

# Comparação entre produtos cartográficos gerados a partir de cartas base de diferentes escalas: o caso da cidade de Guarapuava (PR)

## Comparison of cartographic products generated from maps with different scales: the case of Guarapuava (PR)

Andrey Luis Binda<sup>1</sup>  
Luiz Gilberto Bertotti<sup>2</sup>

### Resumo

A escala de um documento refere-se à relação entre as medidas realizadas sobre o mapa e as distâncias correspondentes no real. Entretanto, a restituição de mapas em diferentes escalas conduz à generalização. Atualmente, os avanços tecnológicos conduziram à criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), o que permitiu uma variada gama de procedimentos para a elaboração de documentos cartográficos. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo comparar os resultados de cartas de hipsometria, declividades e exposição de vertentes do perímetro urbano de Guarapuava (PR), elaboradas a partir de cartas base de diferentes escalas (1:100.000, 1:50.000 e 1:2.000). Os resultados indicam que, na falta de documentos cartográficos em escala de detalhe, tal como 1:2.000, as cartas topográficas na escala de 1:50.000 podem fornecer, apesar da limitação de generalização topográfica, resultados importantes quanto à amplitude topográfica, declividades e exposição de vertentes em termos gerais, permitindo a visualização de áreas de maior ou menor declividade e as principais classes de orientação de vertentes. Porém, a escala de 1:100.000 deve ser evitada, pois os resultados são claros da generalização topográfica nessa escala. Antes de tudo, deve ser pensado no objetivo de cada trabalho para se poder escolher a escala adequada.

**Palavras-chave:** geoprocessamento; carta de hipsometria; carta de declividade; carta de exposição do relevo.

### Abstract

The scale of a document refers to the relationship between measurements accomplished on the map and the real corresponding distances. However, the

---

1 MSc.; Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS; Acesso Canários da Terra, s/nº, bairro Seminário, 89.813-140, Chapecó, Santa Catarina, Brasil; Email: andrey\_geobass@hotmail.com

2 Dr.; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Pesquisador do Núcleo de Pesquisas Ambientais-NPA/UNICENTRO. E-mail: bertotti@unicentro.br

restitution of maps at different scales runs to the generalization. Currently, technological advances lead to the creation of Geographic Information Systems (GIS), allowing a wide range of procedures for the preparation of cartographic documents. Accordingly, the present study aimed to compare the results of hipsometry map, steepness and slope aspect of the urban perimeter in Guarapuava (PR), elaborated from different maps on different scales (1:100,000, 1:50,000 and 1:2,000). The results indicate that in the lack of cartographic in scale of detail, as 1:2,000, the topographic maps at 1:50,000 scale can provide, in despite of the limitation of topographic generalization, important results in the topography amplitude, steepness and exposure of slopes in general terms, allowing the visualization of areas of major or minor steepness and the main classes of slope aspects. However, the scale of 1:100,000 should be avoided, the results are clear of the topographic generalization in this scale. Above all, it must be thought about the aim of each job in order to choose the appropriated scale.

**Key words:** geoprocessing; Hypsometry maps; slope map; relief map.

## Introdução

A generalização cartográfica é algo inerente à própria cartografia. Ao ser criado um mapa ou carta, os elementos cartografados devem ser condizentes com a escala final do trabalho, isso porque, pequenas feições sejam elas pontuais, lineares ou areaais, poderiam tornar o mapa carregado e de difícil compreensão para o leitor.

A escala de um documento refere-se à relação entre as medidas realizadas sobre o mapa e as distâncias correspondentes no real (JOLY, 1990). Entretanto, a restituição de mapas em diferentes escalas conduz à generalização (PÉREZ, 2001) e, diferentemente do que pode ser suposto, a generalização cartográfica não é redução de um documento, mas sim a adaptação dos elementos numa escala inferior (JOLY, 1990).

Atualmente, os avanços tecnológicos conduziram à criação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), que permitiram uma variada gama de procedimentos para a elaboração de documentos cartográficos. Câmara et

al. (2004) definem SIG como sistema computacional, que permite o tratamento e armazenamento de atributos de dados geográficos espacializados numa base cartográfica.

As cartas topográficas, sejam elas nas escalas de 1:100.000, 1:50.000 ou 1:25.000, são utilizadas sobremaneira, como cartas base na elaboração de mapas temáticos em ambiente SIG. Pérez (2001) chama a atenção para o fato de que cartas topográficas são materiais relevantes, sobretudo, nos estudos geomorfológicos, hidrográficos, entre outros. Entretanto, a generalização, principalmente, da topografia, pode promover resultados distintos (dependendo da escala), que devem ser observados com cuidado.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo, comparar os resultados de cartas de hipsometria, declividades e exposição de vertentes do perímetro urbano de Guarapuava (PR), elaboradas a partir de cartas base de diferentes escalas, sobretudo, as cartas topográficas de 1:100.000 e 1:50.000, mas também, com os resultados oriundos das cartas confeccionadas a partir

do levantamento aerofotogramétrico na escala de 1:2.000.

## **Materiais e Métodos**

Para a execução desta pesquisa, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento que, para Teixeira e Christofletti (1997, p.121), consistem na “tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados”.

O *software* utilizado nesta pesquisa foi o SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas versão 4.3.3 (Copyright – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE©), desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens – DPI do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE©).

Os dados cartográficos utilizados foram:

- Cartas topográficas: Palmeirinha (Folha SG.22-V-D-III MI-2837) e Guarapuava (Folha SG.22-V-D-III MI-2838) na escala de 1:100.000 e equidistância de 40m;

- Cartas topográficas: Guarapuava (Folha SG.22-V-D-III-3 MI2838/3) e Guarapuava-O (Folha SG.22-V-D-II-4 MI-2837/4) na escala de 1:50.000 e equidistância de 20m; e,

- Dados vetoriais (curvas de nível), disponíveis em meio digital do Levantamento Aerofotogramétrico Cadastral de 1996 – Escala 1:2.000, Vão 1:8.000 de Out/1995 e atualizados por Binda (2007) com equidistância de 5m.

Os procedimentos para elaboração do banco de dados e dos produtos cartográficos no *software* SPRING seguiu os passos metodológicos empregados por Binda e

Bertotti (2008), que serão sinteticamente descritos a seguir.

Inicialmente, as cartas topográficas analógicas foram transformadas em meio digital *raster* utilizando o *scanner* de mesa e salvas no formato TIFF (*Tagged Image File Format*). No módulo IMPIMA, essas cartas foram convertidas para o formato Grib (*Gridded Binary*) visto que, para o armazenamento de imagens, o SPRING utiliza este formato. No SPRING foi criado o banco de dados e o projeto. As cartas foram georreferenciadas mediante aquisição de pontos de controle via teclado e inseridas na interface registro do SPRING. Após o registro das cartas, procedeu-se à digitalização manual das curvas de nível e hidrografia, seguindo o modelo de dados de cada informação.

Os dados vetoriais (curvas de nível e hidrografia) do levantamento aerofotogramétrico, por estarem no formato DWG (*Design Web Format*) do *software* AutoDesk Map<sup>3</sup>, foram convertidos no formato DXF-R12. No *software* SPRING procedeu-se a importação dos *layers* curvas de nível e hidrografia. Porém, para a execução do presente trabalho, o banco de dados utilizado foi o mesmo criado por Binda (2007) e, portanto, esses dados já se encontravam no *software* SPRING.

Com as curvas de nível confeccionou-se a grade triangular (utilizando o tipo matemático *delaunay* e a hidrografia como linha de quebra) que resultou nas cartas de declividade e exposição de vertentes, e a grade retangular [interpolador: Média Ponderada/Cota/Quadrante - considera, além da ponderação e dos quadrantes, o valor de cota de cada amostra a ser usada na

---

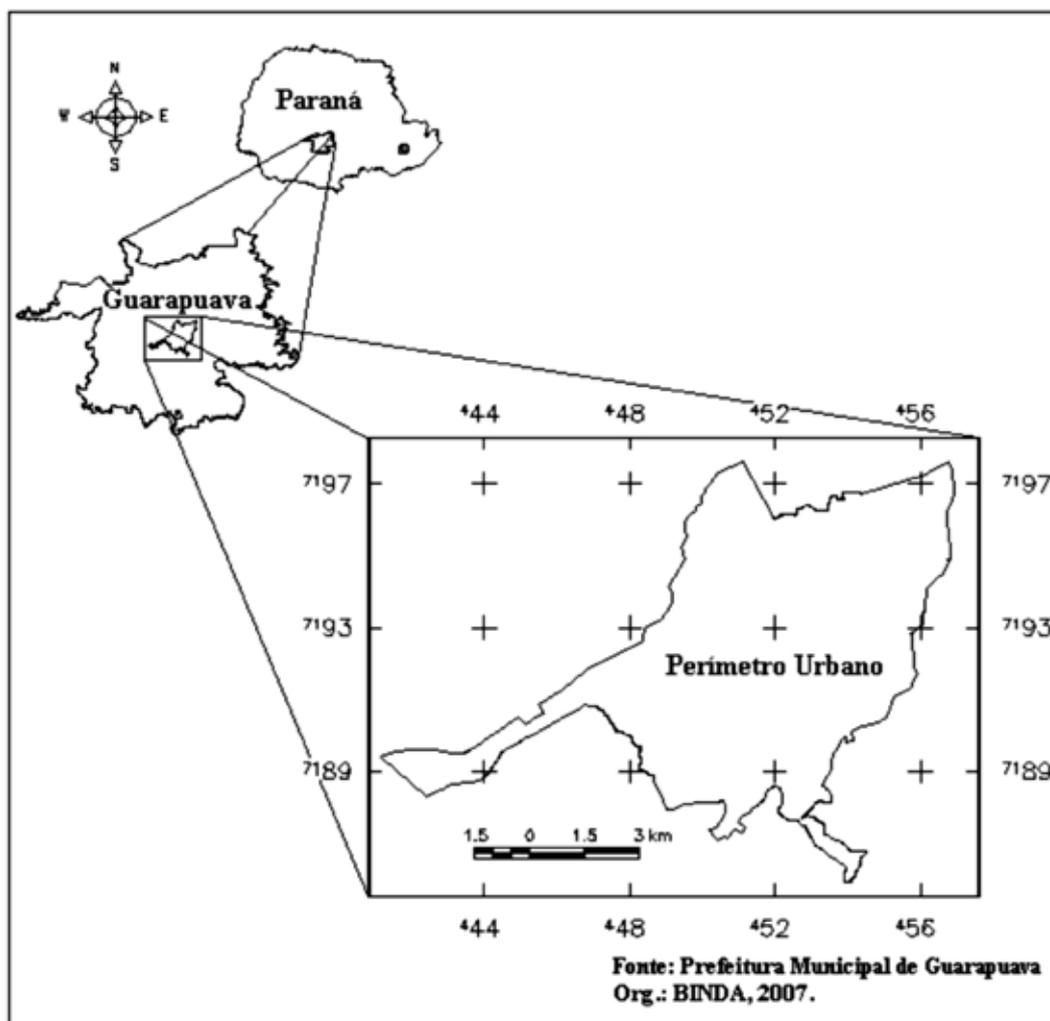
3 AutoDesk Map versão 2002 desenvolvido pela Autodesk®.

estimativa do ponto da grade (Felgueiras, 1998)] que culminou na carta de hipsometria. As classes de declividade, inseridas no modelo de dados temático, seguiu Ross (2000): 0 – 6%, 6 – 12%, 12 – 20%, 20 – 30% e > 30%, considerando as cores propostas por Binda e Bertotti (2008). As classes temáticas de exposição de vertentes foram: norte, sul, leste, oeste e áreas planas segundo Binda e Bertotti (2008). Na carta de hipsometria, as classes foram dispostas de quarenta em quarenta metros e seguindo a sequência de curvas da escala de 1:100.000.

Os resultados de área, para cada produto cartográfico elaborado foi obtido com a opção Medidas de classes do menu Temático do SPRING.

### Área de estudo

O município de Guarapuava localiza-se na região centro-sul do estado do Paraná (Figura 1), no Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava (MAACK, 2002). Apresenta população total de 155.161 habitantes, distribuídos de maneira desigual, onde cerca de 141.694 residem na área urbana



**Figura 1.** Localização da cidade de Guarapuava (PR)

(91,3%), e apenas 13.467 residem na área rural (8,7%) (IBGE, 2000). A área urbana de Guarapuava corresponde a 67,858 km<sup>2</sup>.

Segundo Maack (2002), Guarapuava caracteriza-se por uma paisagem de campo limpo, capões e matas de galeria associadas às araucárias. Em relação ao clima, o mesmo autor classifica o município de Guarapuava como pertencente à zona de clima quente-temperado subtropical fresco, até frio no inverno. Na classificação de Köppen, localiza-se em Cfb, ou seja, na zona temperada sempre úmida, com mais de cinco geadas por ano (MAACK, 2002).

Nardy (1995) identificou e classificou as rochas da Formação Serra Geral em quatro unidades litoestratigráficas para a Região Central da Bacia do Paraná; destas, três são identificadas no município de Guarapuava. A área urbana do município compõe-se, quase que exclusivamente, por riodacitos do Tipo Chapecó, sobrepostos aos basaltos da Unidade JKSGB1 ou Unidade Básica Inferior. Estes ocorrem em uma faixa ao longo da margem direita do rio Cascavel e a sudeste formando a Escarpa do rio Jordão. A Unidade JKSGB2 ou Unidade Básica Superior ocorre numa faixa que passa pelo distrito da Palmeirinha, e expande-se em direção sudoeste, mostrando sua feição característica (fraturamento cerrado) (MINEROPAR, 1992; NARDY, 1995). O relevo da cidade de Guarapuava, segundo Binda e Bertotti (2008), é caracterizado por vertentes côncavo-convexas, associadas a topos suavemente ondulados e planícies colúvio-aluviais nos fundos de vale.

Segundo a Mineropar (1992), podem ser encontrados no perímetro urbano de Guarapuava, três grandes classes de solos: Latossolos, Litossolos e Organossolos. No geral, os latossolos

cobrem aproximadamente 62,08% da área total; ocorrem predominantemente nas áreas mais planas; os litossolos ocorrem em aproximadamente 27,87% do perímetro urbano de Guarapuava e estão relacionados às áreas com maiores declives (>20%), embora possam ser encontrados em porções mais planas; e os Organossolos, recobrem apenas 10,03% do perímetro urbano e estão relacionados, principalmente, com áreas de baixada e próximo aos canais fluviais. (MINEROPAR, 1992; BINDA; BERTOTTI, 2008).

Quanto à hidrografia, Binda e Bertotti (2008) mencionam que a maior bacia hidrográfica urbana de Guarapuava é a do rio Cascavel, que abrange 81,82% da área total, seguida das bacias do rio Coutinho (7,56%), Jordão (6,23%) e Mortes/Pedras (4,39%). Segundos os autores supracitados, há cerca de 86,754 km de rios perenes e aproximadamente 19,678 km de canais intermitentes na área urbana, o que confere uma densidade de drenagem de 1,568 km/km<sup>2</sup>.

## **Resultados e Discussões**

Os resultados obtidos com a geração de cartas de hipsometria, declividade e exposição de vertentes para o perímetro urbano de Guarapuava(PR), por meio da utilização de cartas topográficas nas escalas de 1:100.000 e 1:50.000 e as curvas de nível do levantamento aerofotogramétrico na escala de 1:2.000, apontam para significativas diferenças, as quais serão melhor discutidas a seguir.

### **Carta de Hipsometria**

Na carta hipsométrica, elaborada a partir da carta base de 1:100.000, o perímetro urbano foi caracterizado pela altitude mínima

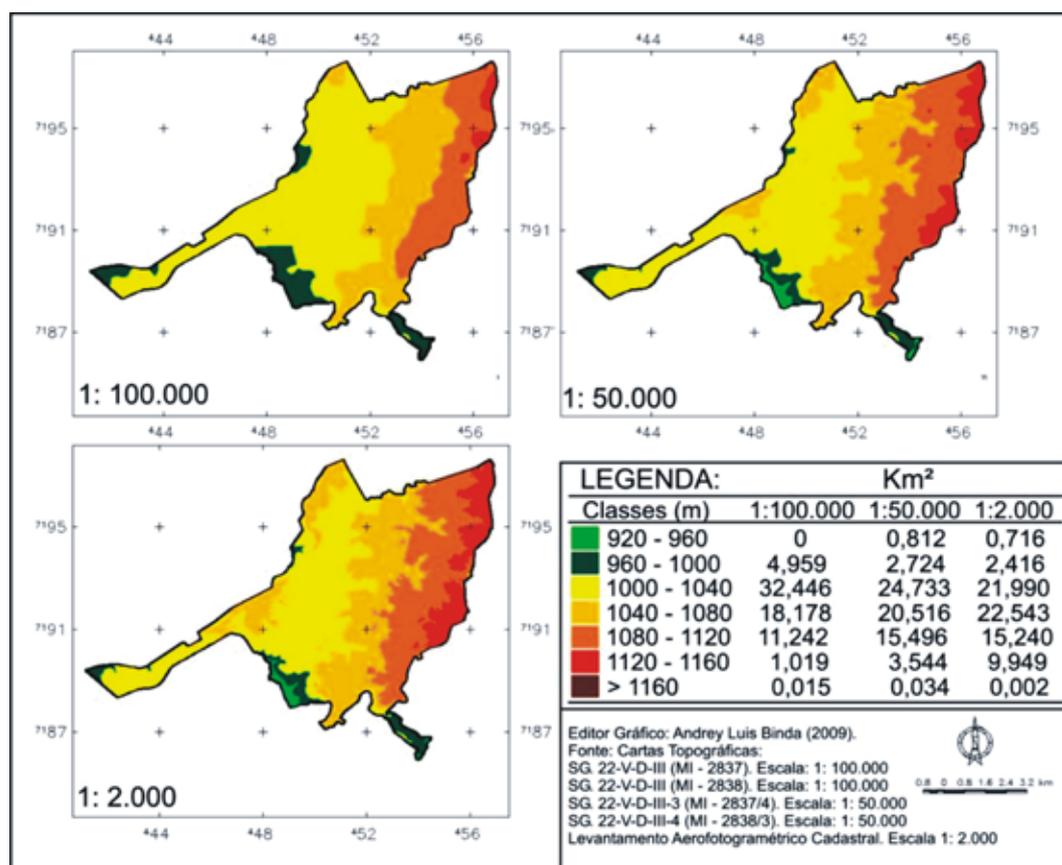
de 960m e máxima de 1170m, com amplitude topográfica de 210m. Entretanto, na carta hipsométrica gerada da carta topográfica na escala de 1:50.000, a altitude mínima foi de 920m e a máxima de 1170m, ou seja, com amplitude topográfica de cerca de 250m. Já na carta de hipsometria elaborada pelos dados oriundos do levantamento aerofotogramétrico, na escala de 1:2.000, a cota mínima foi de 920m e a máxima de 1164m, conferindo uma amplitude topográfica de 244m.

Como pode ser visto, na escala de 1:100.000, a generalização topográfica, devido à equidistância de quarenta metros, tornou imprecisas as cotas máxima e mínima, que acabou gerando uma diferença de amplitude

topográfica de 34m, quando comparada com a escala de maior detalhe (1:2.000). Na carta de hipsometria confeccionada a partir da escala de 1:50.000, essa diferença foi menor (seis metros), visto a proximidade com os valores da carta elaborada a partir dos dados na escala de 1:2.000.

Entretanto, quando é comparada à cobertura areal das classes de hipsometria, podem-se perceber significativas diferenças entre os produtos cartográficos. A figura 2 apresenta a coleção de cartas hipsométricas geradas a partir de cada escala e dos resultados para cada classe.

Comparando as cartas hipsométricas, verifica-se que naquela, elaborada com dados na escala de 1:100.000, não foram



**Figura 2.** Comparação entre as cartas de hipsometria geradas a partir de diferentes escalas

encontradas altitudes entre as cotas de 920 a 960m, enquanto nas cartas com base de 1:50.000 e 1:2.000 esta classe correspondeu a pouco menos de um quilômetro quadrado da área urbana. Outra questão significativa refere-se à valorização da classe entre 1000 e 1040m na escala base de 1:100.000, que correspondeu a 32,446 km<sup>2</sup> (47,81%) da área da cidade, ao ponto de menosprezar, por exemplo, a classe de 1120 a 1160m, que compreendeu apenas 1,019 km<sup>2</sup> (1,50%). Nas cartas confeccionadas a partir da base de 1:50.000 e 1:2.000 os resultados foram muito parecidos, exceto nas classes de 1000 a 1040m e > 1160m onde a primeira atingiu 24,733 e 0,034 km<sup>2</sup>, respectivamente, e na classe de 1120 a 1160m, quando a segunda atingiu 9,949 km<sup>2</sup> (Figura 2).

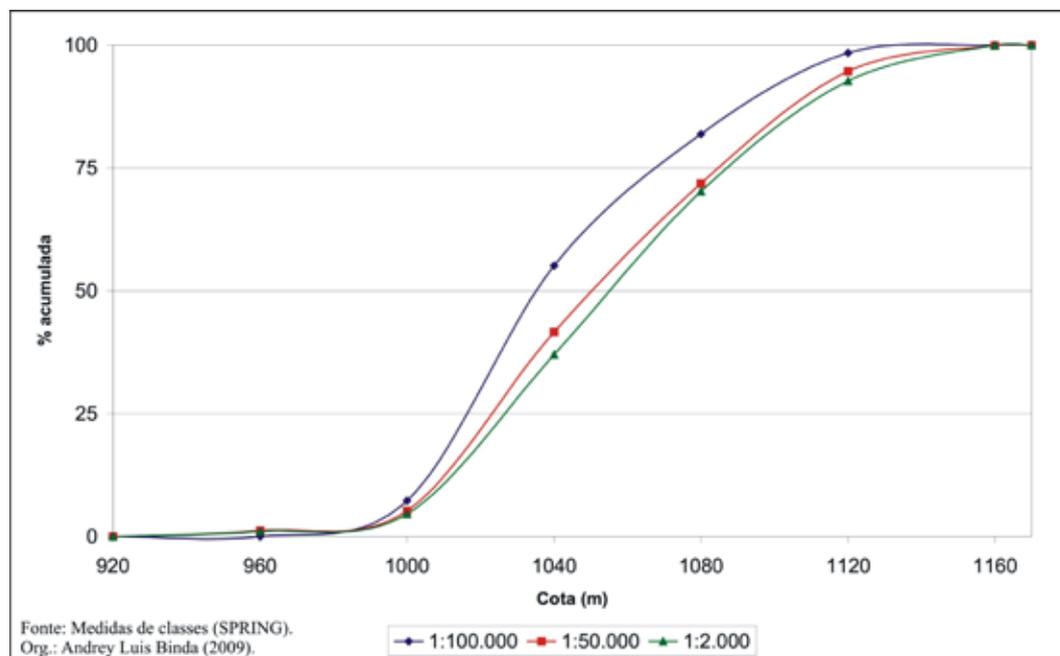
As diferenças visualizadas na figura 2 estão também caracterizadas na figura 3, que apresenta a curva hipsométrica da cidade de Guarapuava. É nítida a generalização das

classes de hipsometria quando elaboradas sobre a base de 1:100.000. Quando a carta foi elaborada da base de 1:50.000 apresentou diferenças menores, mas com valores distintos daqueles apresentados na carta oriunda da escala 1:2.000.

As escalas base de 1:100.000 e 1:50.000 por sobreestimar as cotas entre 1000 e 1040m, produziram resultados de altitude média e mediana abaixo daquela pertencente à escala de detalhe (1:2.000). Na escala base de 1:100.000, a altitude média foi de 1042m e a mediana de 1035m; na escala base de 1:50.000 a altitude média foi de 1054m, com mediana de 1051m; enquanto na escala base de 1:2.000, a média foi de 1058m, enquanto a mediana correspondeu a 1055m.

### Carta de Declividades

As cartas de declividades geradas a partir das diferentes escalas apresentaram



**Figura 3.** Curva hipsométrica comparativa entre os resultados de cada escala

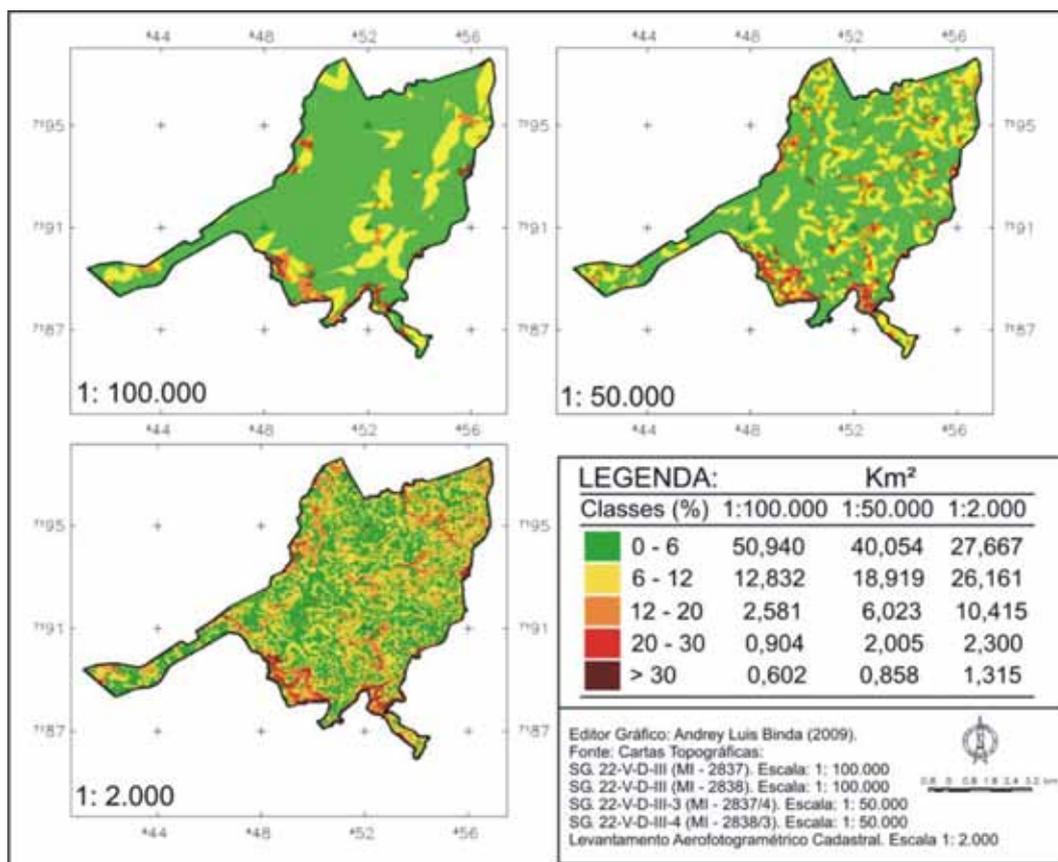
diferenças. Devido à maior equidistância entre as curvas de nível das escalas de 1:100.000 (equidistância quarenta metros) e 1:50.000 (equidistância vinte metros) o relevo tendeu a ser menos declivoso perante a escala de 1:2.000 com equidistância de cinco metros.

A figura 4 apresenta a coleção de cartas de declividade para cada escala base. Nota-se perfeitamente a valorização das declividades entre 0 a 6% e imprecisão nas demais classes (6 – 12%, 12 – 20%, 20 – 30% e > 30%) nas cartas de declividade elaboradas a partir das cartas topográficas de 1:100.000 e 1:50.000.

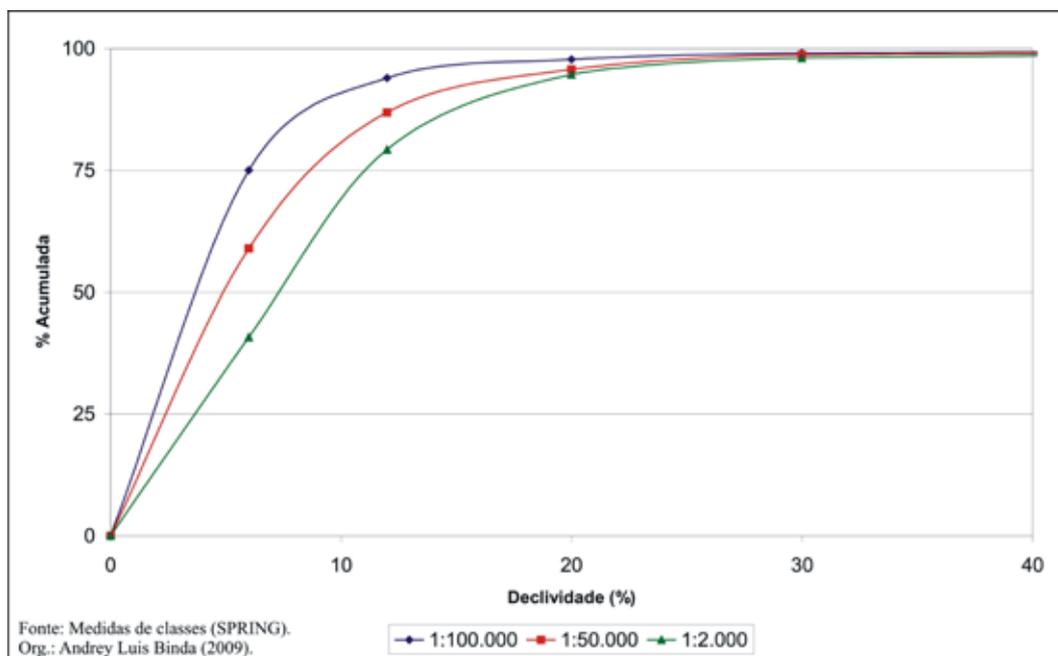
Enquanto a classe de 0 a 6% correspondeu aproximadamente, a 75,07%

e 59,03% da área do perímetro urbano, nas escalas base de 1:100.000 e 1:50.000, respectivamente, esta mesma classe cobriu 40,77% na carta confeccionada sob a base de 1:2.000. De modo inverso, as demais classes atingiram valores consideráveis nesta última, frente aos resultados das outras duas cartas elaboradas (Figura 4).

Essa questão de declividades baixas nas cartas confeccionadas sobre as escalas base de 1:100.000 e 1:50.000 é mantida quando se analisa a curva de distribuição da declividade (Figura 5). Mais uma vez pode ser vista a transição entre as escalas sobre o gráfico. A declividade média obtida nas cartas com base 1:100.000 e 1:50.000 foram de



**Figura 4.** Comparação entre as cartas de declividade geradas a partir de diferentes escalas



**Figura 5.** Curva de distribuição da declividade entre os resultados de cada escala

4,703% e 6,028%, respectivamente, ao passo que representou 8,076% na escala de 1:2.000. A mediana também apresentou distinções, variando de 3,996% e 5,082% nas cartas com base de 1:100.000 e 1:50.000, enquanto foi de 7,436% na escala base de 1:2.000.

### Carta de Exposição de Vertentes

As cartas de exposição de vertentes, de maneira semelhante às cartas de declividades, acentuou a ocorrência de áreas planas sobre as cartas elaboradas nas escalas de 1:100.000 e 1:50.000. Novamente o fator preponderante para tal resultado deve-se à equidistância entre as curvas de nível.

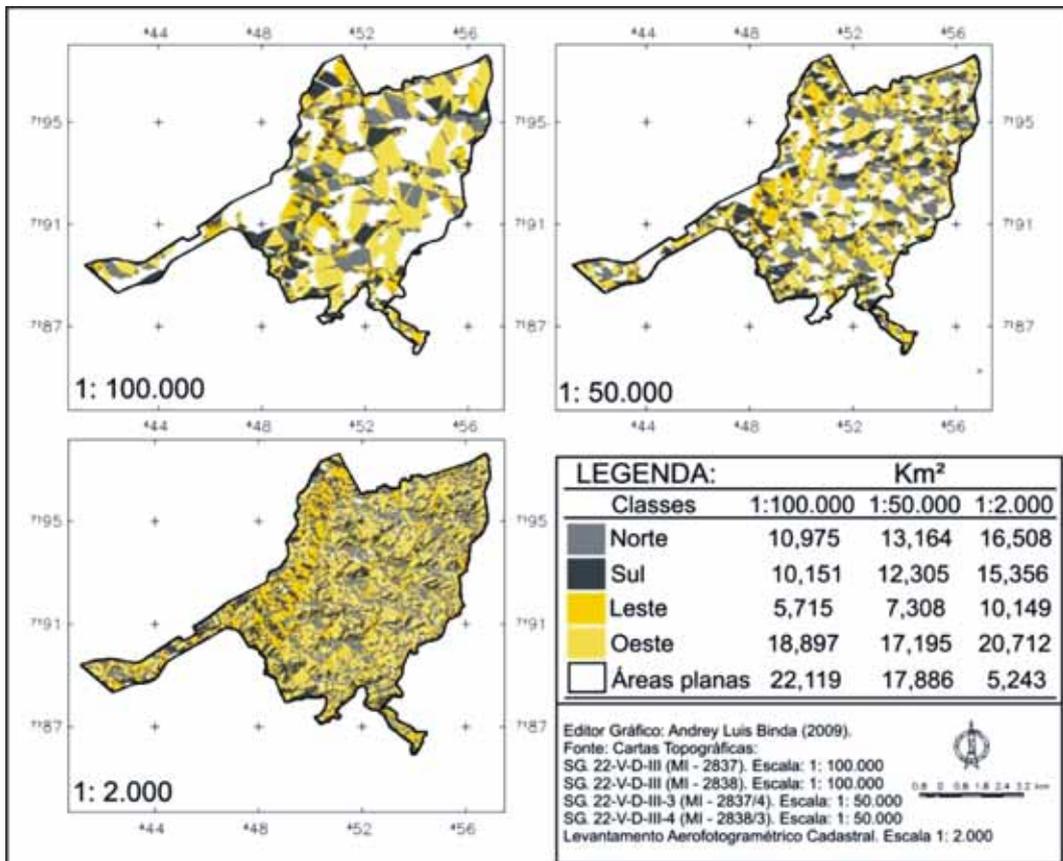
Entretanto, excetuando-se as áreas planas, todos os produtos cartográficos (Figura 6) apresentaram, como principal orientação das vertentes, aquelas voltadas a oeste, porém, atingindo diferentes coberturas areais, variando de 18,897 e 17,195 km<sup>2</sup>

nas cartas elaboradas a partir das escalas de 1:100.000 e 1:50.000 a 20,712 km<sup>2</sup> naquela originada da escala de 1:2.000. Da mesma maneira, em todas as cartas, a menor faixa de cobertura estava orientada a leste, enquanto as orientações norte e sul, apresentaram áreas muito parecidas (Figura 6).

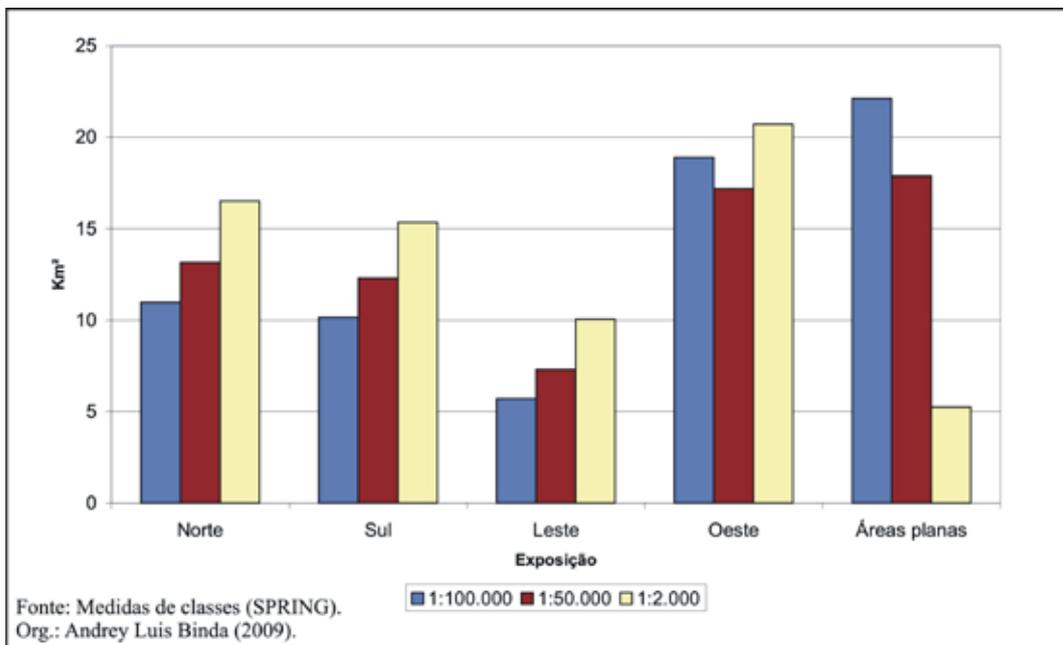
No geral, as áreas correspondentes às classes norte, sul e leste apresentaram áreas crescentes, enquanto as áreas planas tenderam a diminuir quando comparados os produtos das escalas de 1:100.000, 1:50.000 e 1:2.000 (Figura 7). Somente a orientação oeste, apresentou redução areal entre as cartas elaboradas de 1:100.000 e 1:50.000, seguida de aumento para aquela confeccionada a partir da escala de 1:2.000.

### Considerações finais

Como pode ser vista a comparação entre os produtos cartográficos gerados a



**Figura 6.** Comparação entre as cartas de exposição de vertentes geradas a partir de diferentes escalas



**Figura 7.** Distribuição entre os resultados de exposição de vertentes

partir de cartas base de diferentes escalas, promoveu, como era de ser esperado, diferentes resultados, decorrentes da generalização topográfica à qual cada escala é sujeita.

No geral, a carta de hipsometria foi a que apresentou as menores diferenças, embora a generalização da escala de 1:100.000 tenha promovido uma subestimação da cota mínima. No entanto, quando se compara visualmente as cartas, nota-se nitidamente certa correlação entre a localização de cada classe hipsométrica.

Entretanto, as cartas de declividades e de exposição de vertentes apresentaram significativas diferenças. Tal fato decorre da maior equidistância entre as curvas de nível das escalas de 1:100.000 e 1:50.000. Essa generalização na topografia permite que a grade triangular componha-se, sobretudo, por áreas planas. Mas deve ser enfatizado que, em

todas as escalas, excetuando as áreas planas, os resultados, em termos gerais, da principal ou menor orientação podem ser encontrados.

Portanto, mediante a realização do presente trabalho, pode-se concluir que, na falta de documentos cartográficos em escala de detalhe, tais como 1:2.000, as cartas topográficas na escala de 1:50.000 podem fornecer, apesar da limitação de generalização topográfica, resultados importantes quanto a amplitude topográfica, declividades e exposição de vertentes em termos gerais, permitindo a visualização de áreas de maior ou menor declividade e as principais classes de orientação de vertentes. Porém, a escala de 1:100.000 deve ser evitada, pois os resultados são claros da generalização topográfica nesta escala. Entretanto, antes de tudo, deve ser considerado o objetivo de cada trabalho, para poder escolher a escala adequada.

## Referências

BINDA, A. L. **Mapeamento de características físicas do relevo do perímetro urbano da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2007. 62 f. Relatório (Graduação de bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava (PR), 2007.

BINDA, A. L.; BERTOTTI, L. G. Mapeamento de características físicas do relevo do perímetro urbano da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento. **Ra'ega**, Curitiba: UFPR, v.16, 2008.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (Eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem Numérica de Terreno**. In: Introdução ao SIG. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&paginaatual=1&uf=41&letra=G>>. Acesso em: 26 de março de 2007.

JOLY, F. A. **Cartografia**. Campinas: Papirus, 1990.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MINERAIS DO PARANÁ – MINEROPAR. **Geologia de planejamento: Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Guarapuava**. MINEROPAR: Curitiba, 1992.

NARDY, A. J. R. **Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da Região Central da Bacia do Paraná**. 1995. 316 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Exatas, IGCE-UNESP, Rio Claro, 1995.

PÉREZ, M. C. G. **Trabalhando Geografia com as cartas topográficas**. Juí: Editora INIJUÍ, 2001.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3.Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

TEIXEIRA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas de informação geográfica**. São Paulo: HUCITEC, 1997. (Dicionário ilustrado).