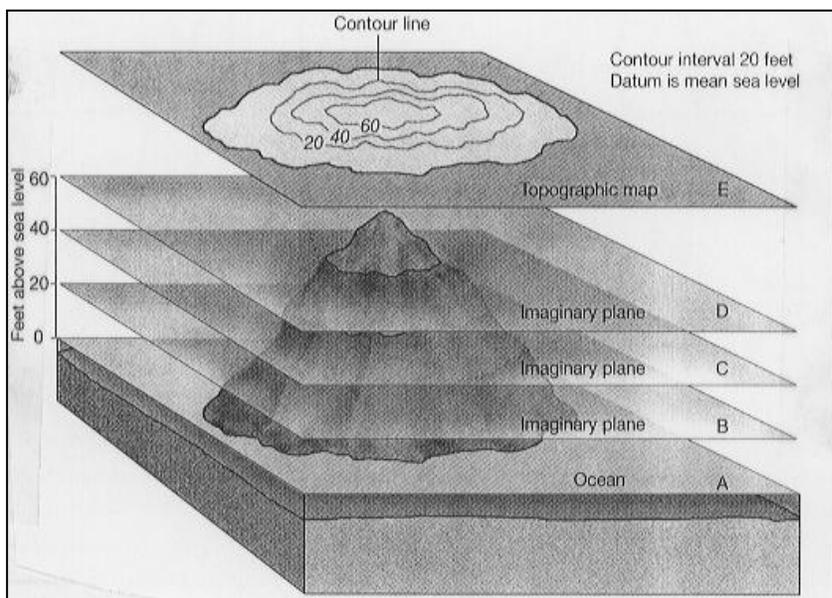


Figura 2 - Modelo de visualização do relevo por meio de uma carta topográfica.
 Fonte: www.erg.usgs.gov/isb/pubs/booklets/symbols/reading.html.

A Figura 3, por exemplo, ilustra um processo de dúvida comum na leitura de mapas. O que se pretende mostrar é que o leitor é obrigado a se questionar por várias vezes e repensar o modelo de acordo com o que está sendo observado na realidade.

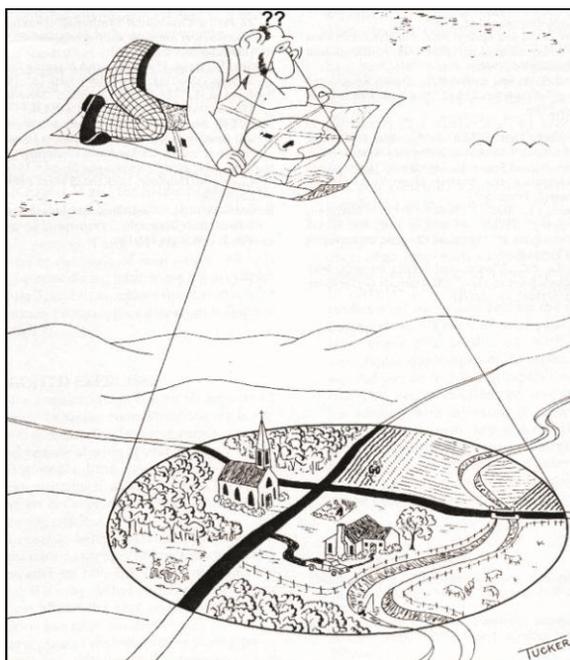


Figura 3 - Dúvida no processo de leitura do mapa.
 Fonte: Muehrcke & Muehrcke (1992).

A relação mostrada na Figura 3 é marcante quando se trabalha com as cartas topográficas. Nelas o erro persiste tanto no campo da interpretação dos elementos representados (curvas de nível, hidrografia, construções), como os erros advindos das interpretações topológicas e ou geométricas. A generalização das feições existentes na realidade para o mapa deve ser estudada criteriosamente, pois, como pode ser observado, uma generalização feita de forma a não contemplar uma boa leitura, pode comprometer drasticamente a abstração do indivíduo o qual observa o mapa. No entanto, segundo Kraak e Ormeling (1998), é claro que a magnitude da redução da escala é um importante fator a ser considerado. Uma redução grande de escala afetará os dados de maneira radical, pois fatores técnicos e humanos influenciam na generalização de forma mais incisiva.

Desta maneira, no presente trabalho de conclusão de curso, faz-se uma avaliação no que se refere ao padrão de generalização cartográfica utilizado na confecção das cartas topográficas, e a interferência dos erros de representação cartográfica na quantificação dos índices morfométricos.

A hipótese que se levanta é que para a confecção das cartas topográficas brasileiras não são adotados critérios para que se mantenha um padrão de generalização das feições, o que degrada não só semanticamente, mas também, posicionalmente, esses produtos.

Procurou-se mostrar, por meio de exemplos o quão insatisfatórios podem ser os resultados quando se usa um documento de base com os erros de generalização. Buscou-se o exemplo dos índices morfométricos, costumeiramente usados na análise ambiental por planejadores, profissionais os quais foram lembrados anteriormente quando se tentou padronizar, nos EUA, a produção desses documentos; acerca desses índices, variações que não correspondam com a realidade podem comprometer o planejamento territorial e, conseqüentemente, acarretar perigos à população.

1.1 Objetivos

Avaliar a qualidade semântica e cartométrica da classe cartográfica hidrografia das cartas topográficas nas escalas 1:25000 e 1:50000. Mais especificamente, buscou-

se analisar a interferência da aplicação incorreta dos operadores de generalização geométrica suavização, simplificação, deslocamento e refinamento, nos parâmetros morfométricos densidade de drenagem, índice de compacidade, fator forma e índice de circularidade, da Bacia do Rio Marumbi (PR).

1.2 Justificativa

Justifica-se a o presente trabalho de conclusão de curso, tendo em vista que verificar esses fatos é uma tarefa importante, pois a generalização cartográfica é um dos elementos que mais interferem no processo de aquisição de conhecimento espacial pelo usuário do mapa de base, pois pode induzir a equívocos de interpretação e visualização espacial. Esses equívocos são gerados por erros no reconhecimento e no relacionamento dos dados representados nos mapas com as feições na realidade observada. Faz necessário lembrar que a generalização implica numa perda de informação, contudo, ela deve ser feita de forma a preservar a “essência” do mapa original (Kraak e Ormeling, 1998).

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que o modelo analisado, proposto por MacMaster e Shea (1992), foi aplicado, inicialmente, para a cartografia digital. Contudo, explicita-se que todo modelo computacional é resultado de experiências humanas, de pensamentos, que geram algoritmos a partir de lógicas diferenciadas. Nesse contexto, os parâmetros de MacMaster e Shea (1992), apesar de terem sido concebidos para o ambiente computacional, sugerem mudanças as quais devem ser executadas pelas pessoas que geram esses algoritmos. Portanto, essas mudanças devem ocorrer na tentativa de minimizar os erros analógicos, computacionalmente, o que não suprime o viés humano/analógico da generalização cartográfica.

Não obstante, os processos de produção e leitura desses produtos estão sujeitos a erros, sejam eles derivados de equívocos sistemáticos ou mesmo semânticos. Além disso, essas variações afetam diretamente os resultados de trabalhos que usam como base os documentos cartográficos desse tipo e pode-se tomar por base os estudos de Flemming (1975) e Toms *et al* (1987).

Flemming (1975) explicou o funcionamento de um sistema de atualização cartográfica que era alimentado por dados obtidos por órgãos do governo e por

usuários da sociedade civil. Para ele a periodicidade na atualização dos dados cartográficos é de suma importância uma vez que a maioria das atividades da sociedade necessitam de uma representação acurada e detalhada para ser exitosa; cabe a nós pensarmos que, se em 1975 era possível que se alimentasse sistemas para a atualização dos dados cartográficos, em 2011 a situação poderia ser bem melhor.

É importante salientar, ainda, que não se pretende questionar trabalhos que já utilizaram desses produtos como base para suas explanações, mas sim revelar a importância da retificação e atenção ao se escolher produtos que tenham por natureza servir de apoio para a confecção de mapas.

1.3 Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo fez-se as considerações iniciais acerca dos temas que serão abordados como, por exemplo, o mapeamento sistemático brasileiro e os órgãos responsáveis e o Sistema Cartográfico Nacional, bem como fez-se alusão ao objetivo o qual se pretende atingir por meio desta pesquisa e um breve histórico sobre o modelo adotado pelo Brasil para a confecção de suas cartas topográficas. Não obstante procurou-se desenhar de forma sucinta as justificativas e motivações as quais dão validade ao trabalho. No segundo capítulo, o tema a abordado é a generalização cartográfica, seus conceitos e operadores. O que se pretendeu mostrar é que existem sim formas de se padronizar a generalização dos documentos cartográficos ou mesmo controlar possíveis erros inerentes ao processo de confecção. No terceiro capítulo fez-se uma pequena abordagem ao tema escala, e sua ligação para com o planejamento territorial, evidenciando a importância da escolha correta do nível de detalhamento para os trabalhos relacionados ao tema, bem como a visualização espacial nesse contexto. No quarto capítulo apresenta-se a área a qual se direcionou o estudo como “área piloto” ou exemplo, bem como as características físicas as quais justificam sua escolha e os materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. No quinto capítulo, exibiu-se os materiais e métodos onde abordou-se os parâmetros morfométricos os quais foram utilizados para verificar se há uma adequada variação da informação, conforme a mudança de escala, no âmbito da utilização desses produtos

para o planejamento territorial. Além disso, mostrou-se a metodologia utilizada para construção dos mapas os quais serviram de base para a aplicação dos índices morfométricos. No sexto capítulo foram apresentados os resultados e discussões onde fez-se as análises dos índices encontrados, correlacionando-os com a mudança de escala nas cartas topográficas utilizadas, bem como são mostrados os possíveis erros de generalização e no que podem implicar esses mesmos erros no contexto do planejamento. No sétimo capítulo apresenta-se as considerações finais acerca do tema e recomendações para futuras pesquisas.

2. Generalização Cartográfica

A generalização cartográfica é, segundo McMaster e Shea (1992), um processo que envolve a manipulação das feições representadas num mapa. Segundo Dent (1985), a generalização é a atribuição de características representacionais aos objetos abstraídos. Isso significa que estamos frente a um processo altamente subjetivo: cada cartógrafo imprimirá suas impressões acerca daquele recorte espacial e atribuirá às feições um modelo criado mentalmente por ele. Esse modelo será, naturalmente, uma generalização da realidade, um tipo de generalização mental, em que serão escolhidos e simplificados os atributos os quais são julgados mais importantes.

Mentalmente é difícil se obter sucesso ao se tentar compreender esse processo, porém, quando a generalização é feita no plano concreto, ou seja, no mapa, por meio da mudança de escala, é possível haver controle. Esse controle evidenciará aspectos essenciais para uma leitura satisfatória dos elementos representados no mapa; neste contexto, pode-se afirmar que o *zoom in* ou o *zoom out* na representação determinará o quão aparente será esse processo de generalização.

No modelo proposto por McMaster e Shea (1992), que foi resultado de discussões acerca dos modelos propostos anteriormente por Ratajski (1967), Morrison (1974), Brassel e Weibel (1988) e Nickerson e Freeman (1986), pode-se destacar dois tipos de transformações de generalização: as transformações espaciais e as transformações dos atributos. Esses transformadores são utilizados por vezes inconscientemente por áqueles que produzem os mapas, no entanto, outras tantas vezes, não se procura uma metodologia adequada para generalizar as informações contidas nesses mapas.

Assim sendo, associa-se as transformações espaciais à generalização geométrica e as transformações dos atributos à generalização conceitual (Nalini, 2005). Esses termos serão adotados no presente trabalho para fazer menção aos tipos de transformadores no decorrer do desenvolvimento conceitual. Vale ressaltar que, na presente pesquisa, avaliou-se, apenas, a utilização dos operadores de generalização

geométrica na confecção das cartas topográficas correspondentes à área de estudo, a bacia do Rio Marumbi (PR).

Esse descuido, de não utilização de um método apropriado para a generalização dos dados, não pode acontecer nas cartas de base, pois estas são concebidas com o objetivo de servir de alicerce para diversos trabalhos relativos à descrição de fenômenos e implantação de obras, na superfície terrestre.

Portanto, é importante que se adote um padrão metodológico para a confecção desse tipo de produto, visto sua abrangência de utilização: são esses mapas que fornecem as informações necessárias para que os usuários, instruídos para com sua utilização ou não, construam um modelo mental do terreno a ser explorado.

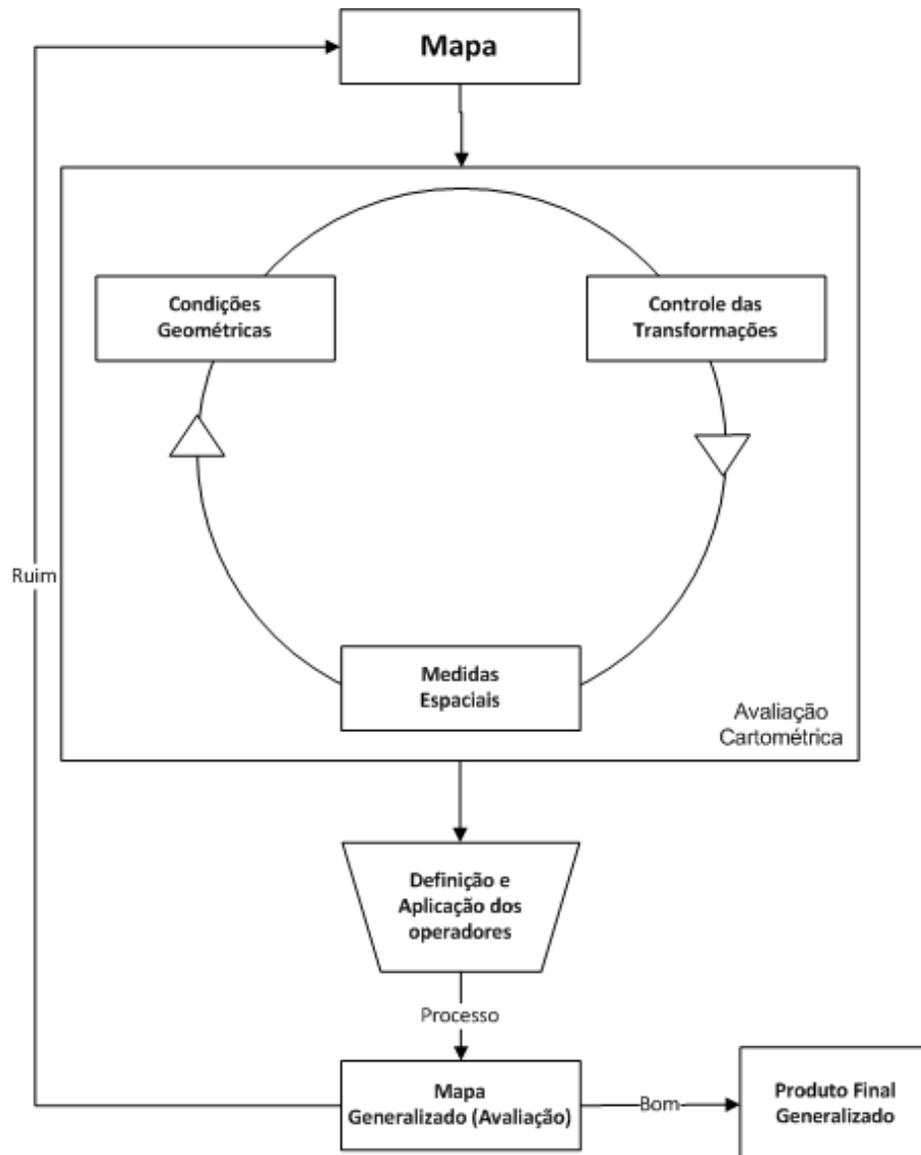
Goldberg et al (1992), explicitam a importância de se ter, mentalmente, um modelo 3D do terreno bem fundamentado e indicam, ainda, que grande parte das atividades cartográficas civis e militares estão concentradas e necessitam da utilização de representações que permitam uma leitura em três dimensões do terreno.

Desta maneira, destaca-se a importância dos operadores de generalização geométrica, descritos por McMaster e Shea (1992), como modelo apropriado à orientação dos processos de transformação da informação nesse tipo de documento. Também destacou-se, na introdução deste trabalho, a importância que estes produtos têm para com as atividades desenvolvidas pela sociedade como um todo. Todavia, faz-se necessário explicitar os conceitos os quais definem a operacionalidade dessas ferramentas de generalização. Mais especificamente, no caso deste trabalho de conclusão de curso, não se avaliará os produtos segundo todos os operadores descritos por MacMaster e Shea (1992), somente se utilizará os operadores: suavização, simplificação, deslocamento e refinamento.

Considerou-se, dentro do contexto do trabalho, que a averiguação da utilização desses operadores seria a de maior interferência nos resultados que buscou-se interpretar. Isso se deu por meio de um estudo preliminar feito durante a etapa de revisão bibliográfica, na qual comparou-se os operadores e verificou-se sua real atuação nos índices estudados.

2.1 O processo de Generalização segundo MacMaster e Shea (1992)

A generalização cartográfica, segundo MacMaster e Shea (1992), deve ser feita quando o mapa começa a falhar na comunicação. Para a aplicação dos operadores, sejam eles os *operadores de generalização geométrica* ou os *operadores de generalização semântica*, deve-se fazer a avaliação cartométrica. O processo no qual estão inseridos, funciona conforme o Fluxograma 1.



Fluxograma 1 - Mapa conceitual a partir das proposições de MacMaster e Shea (1992)

Conforme o que foi mostrado por meio do fluxograma 1, o processo de generalização dos mapas perpassa, ou pelo menos deveria, por uma avaliação cartométrica. Nesse contexto, Taura *et al* (2010) com base em MacMaster e Shea (1992) indicam, também, que a avaliação cartométrica consiste nos procedimentos voltados à identificação das condições geométricas existentes após a realização de uma redução de escala e necessita ser examinada de três pontos de vistas diferentes, que são: **(a)** condições geométricas, **(b)** medidas espaciais e **(c)** controle das transformações. Esses conceitos foram trabalhos por MacMaster e Shea (1992) e serão apresentados a seguir.

Após o processo de avaliação cartométrica, o mapeador tem agora que tomar sua decisão: quais os operadores utilizar? Decididas as ferramentas a serem usadas, ele as aplica no mapa não-generalizado e obtém, em resposta, um mapa numa escala menor com seus atributos devidamente generalizados. Se seguir essa proposta, por exemplo, o cartógrafo terá êxito na comunicação e, caso não obtenha, é possível reavaliar o processo de construção e generalização das feições e identificar pontos do seu projeto os quais não conseguiram atingir um nível satisfatório de aceitação; isso será possível pois houve um controle metodológico para que fosse delineado o processo de generalização.

Para melhor se compreender os processos de avaliação cartométrica descritos por MacMaster e Shea (1992), em seu modelo, faz-se necessário explicitar com maior clareza os conceitos inerentes às suas condições.

(a) Condições Geométricas

As condições geométricas são 6:

1. **Congestionamento:** que consiste na representação de muitas feições num espaço pequeno, gerando um congestionamento de símbolos.
2. **Coalescência:** quando na mudança de escala as feições aproximam-se excessivamente.

3. **Conflito:** essa condição é identificada pela situação na qual a representação da feição é conflitante com o que está ao seu fundo.
4. **Complicação:** caracteriza-se por ser um processo ambíguo na aplicação das ferramentas de generalização e “*resulta da dependência que o processo de generalização pode ter de condições específicas que existem num dado ponto no tempo*”. (Nalini 2005, p. 48).
5. **Inconsistência:** acontece quando as técnicas aplicadas na redução não estão convencionadas, ou seja, há uma aplicação diferente para um mesmo tipo de feição.
6. **Imperceptibilidade:** ocorrência de feições as quais têm tamanhos que não são representáveis na escala em que foi reduzido o mapa.

Apesar de bem definidas as categorias para as condições geométricas, MacMaster e Shea (1992) apontam que elas são subjetivas, o que pode trazer diferenciações naturais a um processo de categorização que depende da cognição de cada avaliador. Contudo, é necessário que se avalie essas condições para que se tornem minimamente padronizados os efeitos de generalização, assim como as outras que serão expostas logo a seguir.

(b) Medidas Espaciais

As medidas espaciais devem ser feitas seguindo os seguintes parâmetros:

1. **Medidas de densidade:** são usadas para avaliar as relações entre várias feições que podem ser pontos de referência, linhas, quantidade de feições por área, entre outras;
2. **Medidas de distribuição:** feitas por todo o mapa, como, por exemplo, distribuição de pontos, complexidade das linhas, etc.;

3. **Medidas de comprimento e sinuosidade:** aplicadas às feições irregulares (lineares ou areais);
4. **Medidas de forma:** medidas que indicam se uma determinada feição de forma "x" pode ser representada na mudança de escala;
5. **Medidas de distância:** medidas das distâncias entre pontos, linhas áreas.
6. **Medidas Gestalt:** medidas que auxiliam na identificação das características perceptivas das feições;
7. **Medidas abstratas:** ajudam a identificar a natureza conceitual da distribuição espacial.(e.g. homogeneidade, repetição, simetria, etc.).

Essas medidas permitem avaliar geometricamente o produto a ser generalizado. MacMaster e Shea (1992), no entanto, indicam que essas não são as únicas medidas que podem ser feitas para o controle da generalização, existindo outras formas de se fazer essa análise. Porém, essa é a maneira mais recorrente, no que se refere à padronização desses aspectos.

Em seguida, MacMaster e Shea (1992) sugerem que deve haver o controle das transformações por meio de alguns métodos de seleção. Eles serão elencados no próximo tópico.

(c) **Controles de transformações**

O controle de transformações é feito pelos seguintes aspectos:

1. **Seleção do operador de generalização:** que se baseia nas seguintes condições:
 - a. Importância da feição;
 - b. Complexidade das relações entre as feições;

- c. Presença da desordem na representação e a eficiência da comunicação do mapa;
 - d. Variação da generalização (tipo, ordem, etc.) em diferentes feições;
 - e. Disponibilidade dos operadores e de algoritmos (no caso digital).
2. **Seleção do Algoritmo:** é o mais difícil de realizar pela complexidade dos algoritmos que podem vir a ser gerados; esses devem ser testados para verificar sua eficácia nas transformações (generalização digital);
3. **Seleção de parâmetros:** os parâmetros que serão utilizados para reduzir as feições (e.g. uma linha com 900 pares de coordenadas tem, ao final da generalização, 300 pares; ou seja, aplicou-se à linha um parâmetro que reduziu 600 pares de coordenadas).

Após a conceituação desses elementos, faz-se necessário mostrar e explicar os operadores de generalização indicados por MacMaster e Shea (1992), como ferramentas à padronização da generalização cartográfica.

2.2 Os operadores de generalização

Os operadores de generalização cartográfica são ferramentas fundamentais no que se refere à correta representação na mudança de escala. Eles permitem que o mapeador padronize minimamente as transformações as quais ocorrerão no mapa. Essa condição oferece ao usuário maior confiabilidade na leitura, ou mesmo, um padrão estático-geométrico similar entre as feições.

Segundo MacMaster e Shea (1992, p. 54) os operadores de generalização são ferramentas que transformam as feições numa perspectiva geográfica ou topológica. Porém, vale ressaltar que essa mudança deve ser controlada para se minimizar os equívocos interpretativos por parte dos usuários; e é essa a função dos operadores, que regulam a forma como serão conduzidas as mudanças.

Como já foi indicado, no presente trabalho utilizou-se apenas de 4 operadores¹ para se fazer as análises, motivo o qual já fora explicitado.

Para melhor compreendermos para que servem e como funcionam, faz-se necessário explicar com mais cuidado esses quatro operadores de generalização geométrica, utilizados para a avaliação dos produtos de base referentes à área de estudo; e são eles: **(a) simplificação**, **(b) suavização**, **(c) deslocamento**, **(d) refinamento**.

(a) Simplificação

O operador simplificação irá selecionar as características de uma linha, por exemplo, onde existem muitos pontos, e indicará pontos redundantes para que seja avaliada a necessidade de se reter ou rejeitar aquele trecho de caracteres da linha. Essa simplificação, se ocorrer de maneira planejada, pode ser pouco marcante: a simplificação, nesse caso, não suprimiu características importantes da feição, diminuindo o tamanho do arquivo, no caso da generalização digital. A Figura 4 ilustra a aplicação do operador simplificação.

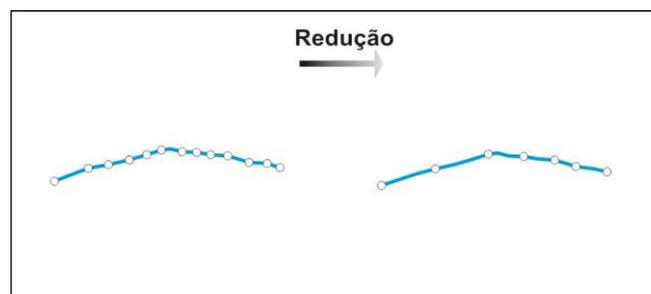


Figura 4 - Aplicação do operador Simplificação

(b) Suavização

O operador de generalização suavização pode ser caracterizado pela mudança de lugar de pontos na tentativa de suavizar perturbações em pequenas distâncias

¹ Conforme o indicado, os operadores descritos por MacMaster e Shea (1992) são: Operadores de transformação espacial (Simplificação, Suavização, Agregação, Amalgamação ou Fusão, Unificação, Colapso, Refinamento, Exagero, Realce, Deslocamento); Operadores de transformações dos atributos (Classificação e Simbolização).

seguinto, apenas, as tendências mais significativas da linha. Esse operador produz mudanças estéticas nas feições, deixando-as mais “agradáveis” à percepção. A Figura 5 representa a aplicação do operador suavização.

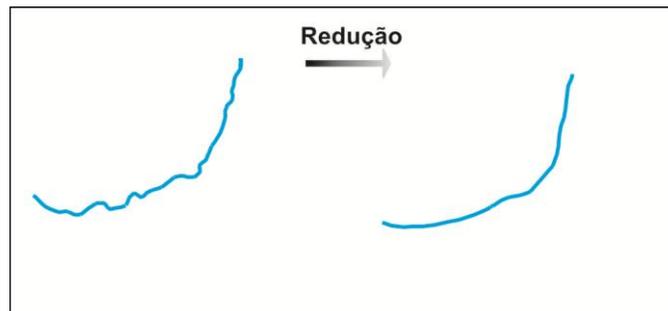


Figura 5 - Aplicação do operador Suavização

(c) Deslocamento

O operador deslocamento é uma técnica usada para contornar problemas de conflito entre duas ou mais feições na mudança de escala. Esses problemas podem ocorrer por proximidade excessiva das feições ou mesmo sobreposição e coincidência. A Figura 6 ilustra a aplicação do operador deslocamento.

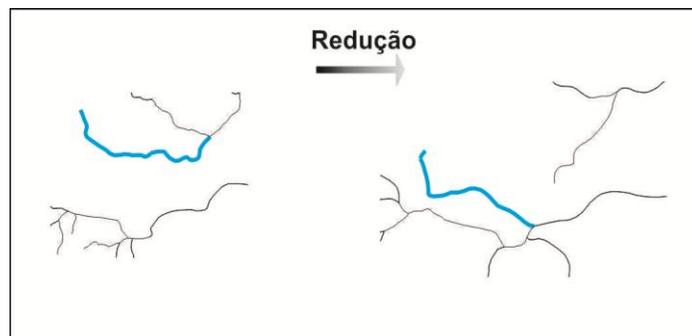


Figura 6 - Aplicação do operador Deslocamento

(d) Refinamento

O refinamento é utilizado na redução de detalhamentos excessivos na representação espacial, sem que esta perca suas características principais. As feições muito pequenas ou numerosas são difíceis de serem representadas na mudança de escala,

assim, o operador refinamento exclui essas feições, as quais não acrescentam informações consideráveis à representação. A Figura 7 ilustra a aplicação do operador refinamento.

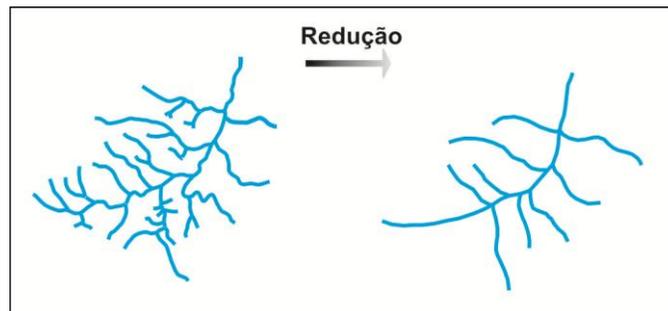


Figura 7 - Aplicação do operador Refinamento

2.3 Considerações acerca dos operadores

Com a descrição de cada caso específico dos operadores utilizados na avaliação dos documentos de base no presente trabalho, fica mais claro que esses impactam diretamente sobre a dinâmica do planejamento territorial, cujo teor é alicerçado diretamente por produtos como os quais o objetivo do presente trabalho tem por tarefa avaliar. Caso o mapeador, por exemplo, utilize-os de forma não harmônica com o projeto cartográfico por ele planejado, os ruídos serão intensos. Isso compromete a qualidade do serviço prestado por órgãos como, por exemplo, a defesa civil, os bombeiros, entre muitos outros, que dependem das cartas de base para equacionarem problemas cotidianos relacionados ao planejamento territorial ou mesmo ao risco ambiental.

Essa deficiência no serviço prestado não reflete à demanda crescente pela procura e utilização desses documentos: programas como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) na esfera federal, ou mesmo outros menores, que têm de utilizar documentos de base para executar seus projetos de crescimento da infraestrutura, incitam uma melhoria cada vez maior nos serviços cartográficos. Esse é um limiar, descrito por Mendonça e Sluter (2009), que permite que uma nação se desenvolva no que se refere à infra-estrutura e, conseqüentemente, economicamente.

Assim sendo, pensar nos operadores como simples ferramentas de representação é deixar de lado todo um aspecto que fomenta o desenvolvimento sustentável de uma nação, que tem seus projetos de infra-estrutura desenvolvidos com base em produtos projetados para descrever fielmente o terreno. Os operadores têm uma função muito importante a qual permitem, por exemplo, a otimização do tempo em obra por conta da boa comunicação do mapa, ou mesmo, consegue-se delimitar áreas de risco para que se tornem focos de políticas de planejamento. Esses são apenas exemplos os quais descrevem a necessidade de se utilizar dos operadores na construção dos mapas de base.

3. A escala e o planejamento territorial: qualidade da representação e visualização espacial

Falar de generalização cartográfica necessariamente tem-se que abordar o tema escala, além de aspectos relacionados à qualidade e leitura dos mapas. Não obstante, essa temática é de suma importância nos debates acerca do planejamento territorial em todas suas faces (ambiental, urbana, etc.).

A escala, assim como a qualidade semântica e posicional dos produtos escolhidos, afeta diretamente o planejamento territorial, o qual se baseia em aspectos fisiográficos, sócio-econômicos e, em alguns casos, políticos. No entanto, no presente trabalho de conclusão de curso, atentaremos-nos, mais especificamente, aos aspectos fisiográficos da área escolhida, mais especificamente aos índices morfométricos: densidade de drenagem, índice de compacidade, índice de circularidade e fator forma. Isso se deu, pois o foco da análise é o ambiental e o que se deseja compreender é se há a interferência da mudança de escala em alguns aspectos quantitativos que descrevem a área. Esses aspectos quantitativos serão descritos no item **5.2 Métodos**.

3.1 O planejamento territorial e a Visualização Espacial

Na última década, com o crescimento da utilização da cartografia digital, surgem os Sistemas Especialistas em cartografia, com o intuito de permitir que o usuário, mesmo não familiarizado com os fundamentos da cartografia, tivesse êxito no manuseio e confecção de tais produtos. Sluter (2001) desenvolveu um sistema desse tipo, o qual foi direcionado a usuários do tipo urbanistas, os quais pretendiam desenvolver planos diretores.

Para justificar a criação de sistemas especialistas, pode-se destacar a citação de Marques *et al* (2009), que indicam que “*a decisão, o planejamento e a monitorização em ordenamento do território beneficiam de existência de bases de informação cartográfica rigorosas, detalhas e actualizadas*”. Marques *et al* (2009) ainda ponderam que “*nem sempre as instituições com responsabilidades ao nível do ordenamento do*

território estão munidas de bases cartográficas adequadas e adaptadas às suas necessidades”.

Outras pesquisas voltadas ao planejamento territorial, também revelam a importância e não descartam o uso dos documentos cartográficos, como é o caso de Nunes et al (2006), Bessa Jr. et al (2011), entre outros.

O território é, segundo Moraes (2003), *“é uma materialidade terrestre que abriga o patrimônio natural de um país, suas estruturas de produção e os espaços de reprodução da sociedade”*. Ainda segundo Moraes (2003), pode-se inferir que é no território *“que se alocam as fontes e os estoques de recursos naturais disponíveis para uma dada sociedade e também os recursos ambientais existentes”*. Desta maneira, fica evidente que o território é composto por elementos os quais têm posições definidas e importantes do ponto de vista estratégico e, portanto, devem ser cartografados da melhor maneira possível.

Esses recursos naturais (solo, água, entre outros) por vezes oferecem perigo à população, que é a quem se destina o planejamento territorial. Evidencia-se que o planejamento territorial não é feito pela preservação dos objetos, mas sim para o melhor uso e manejo dos recursos, para que o seu proponente, o “homem”, tenha vantagens no uso dos bens naturais. Acerca do planejamento territorial Moraes (2003) ainda esclarece sobre qual o papel desta prática, destacando que:

“visa estabelecer um diagnóstico geográfico do território, indicando as tendências e aferindo demandas e potencialidades, de modo a compor o quadro no qual devem operar de forma articulada as políticas públicas setoriais, com vistas a realizar os objetivos estratégicos do governo”.

A respeito do planejamento ambiental e contra o risco, a ONU (Organização das Nações Unidas) reservou um tópico específico dentro da obra *“Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives²”*, para tratar do assunto mapeamento de risco. Nesse tópico é abordado que, no contexto do planejamento de risco, é importante que a representação cartográfica seja compreensível e que a informação seja adequadamente retratada. Cita-se, nesse ponto, um exemplo de áreas

² United Nations. Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives. Preliminary version, Geneva, 2002.

susceptíveis à inundações. É declarado que os mapas são os recursos mais adequados para apresentar áreas com perigo de inundações e que esses são instrumentos imprescindíveis para a estimativa do perigo.

Neste contexto, fica claro que há uma necessidade de que se espacialize as situações que por ventura venham influenciar nas decisões ligadas ao planejamento. Ainda pode-se observar que há preocupação por parte daqueles que produzem os mapas em desenvolver técnicas ou produtos, ou mesmo aperfeiçoá-los, para que os profissionais que trabalham com o planejamento e organização do território atinjam seus objetivos da melhor maneira possível.

O Planejamento territorial é, sem dúvida, uma etapa importante no desenvolvimento de uma localidade, uma nação. Esse processo não pode vir desacompanhado de documentos que representem o espaço: os mapas têm funções bem definidas nesta etapa. Essas idéias são corroboradas por Sluter (2001), que afirma que os mapas são importantes ferramentas nas análises físico-territoriais, socioeconômicas e urbanísticas, sendo assim indissociáveis ao planejamento territorial.

Unindo essas as idéias apresentadas, pode-se afirmar que uma representação cartográfica pode sim interferir nos resultados os quais serão atingidos, ou seja, a generalização das feições é um segmento que deve ser assistido com atenção. Além disso, outros aspectos a serem considerados para que se tenha uma representação de qualidade aceitável, são os descritos pela teoria da visualização cartográfica.

A proposta da visualização cartográfica, que é sinônimo ao termo visualização espacial, abrange aspectos da leitura de mapas e engloba em suas definições temas abordados por outras teorias como, por exemplo, a teoria da comunicação, ou, a teoria cognitiva, que foram correntes de pesquisa na cartografia que preocuparam-se com o aspecto do mapa ser um meio de comunicação.

A visualização espacial veio para descrever uma nova demanda na cartografia e pode auxiliar tanto nas construções digitais como nas analógicas. Esse é um aspecto importante desta corrente, o qual, geralmente, não é percebido pelos próprios cartógrafos. Seus conceitos são passíveis de serem utilizados tanto nas representações como na interpretação das exigências do público alvo. MacEachren

(1995) mostra-nos, no decorrer de sua obra, que a visualização espacial combina uma possível abordagem interdisciplinar, que envolve o mapeamento com a tecnologia da informação visual. Esta perspectiva mostra que o nível de complexidade na representação e na interação com o mapa, agora, são maiores. Porém, neste contexto, MacEachren (1995) não deixa de indicar perspectivas importantes na leitura de mapas analógicos no que se refere ao processo da visualização, e utiliza alguns exemplos desse tipo para descrever aspectos dessa corrente.

As pesquisas em cartografia avançaram, e muitos esforços foram feitos (e continuam sendo feitos) para que os usuários de mapas tenham êxito no momento em que buscam compreender as representações. Não obstante, esforços no viés de melhorar os projetos cartográficos daqueles que produzem os mapas, também foram feitos, o caso dos sistemas especialistas. Além do exemplo de Sluter (2001), pode-se citar MacEachren *et al*, que desenvolvem sistemas e aplicativos os quais fornecem ao usuário maior facilidade na leitura de mapas e um padrão na geração de cartas e documentos cartográficos pautados nos conceitos trabalhados pelas pesquisas em visualização cartográfica (GeoVista Center). São aplicativos livres e estão disponíveis no site do grupo <www.geovista.psu.edu>. Outros autores também contribuíram e contribuem para com as pesquisas em visualização, porém ainda há pouca disseminação entre a comunidade cartográfica, que continua gerando seus produtos, em sua maioria, de forma a não levar em consideração esses avanços qualitativos.

3.2 A escala no contexto da dimensionalidade, fenomenalidade e temporalidade

Já diziam os gregos que quando o tamanho muda, muda-se também o problema. Porém, no contexto em que vivemos, essa assertiva deve ser reelaborada no que diz respeito aos mapas. Isto pode ser afirmado pautando-se nos avanços qualitativos os quais já foram descritos anteriormente como, por exemplo, as técnicas de generalização de MacMaster e Shea (1992), os sistemas de MacEachren *et al* e de Sluter (2001). Esses avanços permitem que os erros sejam minimizados mostrando, proporcionalmente, o problema independentemente da mudança de escala.

A escolha de uma escala de trabalho condizente com a dimensão do fenômeno estudado, dentro das Ciências Exatas e da Terra, é um fator de suma importância. Caso a escala seja inadequada para a representação de um dado evento, a interpretação e o planejamento podem ser muito diferentes do que aconteceria se a dimensão fosse a correta.

O problema de dimensionalidade não se restringe às Ciências Exatas e da Terra, nem aos fenômenos descritos sobre a superfície terrestre (fenomenalidade). Outras ciências utilizam desse termo para desenhar situações, como por exemplo, a psicologia, que usa o termo escala para descrever as escalas psicológicas (Pasquali, 1998), diferentemente tem-se as escalas na Computação (Li et al, 2010), na Climatologia (Sheperd et al, 2009), na Ecologia (Schneider, 2001), entre outras.

A dimensão de um problema pode não ser a concretizada somente pelo seu tamanho real, mas também pela importância e pelo impacto que produz. Assim sendo a dimensionalidade é sim um importante fator, mas não pode ser dissociada de uma fenomenalidade a qual estará inserida num contexto.

Não obstante, a temporalidade é outro importante fator a ser ponderado quando se busca utilizar adequadamente o termo escala. A temporalidade é uma das dimensões que afetam a projeção da escala. Essa dimensão também não pode estar fora de um contexto de fenomenalidade, bem como terá sua dimensionalidade bem definida. Isso quer dizer que, mesmo a menor das mudanças em qualquer uma das faces dessa tríade, ocasionará perturbações nas outras.

Para exemplificar as situações explicitadas e trazê-las para o contexto do tema planejamento territorial, utilizaremos como exemplo o mapa (figura 8), feito por John Snow, médico vitoriano, que com seu trabalho de distinção regional criou um mapa para delimitar as regiões com ocorrência do cólera.

Snow mapeou a área central de Londres com os casos de óbitos registrados e os pontos de coleta de água. Isso contribuiu para mostrar o papel da contaminação da água na ocorrência da doença. As regiões mais contaminadas tiveram seus poços artesianos lacrados, e houve o controle da doença.

A Figura 8 mostra a simbolização referente aos óbitos, indicada na forma de “pontos”, os poços artesianos, com a forma de “x”, e a delimitação da região de influência de um poço na contaminação das pessoas, em círculo vermelho.

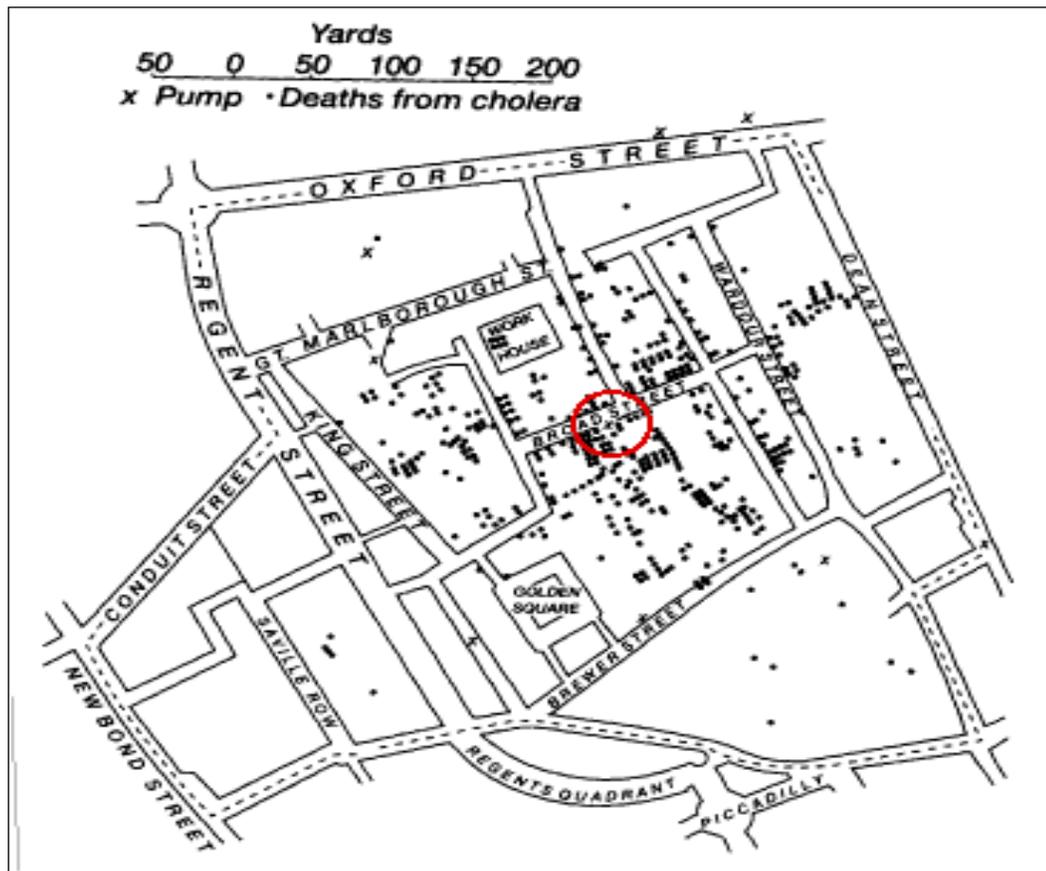


Figura 8 - Mapeamento da área infectada pelo vibrião do cólera, em Londres.
 Fonte: Carvalho et al (2000, p. 14)

A dimensionalidade, neste caso fica delimitada pela região de ocorrência da doença; a fenomenalidade fica a cargo da doença a qual se tem que conter a expansão; e a temporalidade está presente no mapa e é visível como se fosse círculos concêntricos de raios crescentes proporcionalmente ao tempo de alastre da doença. Pode-se notar o quão ligados estão esses três parâmetros e, também, que a escala gráfica, neste caso, não é um elemento de análise e sim um objeto norteador; a menor mudança em um dos elementos, ocasionaria total transformação da representação.

As cartas topográficas, por exemplo, necessitam de escala para fazerem sentido ao propósito o qual foram concebidas. Um mapa base não faria sentido ao seu

propósito sem o conhecimento e verificação da escala; mesmo o usuário tendo meios para extrair algumas informações e fazer relações com o real, este não teria noção da dimensionalidade real do seu problema.

3.3 Considerações acerca dos temas abordados no item 3

Assim sendo, tentou-se demonstrar alguns aspectos os quais relacionam a escolha da escala com o planejamento territorial e os avanços qualitativos na construção dos mapas promovidos pelas teorias que estudaram a comunicação das representações cartográficas com os seres humanos. Abordou-se de forma crítica o tema que passa, tantas vezes, despercebido entre os profissionais que trabalham com o planejamento territorial: urbanistas, geógrafos, engenheiros, entre outros.

Mostrou-se, com exemplos, os conceitos de território, de planejamento territorial bem como a inserção dos mapas no contexto do planejamento contra o risco e a abrangência desse tema numa esfera global. Isso foi demonstrado pelo exemplo da preocupação da Organização das Nações Unidas em definir os mapas como ferramentas indispensáveis e adequadas para o planejamento ambiental e contra o risco.

Nesse momento, faz-se necessário apresentar a área escolhida para se realizar a presente proposta de estudo, bem como os motivos pelos quais os autores destacam sua importância no cenário do planejamento ambiental e contra o risco.

4. Área de estudo

Segundo Villela e Mattos (1975), “*dentre as regiões hidrológicas de importância prática para os hidrologistas destacam-se as Bacias Hidrográficas ou Bacias de Drenagem*”. Para Villela e Mattos isso ocorre por conta da “*simplicidade que oferecem na aplicação do balanço de água*”.

A Bacia hidrográfica é, necessariamente, contornada por um divisor de águas, designado desta maneira por separar as precipitações de sistemas fluviais distintos. (Villela e Mattos, 1975). Assim sendo, definiu-se que a unidade de paisagem a ser utilizada, pelos fatores expostos por Villela e Mattos (1975), é uma bacia hidrográfica.

A bacia escolhida foi a do Rio Marumbi, que está localizada no Município de Morretes, Estado do Paraná, Brasil (Figura 9). Está situada dentro de uma unidade de conservação permanente, denominada Parque Estadual do Marumbi. O Rio Marumbi tem sua nascente na Serra do Marumbi e foz no Rio Nhundiaquara.

A Bacia do Rio Marumbi encontra-se numa área de relevo fortemente dobrado à sua montante e muito plano à sua jusante. Isso se dá pela particularidade que têm as bacias que se encontram na zona litorânea, onde as unidades morfológicas podem ser muito distintas, como acontece no caso. Neste sentido, essa bacia faz parte de duas unidades: a Serra do Mar e a Planície Litorânea.

A amplitude altimétrica é grande, marcando como ponto mais alto a curva de 1520 m e o mais baixo o Rio Nhundiaquara, quase ao nível do mar. A Figura 9 aponta a localização da Bacia do Rio Marumbi.

A Bacia do Rio Marumbi, por esses aspectos, e como pode ser observado no mapa de localização, tem um relevo muito acidentado à sua montante e muito plano à sua jusante. Esse fato deve ser observado atentamente visto que é desta maneira que se comporta uma zona de risco de acidentes ambientais do tipo enchente, enchentes com rolamento de blocos pelo leito dos rios, escorregamentos, entre outros problemas.

Não obstante, o planejamento territorial contra o risco deve atender às particularidades de um terreno cuja característica é tão peculiar, como o da área em estudo

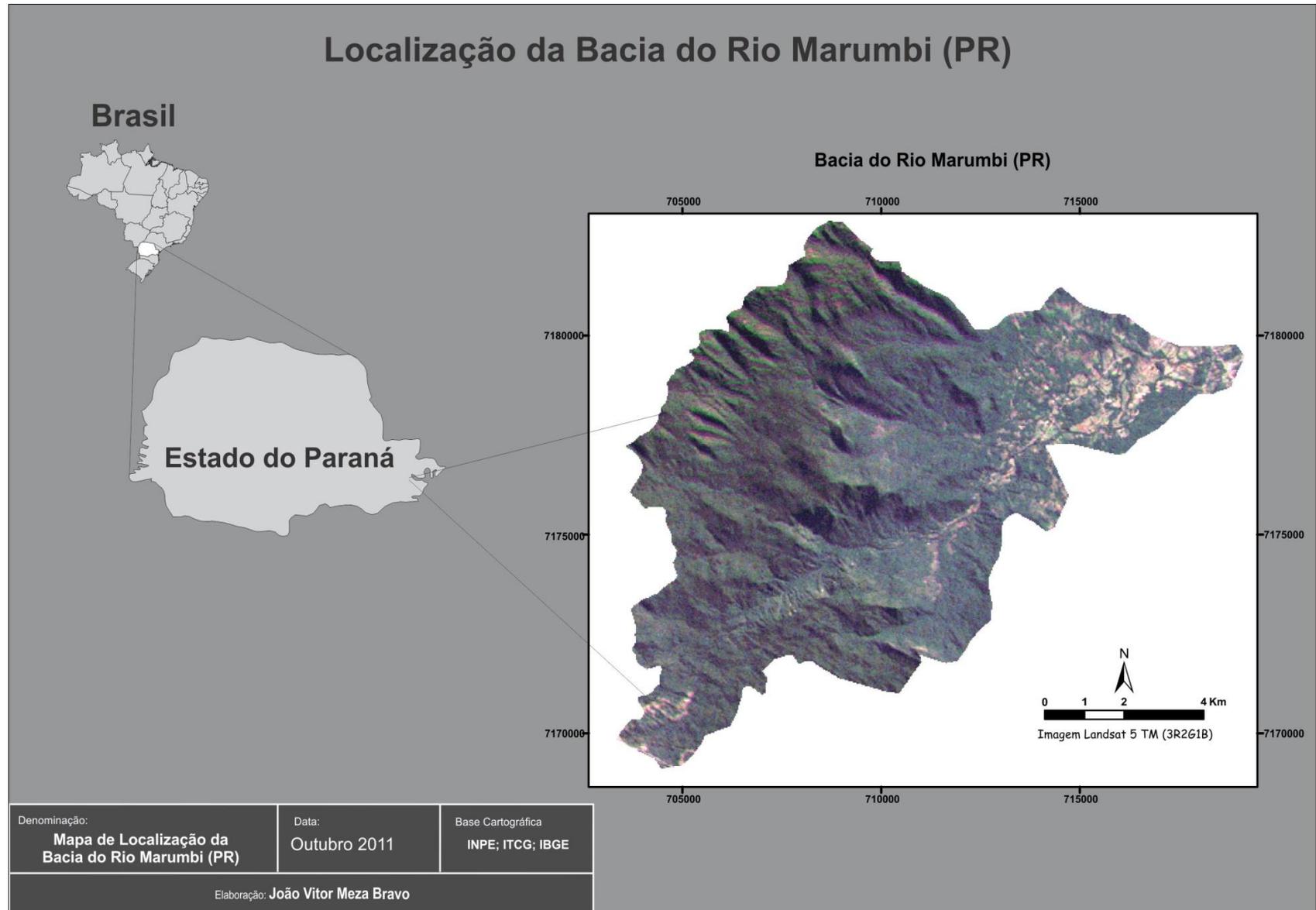


Figura 9 – Localização da área de estudo, Bacia do Rio Marumbi (PR).

Outro fator que nos levou à escolha dessa área foi a incidência recente de acidentes ambientais na região. A cidade de Morretes, que está localizada na zona de confluência entre o Rio Marumbi e o Rio Nhundiaquara, sofre com as oscilações do nível da água desse sistema. Esse fato pode ser verificado em notícias³ que descreveram a situação da região nos períodos de maior risco, o verão, onde ocorrem os maiores picos de quantidade em precipitação.

As Figuras 10 e 11 mostram imagens as quais se referem à cidade de Morretes em 2008 e 2011, respectivamente, momentos de descarga intensa de energia no sistema.



Figura 10 – Descarga intensa de energia no sistema de confluência Rio Marumbi – Rio Nhundiaquara.
Fonte: Gazeta do Povo (2008).



Figura 11 - Enchente em Morretes.
Fonte: Gazeta do Povo (2011).

³ Algumas notícias usadas para fomentar a discussão encontram-se anexadas ao trabalho

A região do estudo é de grande risco se considerarmos a densidade da rede de drenagem e a localização da mesma. A amplitude altimétrica é um outro fator que corrobora e nos ajuda a perceber o quão necessária se faz a previsão de possíveis desastres na área.

Villela e Mattos (1975) indicam que as enchentes são causadas por dois motivos, o primeiro é pelo excesso de chuva, de tal maneira que o canal do rio não suporta a vazão da enchente; o segundo fica por conta de existir à jusante da área inundada qualquer tipo de obstrução que possa impedir a passagem da vazão de enchente.

No caso da bacia do Rio Marumbi, os dois casos são possíveis, uma vez que a área sofre com grandes descargas pluviométricas durante o período de verão, o que é típico do clima da região, ou mesmo com a obstrução de canais, seja pelo material litológico, seja pelo material pedológico, vítimas de desmoronamentos e escorregamentos, respectivamente.

Villela e Mattos (1975) indicam que, até a época de publicação da obra, não havia cadastramento de prejuízos de enchentes no Brasil, situação que é observada até o presente momento. Eles propõem, ainda, métodos de combate às enchentes, porém não entrar-se-á no mérito da discussão uma vez que a proposta e o objetivo do presente trabalho seguem outra linha. Mas cabe ressaltar que esses métodos dependem de uma análise acurada da região utilizando, principalmente as cartas topográficas disponíveis; e é neste contexto que a presente pesquisa foi pensada, avaliando os produtos disponíveis de uma região de risco ambiental eminente.

Desta maneira, tentou-se apresentar área trabalhada e justificar sua escolha, essa última por meio de aspectos que correspondem às demandas não só locais, mas também de políticas internacionais de combate ao risco ambiental.

5. Materiais e Métodos

Neste item serão apresentados os materiais e o método, utilizados para o desenvolvimento da presente pesquisa.

5.1 Materiais

Para que fossem atingidos os objetivos do trabalho foram produzidos mapas utilizando os seguintes documentos (Quadro 1) e softwares (Quadro 2):

Quadro 1 – Materiais Utilizados

Material	Tipo/Datum	Fonte	Escala	Ano
Folha SG-22-X-D-II-3 SE	Carta Topográfica/SAD 69	DSG	1:25000	2002
Folha SG-22-X-D-II-3 SW	Carta Topográfica/SAD69	DSG	1:25000	2002
Folha SG-22-X-D-V-1 NE	Carta Topográfica/SAD69	DSG	1:25000	2002
Folha SG-22-X-D-V-1 NW	Carta Topográfica/SAD69	DSG	1:25000	2002
Folha SG-22-X-D-II-3	Carta Topográfica/SAD69	IBGE	1:50000	1992
Folha SG-22-X-D-V-1	Carta Topográfica/SAD69	IBGE	1:50000	1992
Imagem LandSat 5 TM	Imagem de Sensor Remoto/WGS84*	DGI/INPE	-	2007

*A imagem foi ortorretificada - WGS84 para SAD69

Quadro 2 - Softwares utilizados no trabalho

Software	Tipo
SPRING 5.0.6*	Livre
ArcGIS 10**	Pago
Global Mapper 10**	Pago
Pascalzim	Livre

*Camara *et al* (1996); **Licença concedida à Universidade Estadual de Maringá

5.2 Método

Para se atingir o objetivo de observar a interferência dos operadores de generalização geométrica estudados nos parâmetros morfométricos da Bacia do Rio Marumbi, fez-se o levantamento descrito a seguir. Além disso, serão apresentados os métodos os quais foram utilizados para a geração dos mapas que serviram de base para as análises, num tópico subsequente.

5.2.1 Parâmetros morfométricos adotados para a análise

Nesse momento faz-se indispensável apresentar os índices os quais foram escolhidos bem como as possíveis interferências no planejamento ambiental e de risco as quais esses têm relação.

Um primeiro aspecto fisiográfico observado foi o índice de densidade de drenagem que, segundo Cardoso (2006) é o “*índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia*”. O estudo desse índice, ainda segundo Cardoso (2006), indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa o sistema bacia hidrográfica. Essa assertiva faz com que a escolha desse índice corrobore com os objetivos do presente trabalho, mostrando sua importância para o planejamento territorial.

Quanto aos índices que dizem respeito à forma da bacia, foram aplicados: o índice de circularidade, o fator de forma e o coeficiente de compacidade. No que se

refere ao planejamento ambiental, esses índices auxiliam na identificação da forma da bacia, o que dá um bom indicativo da dinâmica do fluxo de escoamento dos fluídos.

Quando se trabalha com esses índices o que se almeja é demonstrar o tempo de concentração, ou seja, o tempo que os fluídos levam para entrar no sistema bacia até chegarem ao exultório. Fica claro, desta maneira, que esses índices são importantes para que se faça uma previsão de risco de acidentes ambientais decorrentes dessa dinâmica de fluídos.

Esses índices são calculados pela seguintes equações:

Densidade de Drenagem

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Em que:

Dd = densidade de drenagem, dada em (Km/Km²);

L_t = comprimento total de todos os canais, dado em (Km);

A = área de drenagem, dada em (Km²)

Índice de Circularidade

$$IC = \frac{12,57 * A}{P}$$

Em que:

Ic = Índice de Circularidade;

A = Área da bacia;

P = Perímetro da bacia.

Fator de Forma

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Em que:

F = Fator de Forma;

A = Área da bacia;

L = Comprimento do eixo da bacia

Coeficiente de Compacidade

$$Kc = \frac{0,28 * P}{\sqrt{A}}$$

Em que:

Kc = Coeficiente de Compacidade;

P = Perímetro da bacia;

A = Área da bacia.

Os índices aqui apresentados participam da maior parte das pesquisas que procuram compreender a dinâmica das bacias hidrográficas. Estudos do tipo servem de referência para se ter maior confiabilidade nos modelos de dinâmica sistêmica criados para atender o planejamento territorial, ou seja, servem de base para que seja feito o correto uso e manejo dessas unidades de paisagem.

5.2.2 Descrição da utilização dos softwares

Dos softwares utilizados destaca-se o SPRING (**S**istema de **PR**ocessamento de **I**nformações **G**eográficas), software livre, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Neste software foi feito o georreferenciamento das cartas topográficas utilizadas para a análise e a criação do banco de dados. Essas cartas estão disponíveis no site do Instituto de Terras Cartografia e Geociências do Estado do Paraná (ITCG) no formato TIFF. Após baixar as imagens, transformou-as em arquivos SPG, os quais podem ser lidos pelo software. Essa transformação ocorreu no aplicativo IMPIMA que vem no pacote SPRING.

Já no ambiente SPRING, as imagens foram introduzidas e georreferenciadas com um mínimo de 20 pontos de controle por carta. A distribuição desses pontos foi regular de forma a não instigar a dispersão dos erros para um determinado quadrante. (Nogueira Júnior, 2003)

Num segundo momento, foram vetorizados os elementos os quais serviram de base de análise, no caso, a delimitação da bacia do Rio Marumbi, a drenagem e as curvas de nível; esta última foi feita para se ter uma noção geral do modelado do terreno.

A digitalização ocorreu utilizando-se os seguintes parâmetros:

- Fator digitalização *0.15mm*;
- Escala da visada (em tela) para vetorização *1:4000 (±500)*;
- Topologia *manual*.

O fator de digitalização corresponde ao intervalo entre os pontos da linha a ser digitada. A topologia manual corresponde à criação de “nós” entre as feições que se cruzam ou tocam, manualmente pelo mapeador. A escala de visada escolhida permitiu que tivéssemos maior precisão na vetorização das feições.

Houve a preocupação em se demonstrar as condições de tela no momento da vetorização das feições de interesse, pois lembrou-se da afirmação de Kraak e Ormeling (1998), em que revelam que fatores técnicos podem influenciar no processo de generalização cartográfica e que esses fatores técnicos incluem a resolução do monitor e da tela de visada, buscou-se a mínima interferência desses aspectos para não ser comprometida a análise final.

Após a vetorização das feições de interesse, o que se propôs foi criar classes temáticas que nos auxiliassem na classificação da drenagem, segundo Strahler (1957). Essa classificação, que foi feita no software SPRING, nos interessa, pois é comumente utilizada para definir a ordem de uma bacia e, também, utilizada em estudos de caráter fisiográficos que auxiliam o planejamento territorial.

Outra etapa foi a criação de pequenos aplicativos, por meio do programa *Pascalzim*, os quais foram desenvolvidos para se fazer os cálculos deste trabalho. O *Pascalzim* é um software livre, desenvolvido pelo departamento de Ciências da Computação da Universidade de Brasília (UNB) e nele é possível que se compile programas gerados na linguagem PASCAL. Os códigos fonte dos programas gerados no decorrer desta pesquisa encontram-se anexados a este trabalho.

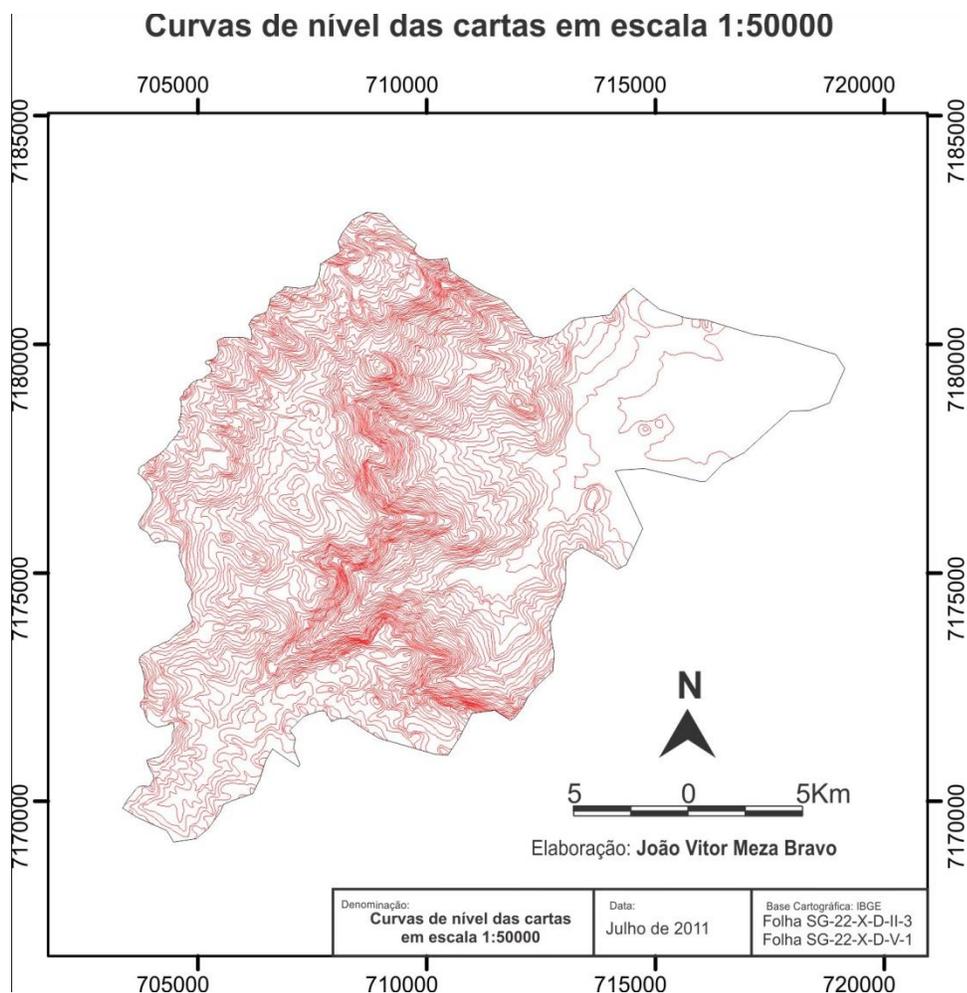
Desta maneira ficam caracterizados os materiais e suas respectivas naturezas, os softwares utilizados, bem como os métodos aplicados para que se obtivesse os resultados referentes ao presente trabalho de conclusão de curso. Abre-se então, campo para a apresentação dos resultados e para que se faça a discussão dos mesmos.

6. Resultados e Discussões

Neste item serão apresentados os resultados e as discussões acerca dos temas estudados no decorrer deste trabalho.

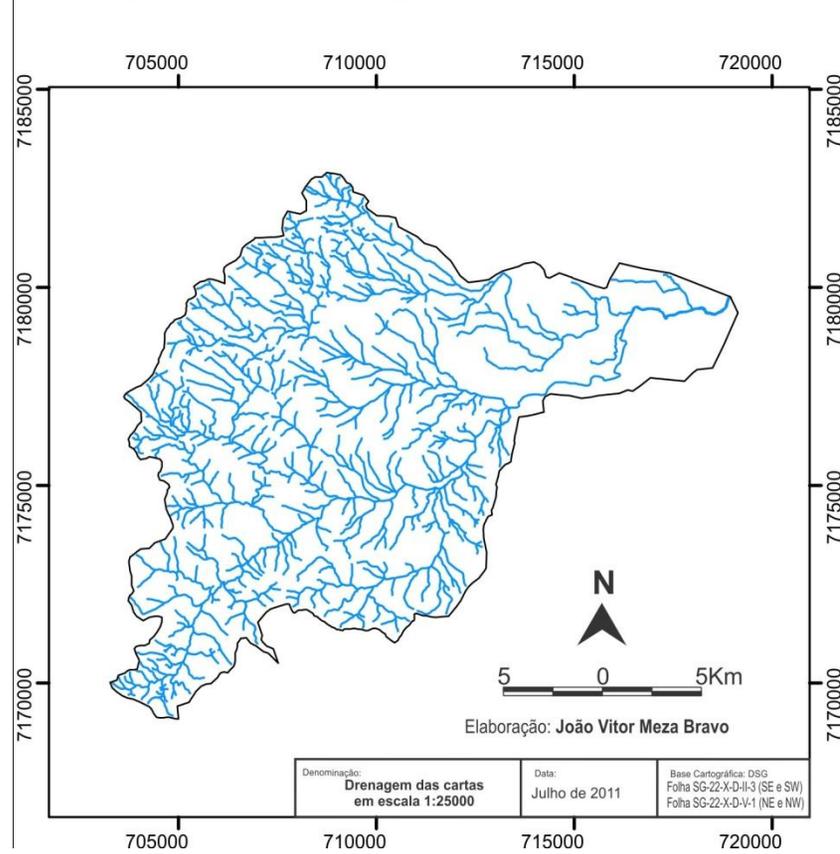
6.1 Resultados preliminares: Mapas gerados

Os Mapas 1, 2 e 3, gerados com o auxílio do software ArcGIS, nos mostram os resultados das vetorizações das feições de interesse para o presente trabalho.

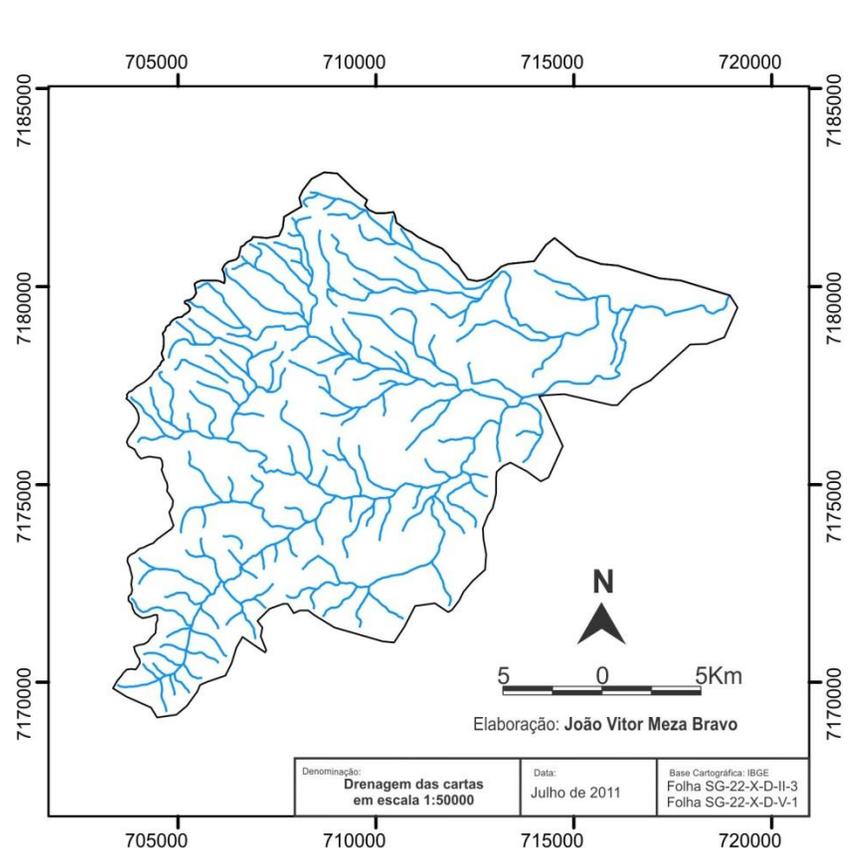


Mapa 1 - Curvas de Nível

Delimitação da bacia e drenagem das cartas em escala 1:25000

**Mapa 2** – Drenagem nas cartas em escala 1:25000

Delimitação da bacia e drenagem das cartas em escala 1:50000

**Mapa 3** - Drenagem nas cartas em escala 1:50000

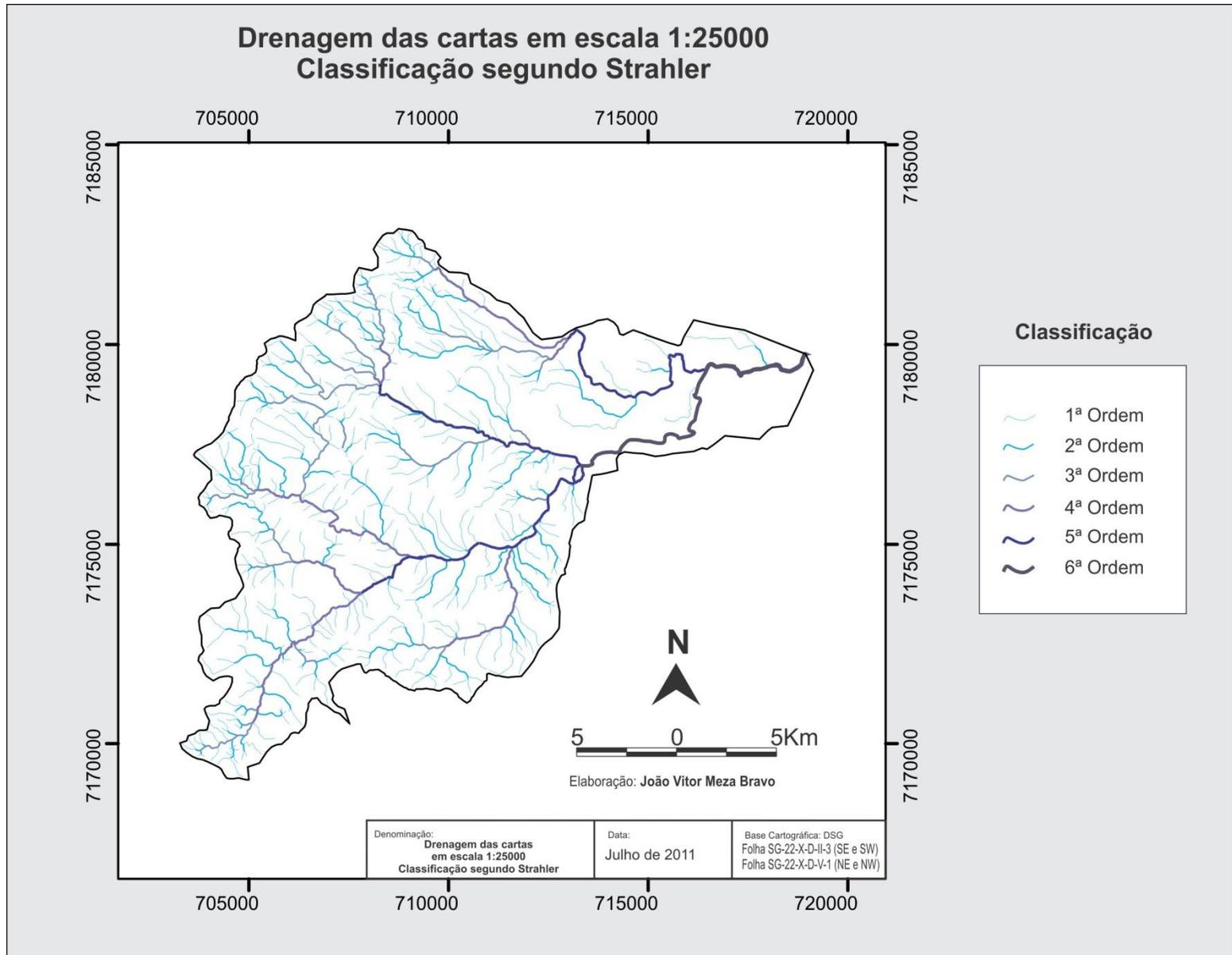
No mapa 1 é possível observar a proximidade entre as curvas e que a amplitude altimétrica confere com aquilo que já foi afirmado outrora, onde evidenciou-se que a amplitude altimétrica da região era alta e que isso favorecia uma situação de risco ambiental maior. Além disso, fica claro que há um controle estrutural quando comparado o Mapa 1 com os Mapas 2 e 3. No entanto esse controle se dá de maneira a não atingir toda a bacia acontecendo, principalmente, nas altas e médias cotas.

Vale ressaltar que, na presente pesquisa, não se teve o interesse de avaliar os aspectos relativos às curvas de nível dos documentos analisados, mas sim a representação do elemento drenagem nas diferentes escalas, bem como a interferência de sua generalização em algumas medidas importantes para o planejamento territorial. Assim sendo, as curvas de nível foram vetorizadas somente nas cartas de escala 1:50000, para se ter uma idéia do comportamento do terreno e da dinâmica estrutural dos rios.

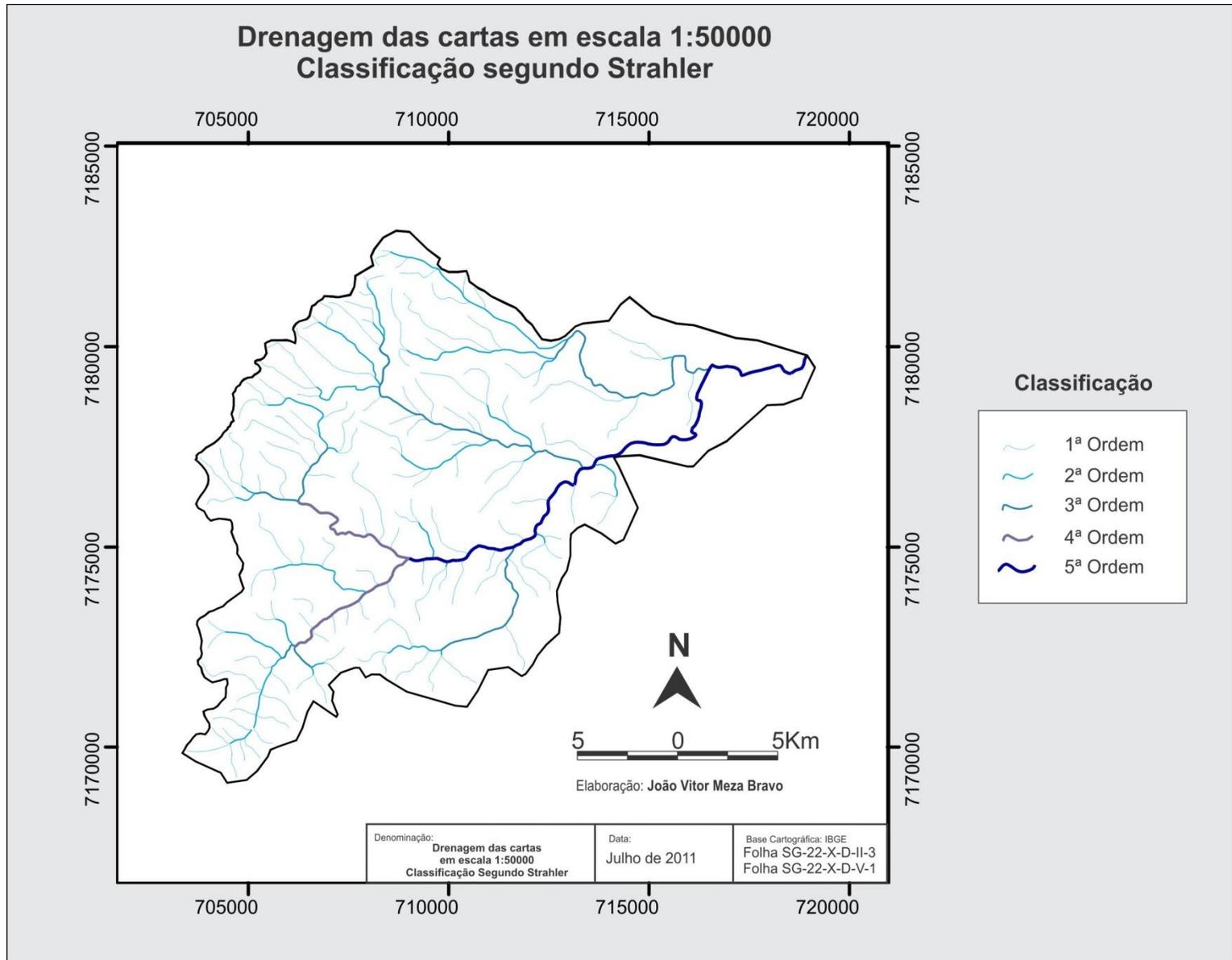
A classificação da ordem da bacia foi feita e pode ser observada nos Mapas 4 e 5. Essa descrição foi adotada, pois ela pode revelar se há uma certa constância no emprego dos operadores de generalização ou não: categorizando as parcelas da drenagem a pesquisa tornou-se mais clara e viável, como será observado nas discussões.

Nessa classificação de Strahler (1957), segundo Cardoso (2006), a ordem dos canais é definida da seguinte maneira: os canais de primeira ordem não recebem tributários; os canais de segunda ordem originam-se na confluência de dois canais de primeira ordem e podem ter afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem originam-se na confluência de dois canais de segunda ordem e podem ter afluentes de primeira e segunda ordens; assim sucessivamente. Os Mapas 4 e 5 mostram a classificação feita para a área.

Desta maneira, apresentaram-se os mapas os quais foram utilizados para as análises que serão feitas nos tópicos subseqüentes.



Mapa 4 - Drenagem das cartas em escala 1:25000; Classificação segundo Strahler



Mapa 5 - Drenagem das cartas em escala 1:50000; Classificação segundo Strahler

6.2 Discussões

6.2.1 Medidas e Índices Morfométricos

Para a apresentação dos resultados desse trabalho de conclusão de curso, foram realizadas algumas medidas nos vetores das cartas topográficas e calculados os índices dispostos no item 4.

Primeiramente, tomando por base os cálculos de comprimento de cada vetor nas classes temáticas criadas a partir da classificação de Strahler, foi possível que se encontrasse os seguintes valores (Quadro 3).

Quadro 3 – Comprimento de drenagem nas classes temáticas e nas diferentes escalas

Ordem	Comprimento da Drenagem nas cartas 1:25000 (em Km)	Comprimento da Drenagem nas cartas 1:50000 (em Km)
1ª Ordem	194.384463	130.106807
2ª Ordem	72.582089	37.359266
3ª Ordem	29.919814	21.927956
4ª Ordem	22.660209	7.543181
5ª Ordem	20.649320	13.887857
6ª Ordem	11.528215	-
Σ Comprimento da drenagem (Km)	351.731971	210.825068

O que se pode perceber é uma variação entre os valores das classes que compromete a avaliação da evolução do sistema, no caso, a Bacia do Rio Marumbi. Esses dados podem ser melhor observados se comparados, assim como mostra o Gráfico 1. Nele o que se pode observar é uma pequena correlação entre a variação da somatória dos comprimentos de drenagem nas classes temáticas.

No entanto, esses gráficos retratam uma variação aparentemente normal à redução da escala, o que não é averiguado quando se observa os dados com mais atenção.

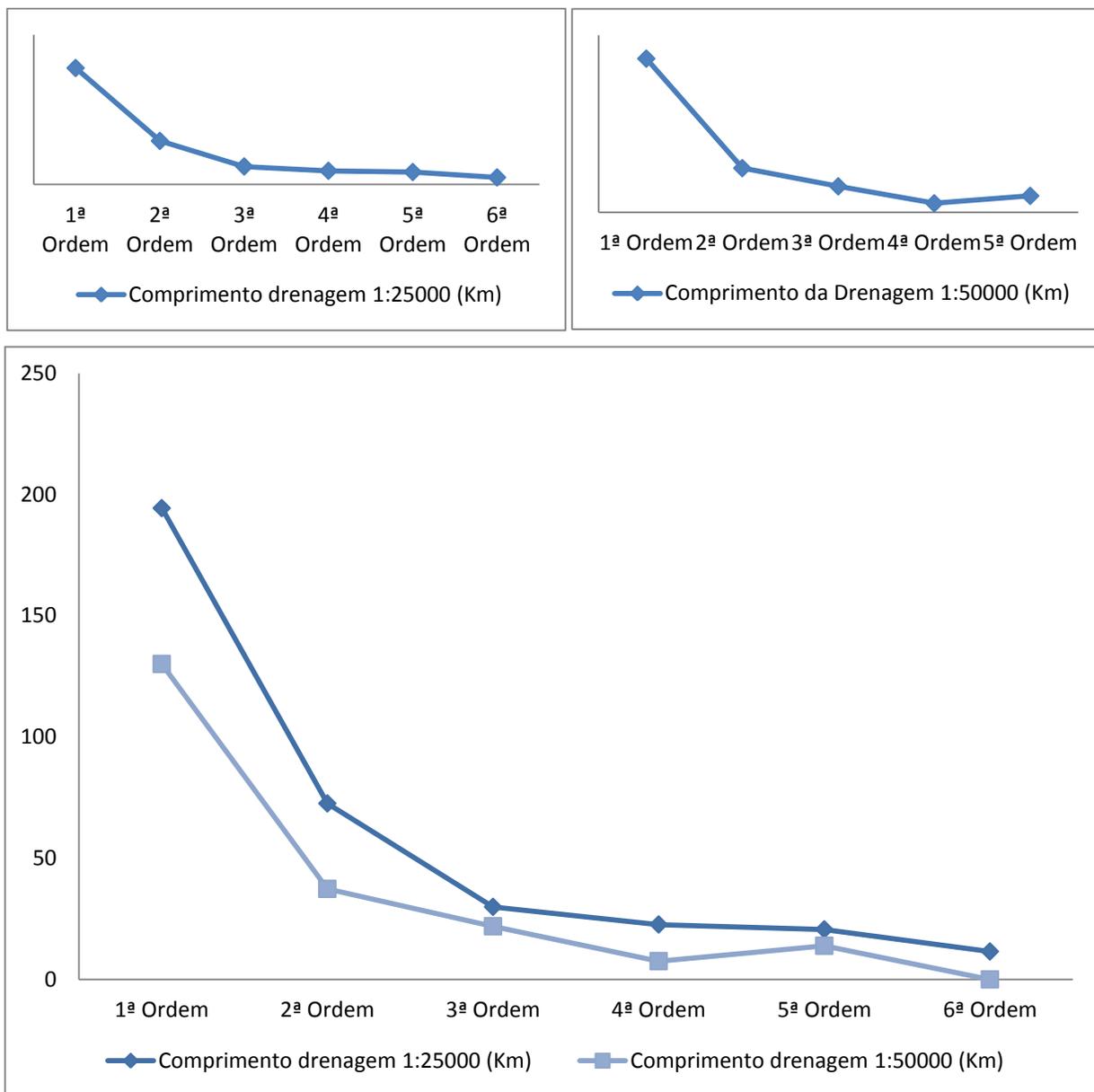


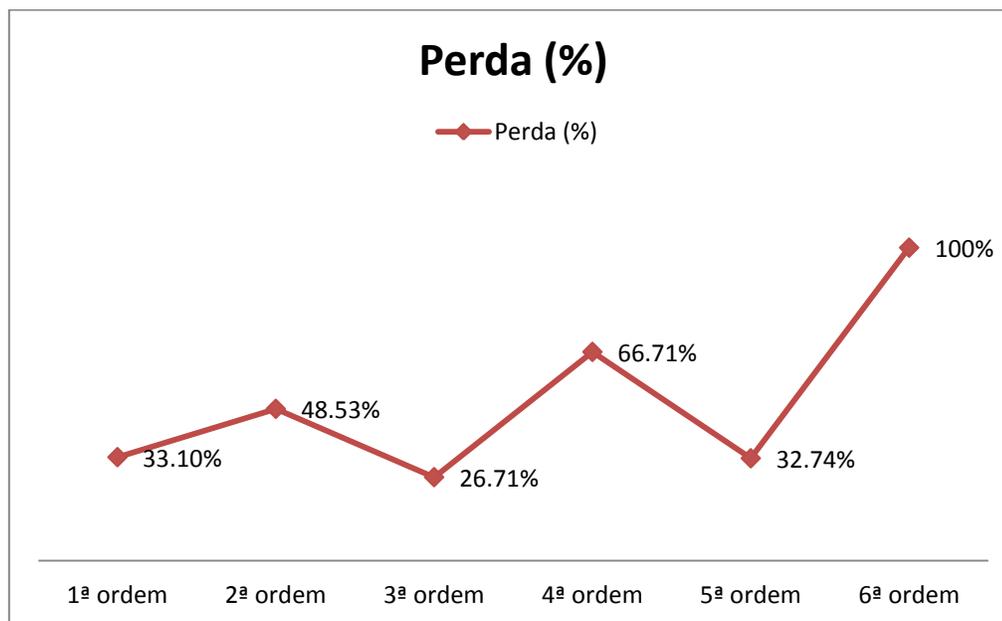
Gráfico 1 - Gráficos da variação das classes de ordem da drenagem

O Quadro 4 mostra a perda dos elementos de drenagem em cada classe temática de ordem. Esses dados dão a noção da variação a qual foi adotada na redução na escala, bem como se esta variação se deu de forma a contemplar uma determinada metodologia ou se foi feita de maneira aleatória.

Quadro 4 – Perda da Informação por classes temáticas

Ordem	Perda de informação (%)	Perda de Informação (Km)
1ª Ordem	33.10	64.277656
2ª Ordem	48.53	35.222823
3ª Ordem	26.71	7.991858
4ª Ordem	66.71	15.1170
5ª Ordem	32.74	6.761463
6ª Ordem	100	11.528215
Perda total	40.07	140.899

Analisando os valores obtidos no Quadro 4, pode-se perceber que não há um padrão de generalização sendo adotado quando da redução da escala, sendo que os elementos das classes de ordem de drenagem não acompanham uma lógica de retração. Isso implica numa desordem ou aleatoriedade na escolha dos operadores. A essa não utilização uniforme dos operadores de generalização dá-se o nome de inconsistência. O Gráfico 2 nos deixa mais clara essa afirmação.

**Gráfico 2** - Gráfico da Perda de informação por classes temáticas de drenagem.

Ainda referindo-nos ao Gráfico 2 pode-se destacar o fato intrigante de que a classe de drenagem em segunda ordem perdeu, relativamente, mais elementos que a drenagem de primeira ordem, onde, no entanto, seria mais plausível que se mantivesse na representação as drenagens mais importantes, como numa hierarquia de elementos. No entanto, o resultado final da classificação da ordem da bacia (Quadros 5 e 6) mostra que não houve negligência nesse aspecto, no qual fora reduzida somente 1 ordem.

Quanto à análise dos índices e fatores aplicados à Bacia do Rio Marumbi nas diferentes escalas pôde-se levantar os seguintes dados, apresentados nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 – Índices e parâmetros quantitativos da bacia na escala de 1:25000

Bacia do Rio Marumbi 1:25000	
Perímetro	59.1Km
Área	104.706796Km ²
Densidade de Drenagem	3.359209
Índice de Circularidade	0.376821
Fator de Forma	0.309607
Coefficiente de Compacidade	1.617199
Ordem da Bacia	6

Quadro 6 - Índices e parâmetros quantitativos da bacia na escala de 1:50000

Bacia do Rio Marumbi 1:50000	
Perímetro	78.2Km
Área	106.728359Km ²
Densidade de Drenagem	1.975343
Índice de Circularidade	0.219382
Fator de Forma	0.312857
Coefficiente de Compacidade	2.119458
Ordem da Bacia	5

Pode-se notar, quando comparados os quadros, que os valores referentes à área da bacia diferem pouco entre si, porém o perímetro sofre uma mudança considerável.

Essa mudança interferiu diretamente nos índices os quais foram calculados, como também se observa nos quadros.

Para se avaliar e comparar os valores encontrados para densidade de drenagem, índice de circularidade, fator de forma e índice de compacidade, criou-se outro tópico, no qual tentou-se desenhar melhor a situação.

6.2.2 Avaliação da diferença nos valores de Densidade de Drenagem

Segundo Maia et al (2009), “a densidade de drenagem varia diretamente com a extensão do escoamento superficial e fornece uma indicação sobre a eficiência da drenagem natural da bacia”. Além disso, pode-se ressaltar, ainda em Maia et al (2009), que as bacias bem drenadas tendem a estar mais sujeitas a cheias e alagamentos, porém aqui se faz uma ressalva, evidenciando que, apesar de importante, a densidade de drenagem não é o único fator que influencia no risco de enchentes.

Cardoso (2006), em estudo acerca da bacia do Rio Debossan (RJ), encontrou o valor de 2,35 Km/Km² para o índice de densidade de drenagem, e descreveu a capacidade de drenagem dessa bacia como sendo “*média*”. Baseado nos valores indicados por Villela e Mattos (1975), que classificam índices de densidade de drenagem como sendo baixos caso o valor seja próximo ou $\leq 0,5$ km/km² e altos, caso o valor da Dd seja próximo ou $\geq 3,5$ km/km², acrescentando-se as considerações de Cardoso (2006), podemos observar que a diferença nos valores encontrados para a bacia do Rio Marumbi (PR), são significativas. Nesse sentido, pode-se inferir que na drenagem retirada das cartas com escala 1:50000 o valor da densidade de drenagem (1.975343 km/km²) pode ser classificado, também como um valor médio e, o valor (3.359209 km/km²) encontrado na drenagem das cartas em escala 1:25000, alta. Essa variação nos valores implica num esquema de planejamento totalmente diferente para as situações apresentadas nas cartas nas diferentes escalas, o que indica uma má performance na utilização dos operadores de generalização para esse tipo de trabalho.

Fica claro, portanto, que, para se avaliar a densidade de drenagem da área proposta, o que se deve fazer é um estudo mais detalhado da área, não utilizando-se,

por exemplo, somente as cartas de base fornecidas pelo Exército Brasileiro ou pelo IBGE.

6.2.3 Avaliação da diferença nos valores do Índice de Circularidade, Fator de Forma e Índice de Compacidade

O Índice de Compacidade relaciona a forma da bacia hidrográfica com um círculo. Isso diz respeito à distribuição da área de drenagem, o que influencia na forma de manejo da área. Segundo Cardoso *et al* (2006), “quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade”; em que valores próximos a 1 indicam uma bacia mais circular e, valores significativamente superiores a 1, uma bacia mais alongada. Esse índice está intrinsecamente ligado ao valor do Fator de Forma, que relaciona a forma da bacia com a de um retângulo e dá um forte indicativo da interferência estrutural (geológica) na dinâmica da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia com fator de forma menor do que uma segunda bacia, com mesma área, porém com um fator de forma maior, tem chances menores de sofrer com enchentes.

Além disso, não se pode deixar de lado a verificação do índice de circularidade, que também descreve a forma da bacia, onde uma bacia com forma circular tende ao valor 1 e uma bacia mais alongada tem índices menores do que 1.

Cardoso (2006) achou valores de 1.5842 (índice de compacidade) e 0,3985 (fator de forma) e classificou a bacia do Rio Debossan (RJ) como tendo tendência à forma alongada, justificando essa assertiva ao indicar que o índice de compacidade havia se afastado do valor 1 e o fator forma fora “baixo”. Tomando por base essa classificação, os valores encontrados para a bacia do Rio Marumbi (PR) nas cartas em escala 1:25000, referentes ao índice de compacidade (1.617199) e fator de forma (0.309607), classificam-na como tendo tendência a ter forma alongada. O mesmo ocorre com os valores desses índices na escala 1:50000, onde o índice de compacidade atingiu o valor 2.119458 e o fator de forma o de 0.312857. No entanto, a diferença no índice de compacidade chama a atenção por incitar situações bem distintas no que se refere à forma da bacia. No âmbito do planejamento territorial, essa diferença acarretaria uma

interpretação diferente para um mesmo contexto (área), o que traz um risco a mais para uma área que já é perigosa por seu quadro natural. Quanto ao fator forma, a interpretação não seria prejudicada, visto a diferença pequena. O mesmo acontece com o índice de circularidade que apresenta um valor de 0.376821, nas cartas em escala 1:25000 e, nas cartas em escala 1:50000 o valor de 0.219382, que descrevem uma bacia mais alongada, não interferindo na avaliação para o planejamento territorial (nesta escala de trabalho).

6.3 Avaliação da utilização dos operadores de generalização geométrica: simplificação, suavização, deslocamento e refinamento

O que se pretende com a avaliação da utilização dos operadores não é contestar o uso das cartas topográficas nem mesmo trabalhos que tenham sido feitos com base, somente, nesses produtos, mas sim, mostrar que deve existir uma preocupação com o uso dos dados quando há a mudança de escala, não excluindo a necessidade de se conferir a informação por meio de outros produtos e ou práticas como, por exemplo, fotos aéreas, imagens de satélite, campo, etc..

Os produtos que estão sendo avaliados foram levantados por meio de fotos aéreas, sendo os de escala 1:25000 na década de 90 e, os de escala 1:50000, na década de 70. Apesar das técnicas serem diferentes, a representação do elementos que aqui estamos avaliando não deveria mudar em alguns aspectos como os que serão apresentados. Isso que dizer que, apesar de todas as diferenças de técnicas e da qualidade das fotos, a drenagem, na realidade, não muda.

O que tentaremos expor é que alguns aspectos importantes para o planejamento ambiental não são contemplados por esses produtos, de maneira a comprometer a qualidade dos trabalhos que tomam por base esses produtos sem a etapa de confirmação dos dados, como já foi exposto.

6.3.1 Simplificação e Suavização

A verificação dos operadores simplificação e suavização nas cartas topográficas analisadas será feita de forma conjunta. MacMaster e Shea (1992) descrevem a utilização do operador simplificação somente no âmbito digital, contudo aqui procuraremos ilustrar sua utilização adequada ou inadequada nos documentos que foram concebidos analogicamente. Adotar-se-á um padrão de apresentação onde os vetores em azul correspondem ao traços de drenagem retirados das cartas em escala 1:50000 e, em cinza, os vetores retirados das cartas em escala 1:25000.

A Figura 12, por exemplo, traz um dos trechos que demonstram a utilização dos operadores simplificação e suavização.

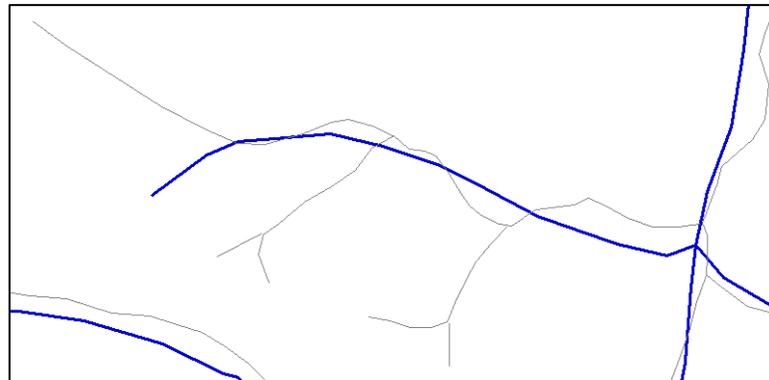


Figura 12 – Simplificação e Suavização - 1

Nota-se na Figura 12 como a suavização e simplificação tornaram o canal menor e mais retilíneo. No entanto, é possível observar que o trecho inicial do canal foi retorcido, o que torna a informação inconsistente. Além disso, há o refinamento de rios de segunda ordem, tornando o canal principal (que chegava a ser de 3ª ordem no trecho final) um canal de 1ª ordem. Esse fato interfere diretamente na discussão do funcionamento do sistema, o que prejudica a avaliação para o planejamento.

No caso da Figura 13, o erro de simplificação comprometeu a interpretação por completo.

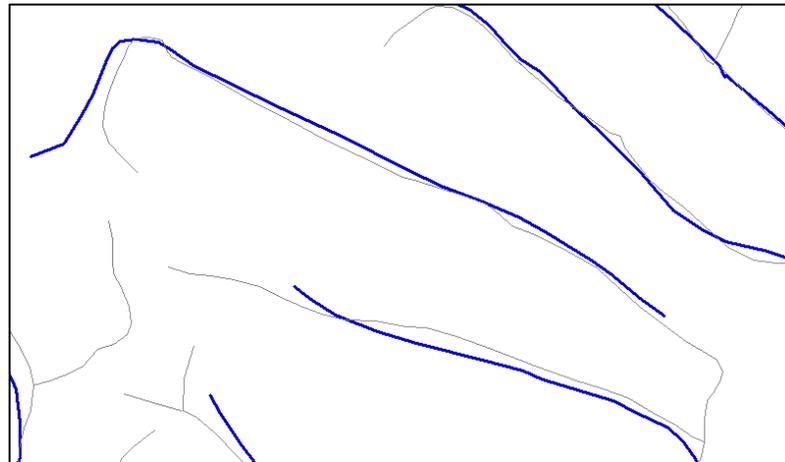


Figura 13 – Simplificação e Suavização – 2

Pode-se notar que um braço drenagem que na escala 1:25000 tem ligação com a rede, mas na escala 1:50000 não tem, dando a impressão da existência de um sumidouro à sua jusante. A suavização, neste caso, foi aplicada de forma correta pois manteve o caráter estrutural da feição, ou seja, é uma feição que é controlada por falhamento. Essa indicação é importante para o planejamento, visto que a dinâmica de um rio controlado pela estrutura é muito diferente daquele que não está encaixado, seja na dinâmica do fluxo, seja no comportamento das estruturas (solo, rocha) em seu entorno.

No entanto a Figura 14 traz uma situação diferente das até então observadas.

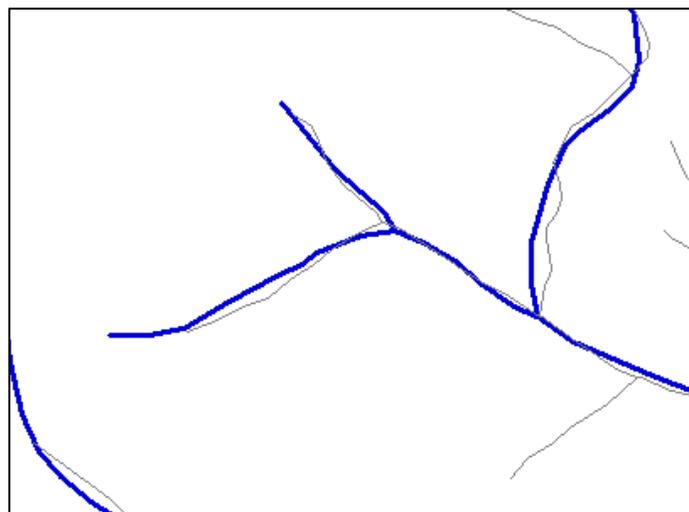


Figura 14 – Simplificação e Suavização - 3

A Figura 14 mostra uma utilização dos operadores simplificação e suavização, a qual não alterou o elemento de forma significativa. Apesar de ser exemplo de uma boa prática de aplicação do operador no contexto do planejamento, indica, também, quando comparada com as outras aplicações dadas ao mesmo operador, que o cartógrafo não utilizou da mesma lógica para usar essa ferramenta, o que fica caracterizado, segundo MacMaster e Shea (1992), como sendo um erro de inconsistência.

Acredita-se que a correta utilização desses operadores proporcionaria para o usuário uma melhor compreensão da situação, no caso o planejador, que tomaria medidas mais acuradas contra os possíveis riscos ambientais.

6.3.2 Deslocamento

O operador deslocamento, por sua natureza, deve ser utilizado quando há a disputa por espaço entre feições importantes. MacMaster e Shea (1992) ressaltam que o deslocamento de uma feição não pode ser feito de maneira a comprometer a qualidade semântica ou posicional do produto. Assim sendo, separamos alguns exemplos para ilustrar e demonstrar que o planejador deve ter consciência de que esses erros estão presentes nas cartas topográficas as quais analisamos.

A Figura 15 ilustra outro exemplo de deslocamento que afeta de maneira negativa a leitura e a qualidade posicional da representação.

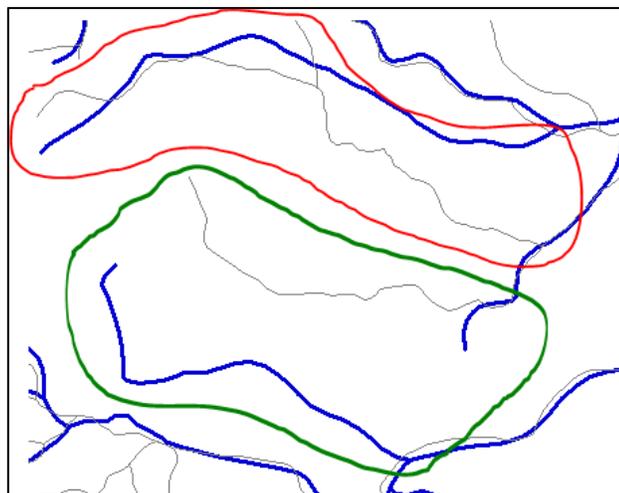


Figura 15 – Deslocamento - 1

Neste recorte temos dois deslocamentos perceptíveis destacados pelos contornos em verde e vermelho. No contorno em vermelho o deslocamento da feição se dá na ordem de mais de 500 m à jusante do canal, o que prejudica a qualidade posicional. No caso do canal que está sendo destacado em verde, seu deslocamento se dá na ordem dos 770 m à sua jusante e, desloca-se de maneira a interligá-lo a uma outra bacia que não aquela da escala 1:25000: em 1:50000 ele é ligado diretamente ao Rio Marumbi, e em 1:25000 está ligado à bacia do Rio Iporanga. Os divisores de água, nesse caso, não foram respeitados lesando a leitura correta, mudando o plano de ação no planejamento.

A Figura 16, no entanto mostra outra situação da utilização do operador deslocamento.

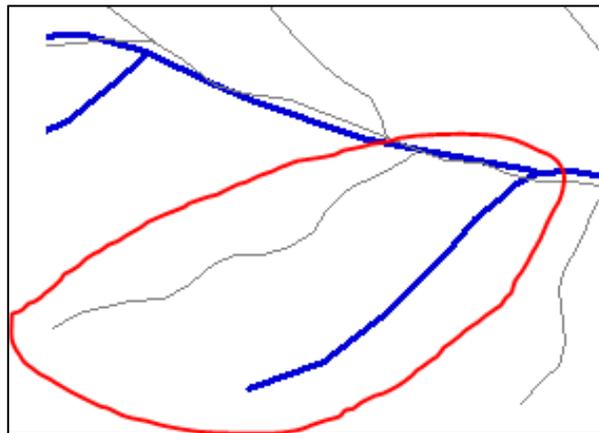


Figura 16 – Deslocamento - 2

Neste trecho há um deslocamento pequeno do afluente de primeira ordem, 138 m. Além disso, esse deslocamento não afetou a leitura do documento nem a forma de se pensar no modelo de dinâmica da área. Quando comparamos essa prática com as outras observadas no âmbito da aplicação do operador de generalização deslocamento, há uma inconsistência assim como o que foi observado na aplicação dos operadores suavização e simplificação.

O operador deslocamento deve ser aplicado de forma coerente, pois sua natureza altera significativamente a compreensão da dinâmica do funcionamento dos

sistemas bacias hidrográficas. No caso estudado, por exemplo, qualquer efeito negativo na compreensão do sistema pode afetar de forma perigosa a maneira como será projetado o uso e manejo da área, acarretando sérios riscos à população ali alocada.

6.3.3 Refinamento

O operador refinamento, segundo MacMaster e Shea (1992), deve ser usado de maneira a não fazer a feição, como um todo, perder suas características principais. No caso da área em estudo, o refinamento feito de forma inadequada pode mascarar alguns detalhes importantes ao planejamento territorial. Não obstante, no que se refere aos estudos morfométricos, mais especificamente à densidade de drenagem, o operador refinamento é o que mais modifica o resultado final. A Figura 17 é o primeiro exemplo o qual queremos expor.

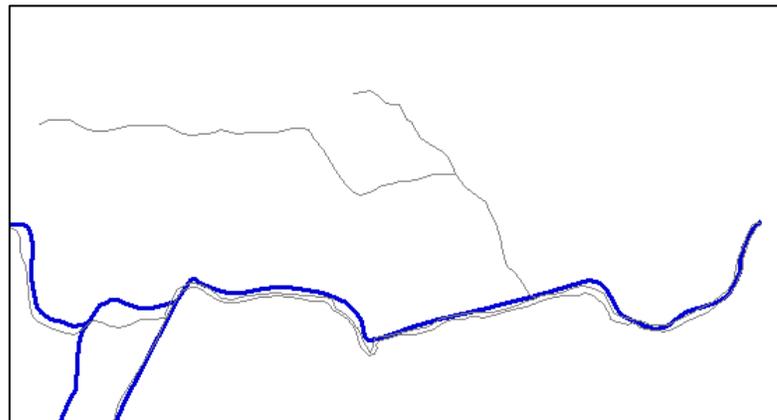


Figura 17 – Refinamento - 1

Neste trecho de análise o refinamento aboliu da representação um braço de drenagem de segunda ordem e dois de primeira: a soma dos comprimentos dos canais é igual a 3,1 Km. Esse valor afeta diretamente a qualidade dos dados em densidade de drenagem pois representa mais que 1% da somatória dos comprimentos de drenagem na bacia do Rio Marumbi representada em escala 1:50000. Além disso, esse trecho que foi excluído da representação está numa área crítica: passa por dentro da cidade de Morretes. Sua dinâmica está diretamente ligada ao conjunto bacia e, portanto, é de alto

risco. A Figura 18 mostra o mesmo trecho mais os vetores correspondentes à área urbana (amarelo).

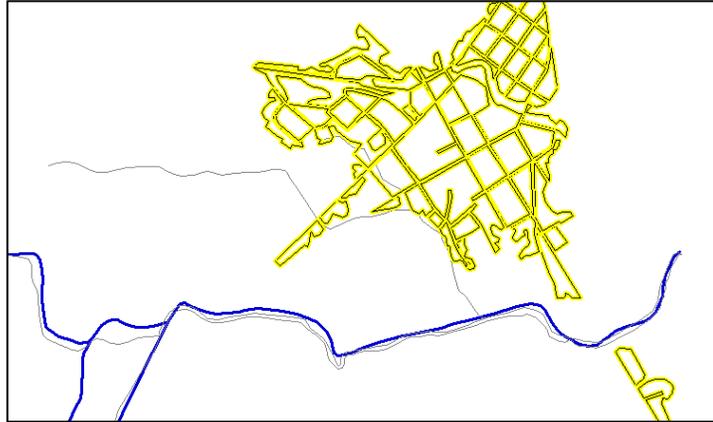


Figura 178 - Refinamento - 2

. Não obstante, existem trechos em que mais de 7 km de drenagem foram refinados. É a situação apresentada na Figura 19, que danifica seriamente a compreensão da dinâmica do trecho. Nesse recorte podemos observar, quase que por completo, a bacia do rio Cristal, um tributário importante do rio principal, Marumbi.

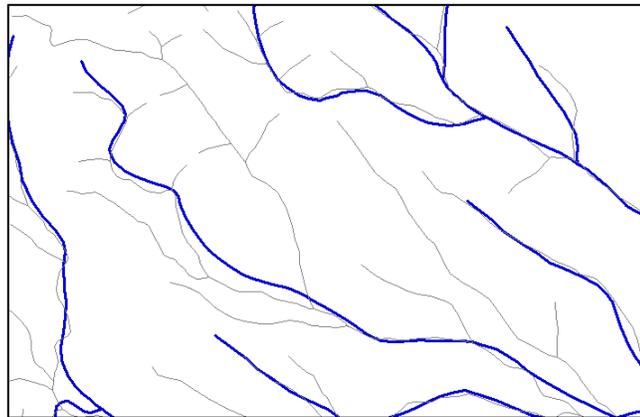


Figura 19 - Refinamento - 3

Outros dois trechos os quais queremos destacar explicitam o refinamento em que, partes de canais de 3ª (Figura 20) e 2ª (Figura 21) ordens, são retirados da representação. Vale ressaltar que rios nessas ordens compõem importantes afluentes e

têm uma dinâmica de funcionamento intensa devido a quantidade de fluídos os quais perpassam por seu leito.

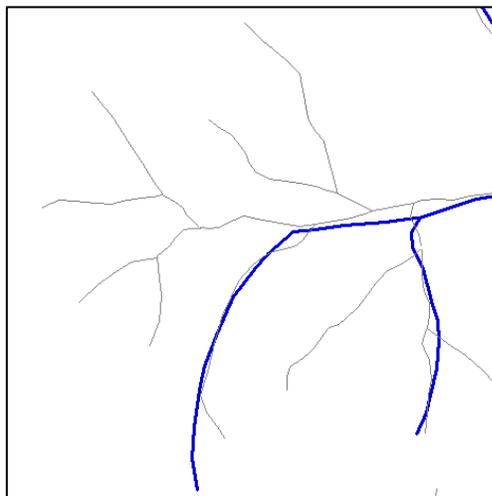


Figura 20 - Refinamento - 4

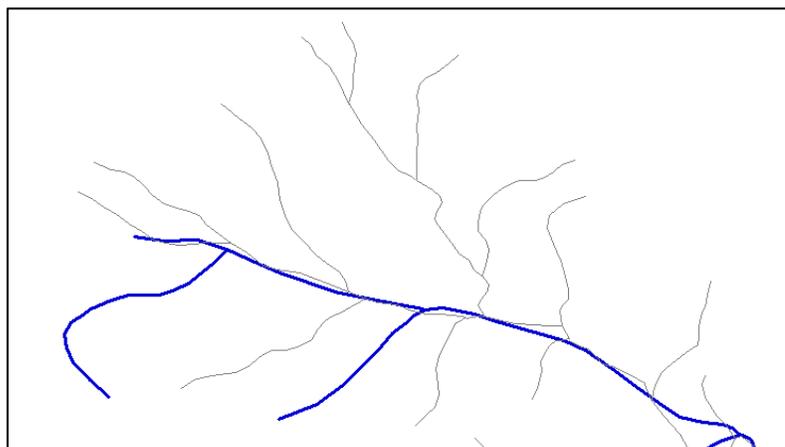


Figura 21 - Refinamento - 5

Entretanto, pode-se perceber trechos em que a técnica de refinamento é bem empregada e não prejudica o resultado final da avaliação (Figura 22 – em vermelho trecho destacado). A correta aplicação dessa técnica é salutar, uma vez que contribui para se equacionar os problemas de coalescência e congestionamento

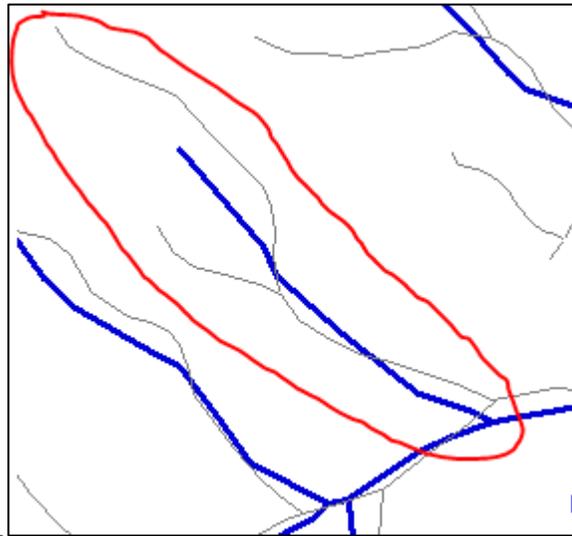


Figura 22 - Refinamento - 6

Como pode ser observado, não há um padrão sendo seguido para a aplicação do operador refinamento. Mais uma vez, assim como nas situações apresentadas nos outros operadores, há uma sinalização de falta de controle de qualidade informacional por parte do mapeador, que aplica técnicas distintas para uma mesma área mapeada. Assim sendo o erro de inconsistência fica caracterizado mais uma vez.

6.4 Análise da avaliação cartométrica

Neste tópico serão analisados os aspectos relativos à avaliação cartométrica feita para a generalização das feições nas cartas topográficas estudadas.

6.4.1 Condições Geométricas

A verificação dos aspectos ligados às condições geométricas foram passíveis de serem observadas na construção das cartas reduzidas.

O exemplo da Figura 23 nos remete às condições de congestionamento, coalescência e imperceptibilidade, as quais estariam sujeitas as feições se os operadores não fossem utilizados. Assim sendo fica caracterizada a existência da preocupação para com o congestionamento, com a coalescência e a imperceptibilidade, nas cartas topográficas analisadas.

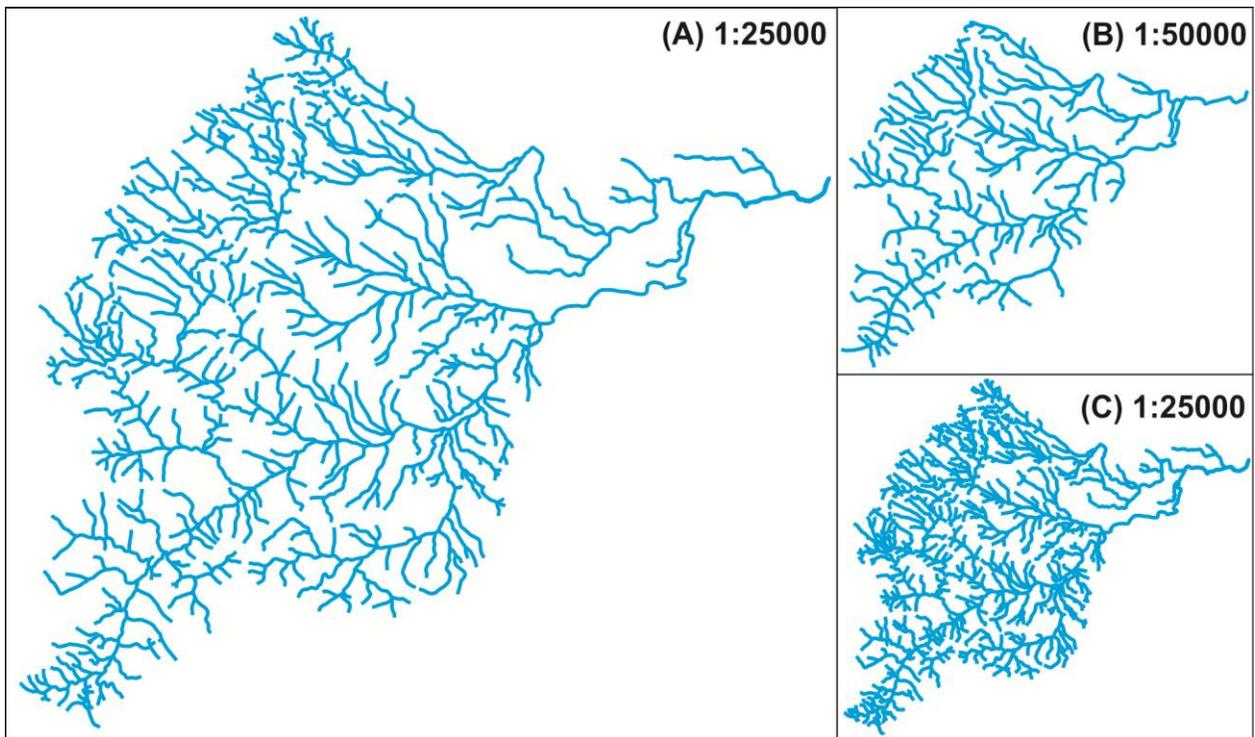


Figura 23 - Congestionamento

Na Figura 24 o que se observa é que em (A) o mapa é bem detalhado. Quando se reduz a mesma representação com o detalhamento inalterado (C) há o que foi descrito por MacMaster e Shea (1992) como sendo congestionamento, a coalescência e a imperceptibilidade. Já em (B), produto final após a aplicação dos operadores, é possível observar que não há mais o aparecimento dessas condições, observadas em (C).

A situação de conflito não foi observada uma vez que há um destaque para a feição hidrografia na cor azul, o que facilita a leitura do elemento. Já a complicação e a inconsistência são aspectos que podem ser observados nos documentos analisados uma vez que notou-se, por meio dos exemplos do tópico anterior, a não utilização dos operadores de forma convencional, caracterizando ambigüidade no processo e uma subjetividade inerente ao processo de generalização analógica.

6.4.2 Medidas Espaciais

As medidas espaciais também são passíveis de serem analisadas uma vez que esse processo fica evidente quando do mapa final generalizado, as feições mantêm as propriedades geométricas e de distribuição espacial.

As medidas de densidade e distribuição não foram respeitadas; afirma-se isso com base nos cálculos efetuados durante o trabalho, mais especificamente os de densidade de drenagem. Essa relação conflituosa com as medidas de distribuição pode ser notada ao passo que não se utilizou de um mesmo processo de generalização para feições parecidas em posições distintas da bacia hidrográfica analisada.

As medidas de distância e forma não foram feitas de forma a contemplar a necessidade de se manter a boa relação geométrica das feições no contexto desses aspectos. Isso pode ser verificado, no que se refere às medidas de forma, quando há a variação dos índices de compacidade, circularidade, fator forma, da bacia, ou mesmo quando a forma dos canais não é respeitada, sendo distorcidos ao ponto de perderem suas características essenciais (figura 12). Com essas distorções fica fácil observar que as medidas de distância, bem como as medidas de comprimento e sinuosidade, as medidas gestalt, não foram respeitadas, da mesma maneira.

As medidas abstratas, conforme já foi observado, dependem da homogeneidade da distribuição espacial das feições, bem como a simetria, a repetição, entre outros aspectos. O que pode se afirmar, com as situações até então expostas é que esse também não foi um elemento contemplado no projeto de redução da escala.

Portanto, como se pode observar, nenhum dos aspectos apontados por MacMaster e Shea (1992) necessários para uma boa generalização, no que se refere às medidas espaciais, foram respeitados. Esse fato compromete a qualidade posicional das feições representadas, o que impede uma análise mais acurada voltada ao planejamento ambiental.

6.4.3 Controle das Transformações

A respeito do controle das transformações é possível destacar que nenhum de seus elementos aplicáveis aos documentos analisados (seleção do operador de

generalização e seleção de parâmetros) não foram aplicados de forma a contemplar uma boa generalização. Para esse fato ocorrer, basta que existam falhas nos outros aspectos observados nos tópicos anteriores. Não obstante, o tópico **6.3** deixa evidente que não houve um padrão para a seleção dos operadores de generalização muito menos uma seleção de parâmetros para a utilização desses.

Assim sendo, é necessário que se faça uma reavaliação desses aspectos para que sejam contemplados no projeto de redução da escala dos mapas analisados, e para que haja coerência na generalização das feições. Caso contrário, no âmbito do planejamento territorial, esses documentos poderiam ocasionar falhas graves.

6.5 Prováveis problemas para o planejamento territorial da área em estudo

Assim como o que é apontado nas discussões em tópicos anteriores, a não utilização dos elementos descritos por MacMaster e Shea (1992) acarreta graves problemas no que se refere à representação do espaço analisado no contexto do planejamento territorial.

Uma vez observado esses fatos, o planejador que se utilizasse dos documentos generalizados para fazer seu projeto, poderia equivocar-se quanto, por exemplo, à descarga final de energia no exultório do sistema analisado. Isso impactaria diretamente na área urbana da cidade de Morretes (PR) que, como pode ser observado na figura 19, encontra-se exatamente na área de descarga da bacia.

Outro aspecto a ser considerado é que, os rios perdem suas características quando as suas condições, que são delineadas pela estrutura de rochas da região, são mascaradas quando há a generalização. Esse fato traria um outro tipo de interpretação para o planejador que agiria de uma maneira muito diferente se a condição estrutural forte fosse amntida na representação generalizada. Rios que são controlados pela estrutura geológica, ainda mais em regiões com a declividade tão alta, estão sujeitos ao escoamento dos fluídos pelo seu leito rapidamente; se observarmos a jusante da bacia, onde não controle estrutural e a declividade é baixa, essa porção estaria sujeita a receber todo o volume de água que não percolou nas áreas onde o solo é mais raso, à montante.

Muitos outros aspectos negativos e impactantes ao planejamento territorial poderiam ser destacados, e essas situações fragilizam ainda mais uma área a qual é naturalmente acometida por riscos ambientais, como os que podem ser observados nas figuras 10 e 11. É claro, portanto, os impactos que podem atingir essa região visto a forma como foi conduzida a generalização cartográfica dos produtos que deveriam servir de base para as análises ambientais.

Não obstante, esse fato pode ser observado em outras regiões e com outros documentos, uma vez que os desastres na zona serrana próxima ao mar, no Brasil, são notícias que ficam estampadas em jornais e revistas por todo o mundo. Esses desastres poderiam ser evitados se as informações contidas nos documentos de base utilizados no Brasil fossem seguras e de fácil leitura; dois aspectos negligenciados na construção desses mapas. As cartas topográfica, portanto, não atingem por completo seus objetivos, uma vez que os dados existentes nelas são passíveis de serem julgados incorretos.

7. Considerações Finais

A proposta da pesquisa, de se avaliar a generalização das cartas topográficas que representam a bacia do Rio Marumbi (PR), e suas implicações na variação dos índices morfométricos, componentes do planejamento territorial, foi apresentada de maneira a contemplar as inquietações advindas das motivações pelas quais foi proposto o presente estudo.

A caracterização dos elementos morfométricos da bacia do Rio Marumbi (PR), nas escala de 1:25000 e 1:50000, mostra que há uma inconsistência na redução da informação nos produtos avaliados. Essa situação não é diferente daquela apresentada com os exemplos da utilização dos operadores de generalização geométrica, por nós estudados. Não obstante, observa-se essa inconsistência na generalização das feições em outro trecho das mesmas cartas avaliadas nessa pesquisa.

A figura 24 ilustra um erro de generalização que pode ser observado na passagem das folhas SG 22-X-D-II-3 SE e SG 22-X-D-II-3 SW (ambas e. 1:25.000) para a folha SG 22-X-D-II-3 (e. 1:50.000). A bacia representada é a do Rio Bom Jardim, localizada no município de Morretes; uma bacia vizinha à bacia do Rio Marumbi (PR).

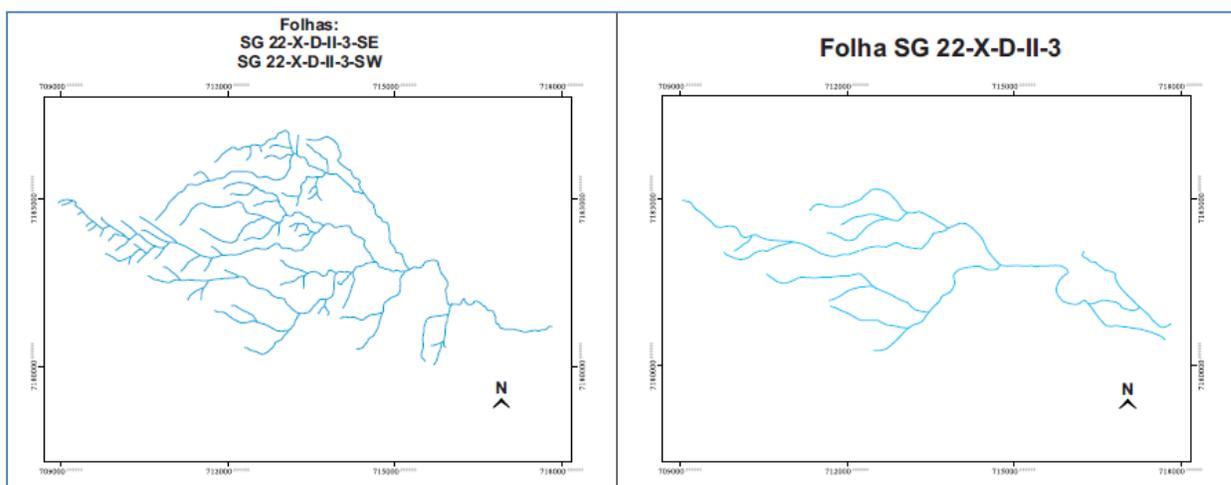


Figura 24 - Erro de generalização na bacia do Rio Bom Jardim, município de Morretes (PR).

Fonte: Bravo e Santil (2011)

O que se observa na Figura 24 é um erro de aplicação não uniforme da generalização, o que implicou no comprometimento do produto para essa área. Entre outros aspectos, pode-se notar erros grosseiros como, por exemplo, um afluyente de grande porte que foi retirado da representação conforme a feição foi generalizada.

Esses erros trazem grandes problemas para os profissionais que trabalham com o planejamento territorial, que dependem desses produtos para constituir seus planos de ação. Eles (erros), não são diferentes daqueles encontrados neste trabalho, o que nos faz refletir acerca da confiabilidade desses produtos.

As cartas topográficas são os elementos mais importantes que representam a superfície terrestre. As complicações advindas de sua interpretação acarretam sérios problemas para o desenvolvimento da humanidade, quando esta necessita implantar obras, descrever fenômenos, entre outras tarefas. Esse quadro de desatualização e desordem desses documentos interfere energeticamente nos resultados de pesquisas científicas, também, o que implica numa inconfiabilidade dos dados apresentados.

Entretanto, as cartas topográficas não devem deixar de ser usadas. A utilização desses documentos deve ser feita conjuntamente a outras práticas que possam ajudar na averiguação das informações alocadas neles, como, por exemplo, utilização de fotografias aéreas atualizadas, imagens de satélite com resolução compatível à necessidade do trabalho, bem como saídas à campo para eventuais confirmações.

7.1 Recomendações

Recomenda-se, para futuras pesquisas que tendam para a mesma linha de raciocínio, procurar averiguar essas situações em outras situações no que se refere ao quadro natural : relevo, solos, vegetação, hidrografia, geologia, etc. Essas pesquisas poderão contribuir para que se determine o quanto essas variáveis naturais interferem na generalização dos dados bem como na verificação de problemas os quais planejadores enfrentarão caso utilizem as cartas topográficas como objeto único para fazerem suas explanações, projetos.

Outro problema que pode ser observado é a qualidade posicional das feições representadas nos documentos cartográficos de base quando se muda a escala. Um estudo mais aprimorado nessa linha poderá revelar, numericamente, a natureza dos desvios observados e a distribuição do erro nas cartas topográficas.

Entretanto, recomenda-se que se dê continuidade a essas linhas com a mesma tolerância aqui adotada, não se esquecendo que as cartas topográficas são documentos desenvolvidos com seriedade profissional e por instituições que necessitam de auxílio de pesquisas desse tipo para que aperfeiçoem seus produtos e ofereçam maior qualidade para os usuários.

Referências Bibliográficas

ARCHELA, R. S.; ARCHELA, E. 2008. Síntese Cronológica da Cartografia no Brasil. **Portal da Cartografia**, vol.1, n. 1, 2008.

BESSA Jr., O.; DOUSTDAR, N. M.; CORTESI, L. A. Vulnerabilidade de municípios do Paraná aos riscos de desastres naturais. **Caderno IPARDES**, v. 1, n. 1, p. 82-100, 2011.

BRASIL. **Decreto sem número, de 10 de maio de 2000. Dispõe sobre a Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR, e dá outras providências.** Diário Oficial da União n. 90, de 11 de maio de 2000, pág. 3, Sec.I.

BRASSEL, K. E; WEIBEL, R. A review and conceptual framework of automated map generalization. **International Journal of Geographical Information Systems**, 2 (3), p. 229-244, 1988.

BRAVO, J. V. M.; SANTIL, F. L. P.; SLUTER, C. R. Mental Categorisation and Classification Process of Information in Maps. **The Cartographic Journal**, v. 48, n. 3, p. 146-152, 2011.

BRAVO, J. V. M.; SANTIL, F. L. P. Os operadores de suavização e simplificação no processo de generalização geométrica das feições cartográficas Hidrografia e Área Urbana nas cartas convencionais brasileiras. In: **Anais do VII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**, UFPR, Curitiba, Paraná, 2011.

CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun 1996.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde.** Brasília: OPS/Ministério da Saúde, 2000.

CONCAR/IBGE. Legislação Cartográfica. Disponível em <<http://www.concar.ibge.gov.br>>, acessado em setembro de 2011.

DENT, B. D. **Principles of thematic map design.** Reading, Massachusetts, EUA: Addison-Wesley, 1985. 385 p.

FLEMMING, N. L. Continuous Updating – An Essential Requirement of a Modern Cadastre. **The Canadian Surveyor**, v. 29, n. 1, 1975

GEOVISTA CENTER. Penn State University Geographic Information Science and visualization research group. Disponível em <www.geovista.psu.edu>, acessado em setembro de 2011.

GOLDBERG, J. H.; MACEACHREN, A. M.; KORVAL, X. P. Mental image transformations in terrain map comparison. **Cartographica**, vol. 29, nº 2, p 46-59, 1992.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIENCIAS DO PARANÁ (ITCG). Disponível em <www.itcg.pr.gov.br>, acessado em abril de 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em <www.dgi.inpe.br>, acessado em abril de 2011.

JORNAL GAZETA DO POVO. Disponível em <www.gazetadopovo.com.br>, acessado em maio de 2011.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. J. **Cartography visualization os spatial data**. London: Longman, 1998.

Li, X; Çöltekin, A; Kraak, M-J (2010). Visual exploration of eye movement data using the Space-Time-Cube. In: Fabrikant, S I; Reichenbacher, T; van Kreveld, M; Schlieder, C. **Geographic Information Science**, v. 6292, p. 295-309, 2010.

MACEACHREN, A.M. **How maps work: representation, visualization, and design**. New York: The Guilford Press, 1995.

MAIA, P. H. P.; CRUZ, M. J. M.; SAMPAIO, M. C. Zoneamento dos aquíferos do Estado da Bahia. **Brazilian Journal Aquat. Sci. Tchnol.**, v. 13, n. 1, p. 45-52, 2009.

MARQUES, T. S.; BATISTA E SILVA, F.; DELGADO, C. A ocupação edificada: delimitação de áreas de densidade homogênea. Seminário "A ocupação no quadro dos PROT e dos PDM", 2009, disponível em <repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/19849> acessado em maio 2011.

McMASTER, R. B.; SHEA, K. S. **Generalization in Digital Cartography**. 1.ed. Washington: Association of American Geographers, 1992. 133p.

MOORE, L. The U.S. geological survey's revision program for 7.5-minute topographic maps. 2003. Disponível em <www.usgs.gov>, acessado em outubro de 2011.

MORAES, A. C. R. Ordenamento Territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico. In: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial. In: **Anais da Oficina sbre a Política Nacional de Ordenamento Territorial**, Brasília, 2003.

MORRISON, J. L. A theoretical framework for cartographic generalization with emphasis on the process of symbolization. **International Yearbook of Cartography**, 14:115-127, 1974.

MUEHRCKE, P. C.; MUEHRCKE, J. O. **Map use – reading, analysis, and interpretation**. 3th ed. Madison: JP Publications, 1992.

NALINI, V. T. **Avaliação cartométrica da base cartográfica digital adequada à gestão urbana derivada por generalização cartográfica a partir da escala de origem 1:2000**. UFPR, Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, 2005. (Dissertação)

NICKERSON, B. G.; FREEMAN, H. R. Development of rule-based system for automatic map generalization. Proceedings, **Second International Symposium on Spatial Data Handling**, Seattle, Washington. Williamsville, N.Y.: International Geographical Union Commission on Geographical Data Sensing and Processing, 537-556, 1986.

NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. **Controle de qualidade de produtos cartográficos: uma proposta metodológica**. Presidente Prudente, 2003. Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciências Cartográficas da FCT/UNESP.

NUNES, J. O. R.; IMAI, N. N.; MARTINS, E. S.; SAMIZAVA, T. M.; KAIDA, R. H. A importância do conhecimento geomorfológico na análise espacial: escolha de áreas para a construção de aterro sanitário no município de Presidente Prudente – SP. In: **Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia, Goiás, 2006

PASCALZIM (software). Disponível em <www.cic.unb.br>, acessado em agosto de 2011.

PASQUALI, L. Princípio de Elaboração de Escalas Psicológicas. **Revista de Psiquiatria Clínica**, vol. 25, n. 5, set/out. 1998.

RATAJSTKI, L. Phenomenes des points generalization. **International Yearbook of Cartography**, 7:143-151, 1967.

SCHNEIDER, D. C. The rise of the concept of scale in Ecology. **BioScience**, vol. 51, nº 7, p. 545-553, 2001.

SHEPHERD, M.; NIYOGI, D.; MOTE, T. L. A seasonal-scale climatological analysis correlating spring tornadic activity with antecedent fall–winter drought in the southeastern United States. **Environmental Research Letters**, vol. 4, nº 2, 2009.

SLUTER, C. R.; MENDONÇA, A. L. A. Dependent aspects of brazilian environmental laws and national topographic mapping series. In: **Proceedings of 24th International Cartographic Conference**, Chile, 2009.

SLUTER, C. R. Sistema Especialista para a geração de mapas temáticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 53, 2001.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957.

TAURA, T. A.; SLUTER, C. R.; FIRKOWSKI, H. Generalização cartográfica das cartas do mapeamento urbano nas escalas 1:2000, 1:5000 e 1:10000. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 16, n. 3, p. 386-402, 2010.

TOMS, K. N.; WILLIAMSON, I. P.; GRANT, D. M. The cadastre and the emerging land information system in south Australia: some administrative aspects. **The Canadian Surveyor**, v. 41, n. 2, 1987.

UNITED NATIONS (UN). **Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives**. Preliminary version, Geneva, 2002.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Topographic Mapping booklet (online version,), 2003. Disponível em <<http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/booklets/topo/topo.html>>, acessado em outubro de 2011.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

YING, S.; LI, L. Knowledge representation of cartographic generalization. In: **Proceedings of Symposium on Spatio-Temporal Modeling, Spatial Reasoning, Analysis, Data mining and Data Fusion**. China, 2005.

ANEXO I – Programa CoeficienteCompacidade

```
Program CoeficienteCompacidade ;  
  
var P, A, Kc :real;  
  
Begin  
  
    writeln (' Forneça o Perímetro da Bacia (P), dado em m');  
  
    readln (P);  
  
    writeln (' Forneça a Área da Bacia (A), dado em m²');  
  
    readln (A);  
  
    Kc:= 0.28*((p)/(sqrt (a)));  
  
    writeln ('O Coeficiente de Compacidade (Kc) da Bacia é: ',  
    Kc);  
  
    readkey;  
  
End.
```

ANEXO II – Programa Dd (Calcula a Densidade de Drenagem)

```
Program Dd;
var Dd, A, Lt :real;
begin
    writeln ('Forneça o comprimento total de todos os canais
             (Lt), em Km');
    readln (Lt);
    writeln ('Forneça a área da Bacia (A), em Km²');
    readln (A);
    Dd:= Lt/A;
    Writeln ('A Densidade de Drenagem da Bacia é de: ', Dd);
    readkey;

end.
```

ANEXO III – Programa FatorForma (Calcula o Fator de Forma)

```
Program FatorForma ;  
  
var A, L, F :real;  
  
Begin  
  
    writeln (' Forneça a Área da Bacia (A), dada em m²');  
  
    readln (A);  
  
    writeln (' Forneça o Comprimento do Eixo da Bacia (L),  
    dado em m');  
  
    readln (L);  
  
    F:= (A/(sqr(L)));  
  
    writeln ('O Fator de Forma da Bacia é de: ', F);  
  
    readkey;  
  
End.
```

ANEXO IV – Programa Circularidade (Calcula o Índice de Circularidade)

```
Program Circularidade ;  
var A, P, IC :real;  
Begin  
    writeln (' Forneça a Área da Bacia (A), dada em m²');  
    readln (A);  
    writeln (' Forneça o Perímetro da Bacia (P), dado em m');  
    readln (P);  
    IC:= ((12.57*a)/(sqr(P)));  
    writeln ('O Índice de Circularidade da Bacia é de: ', IC);  
    readkey;  
End.
```

ANEXO V – Programa porcentagemdiferenca (Calcula a diferença em %)

```
Program porcentagemdiferenca;  
var a, b, diferenca, porcentagemperdida:real;  
Begin  
    writeln ('entre com o comprimento em 1:25000');  
    readln (a);  
    writeln ('entre com o comprimento em 1:50000');  
    readln (b);  
    diferenca:= (a-b);  
    writeln ('diferença: ',diferenca);  
    porcentagemperdida:= (100*diferenca)/a;  
    writeln('a      porcentagem      perdida      é      de:      ',  
    porcentagemperdida);  
    readkey;  
End.
```

ANEXO VI – Notícia

Famílias perdem tudo com enchente em Morretes

Karla Losse Mendes

Gerson Klaina/O Estado

Disponível em <http://oestadopr.pron.com.br/cidades/noticias/5294/?noticia=familias-p>

Em Morretes, o bairro de Floresta foi totalmente devastado pela força da água e as pessoas perderam tudo o que possuíam. Por volta das 4h30 os moradores ainda eram retirados de helicóptero pelo Corpo de Bombeiros, uma vez que o acesso por terra ao local é impossível. pelo menos duas mortes já foram registradas no local e ao menos uma pessoa está desaparecida. Edileuza Maria do Rocio, uma das pessoas que foi retirada pelo helicóptero, contou que o lugar ficou totalmente devastado. Segundo ela, no lugar onde antes estava sua casa existem agora apenas as marcas da fundação. Ela diz que os vizinhos também perderam tudo. “Lá está um local desolado, não existe mais.” “A minha casa foi, Floresta inteira foi, eu não tenho mais nada. Só a minha vida”, disse. Segundo ela, apesar do aviso pelos bombeiros de que deveria deixar o local, ela ainda tinha receio de sair de casa. Mas, após insistência acabou deixando a residência e procurou abrigo. “Se tivesse ficado em casa teria morrido.” Ela conta que várias outras pessoas aguardavam ainda serem retiradas. “Eles começaram pelas mulheres e crianças, mas ainda tem várias pessoas lá”, contou.

Martha

Na comunidade de Martha, as pessoas também tiveram prejuízos severos com a chuva. Na casa de Maria Tereza Alves da Rocha, ela, a filha, o marido e os pais tentavam salvar o que restou dos móveis e limpar a casa, dividindo o trabalho com a tarefa de tornar mais segura uma passagem sobre a ponte na PR-508, cuja cabeceira despencou.



Para evitar que as pessoas que tentavam utilizar um trecho estreito de terra ao lado do rio para atravessar caíssem na água, eles amarram cordas nas árvores próximas criando um corrimão improvisado sobre a área estreita de terra, única ligação para quem mora na região com a rodovia. No bairro, os moradores estão sem água, energia elétrica e qualquer tipo de comunicação por telefone e precisam sair de casa para tentar encontrar água e enviar informações aos parentes. Na casa de Maria, as marcas da altura que a água atingiu estavam visíveis nas paredes. Os moradores possuem uma régua de medição que foi completamente coberta pela água e mostra que a enchente chegou a sete metros acima do nível do rio. Na sexta-feira (11), ela e a filha só foram salvas no início da noite, com a chegada do Corpo de Bombeiros, que fez a retirada por barco. Maria conta que tentava subir os móveis para não perder tudo quando percebeu o aumento no nível de água. “Quando a água subiu foi muito rápido, a água chegou em cinco minutos e levou tudo”, narrou. Nos galinheiros, os animais mortos denunciavam a velocidade com que tudo aconteceu. Segundo ela, a família, que trabalha com a criação dos animais e lavoura, tentou abrigá-las acima dos galinheiros, mas não foi possível retirar todas a tempo e praticamente a metade dos bichos morreu.



Os quatro cachorros da família também tiveram que ficar sobre caixas para não morrerem afogados. “Quando a água subiu, eles ficaram com as patas mergulhadas na água, mas conseguiram se salvar”, disse. Agora, Maria conta que não sabe como ficará sua situação. Com a morte dos animais e a perda de toda sua plantação de maracujá, as fontes da renda da família foram levadas pela correnteza. Até uma mercearia que eles abriram na frente do quintal foi devastada pela chuva e a mesa de sinuca - que eles tinham comprado há pouco tempo para ser fonte de diversão dos vizinhos - foi arrastada para dentro do rio. “Custou três mil reais. A gente tentou salvar amarrando uma corda, mas não conseguiu, a corda arrebentou”, disse.

“A gente vive do sítio, da lavoura e agora a gente não sabe como vai pagar as dívidas. Você tem que tentar salvar alguma coisa, mas a gente não sabe nem o que levar e não tem como tirar nada daqui porque não temos para onde ir”, relatou.]



ANEXO VII – Notícia (Gazeta do Povo)

Morretes e Paranaguá declaram estado de Emergência

Disponível em <http://www.gazetadopovo.com.br/verao/conteudo.phtml?id=1104832>



Segundo a Defesa Civil, pelo menos 11.690 pessoas foram afetadas pela chuva e 594 tiveram que deixar suas casas. Morretes está sem abastecimento de água. As cidades de Paranaguá e Morretes decretaram estado de emergência na tarde desta sexta-feira (11) por conta dos estragos pela chuva que cai no litoral desde a noite de quinta-feira (10) e persistiu durante todo o dia. A situação mais crítica é a de Morretes. O Rio Marumbi transbordou durante a madrugada, o que afetou os bairros Rocío, Marta, Vila Ferroviária, Jardim América, Raia Velha e região central.

Pelo menos 10 mil pessoas foram afetadas pela chuva em Morretes. 4.500 estão desalojadas, 200 desabrigadas e 560 residências foram danificadas. As famílias sem abrigo (cerca de 200 pessoas) estão sendo encaminhadas para o Colégio Estadual

Rocha Pombo, onde serão atendidas pela Defesa Civil. A membro da Defesa Civil de Morretes, Elaine Delay, afirmou que foi realizado em pedido para a defesa civil estadual para o envio de colchões e materiais de higiene. Por volta das 19 horas, um caminhão com donativos chegou na cidade, mas itens como colchões não foram enviados. A defesa municipal tenta realizar a compra no comércio da cidade e improvisou camas com cobertores. A defesa civil municipal informou que caminhões vindos de Guaratuba com donativos não conseguiram chegar na cidade por conta de quedas de barreira na estrada. A região central, próximo à rodoviária, e a Rua XV de Novembro, estão totalmente alagadas e carros de pequeno porte não conseguem atravessar. Comerciantes da região, que foram acordados na madrugada, por volta das 4 horas da madrugada, quando a chuva foi bastante intensa, limpavam as lojas e mantinham as mercadorias erguidas.

Energia

Segundo informações da Copel, 11.066 residências estão sem energia em Morretes, Antonina e

Guaraqueçaba. Segundo a Copel, técnicos da empresa estão tendo dificuldades para chegar até as áreas afetadas e realizar os reparos. Sete equipes dos bombeiros trabalham com embarcações para fazer a retirada das pessoas afetadas. A moradora do bairro América de Cima, Maria de Lurdes Alencar, de 84 anos, teve que ser retirada às pressas de casa. Ela precisou enfrentar a água em uma cadeira de rodas após sair do hospital na região central, trazida pela neta Geania, que foi buscá-la em casa ainda de madrugada, quando a casa foi atingida.

Rocio

No bairro mais afetado de Morretes, o Rocio, os moradores saíram das casas com a água na altura do peito durante a madrugada. Na manhã desta sexta-feira(11), por volta das 9h30, moradores voltaram para salvar o que conseguiram. A casa do motorista Edson Sidival Cardoso ficou com água próximo da janela e ele conseguiu salvar poucas roupas e um colchão. De acordo com moradores, enchentes são comuns na cidade, mas há muito tempo não atingia o município em grandes proporções.

Outras cidades

Em Antonina, deslizamentos de terra atingiram casas nos bairros de Caixa d'Água e Laranjeira. Residências também ficaram alagadas no bairro de Itapema. Em Paranaguá, a região mais afetada foi o distrito de Alexandra, onde várias casas foram invadidas pela água. Casas na beira da BR 277, a cerca de oito quilômetros antes de Paranaguá, estavam totalmente cobertas pela água. Era possível enxergar somente parte do telhado. No bairro Cubatão, em Guaratuba, a chuva também provocou alagamentos. De acordo com o Corpo de Bombeiros, o Rio Cubatão atingiu cerca de 40 centímetros acima do nível do solo e invadiu as casas. Quatro embarcações da corporação estão prestando assistência aos moradores e outras três estão sendo deslocadas.

Apesar de ter uma escola à disposição dos desabrigados, as pessoas não querem deixar suas casas.