

USO DAS TERRAS E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA DE  
DRENAGEM DO ARROIO DO BUTKA, GUARAPUAVA/PR

*LAND USE AND PHYSIOGRAPHIC FEATURES OF THE DRAINAGE  
BASIN OF THE STREAM OF BUTKA, GUARAPUAVA / PR*

*USO DE LA TIERRA Y LAS CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LA  
CUENCA DE DRENAJE DEL ARROYO DE BUTKA, GUARAPUAVA / PR*

Éderson Dias de Oliveira

Doutorando em Geografia  
Universidade Estadual de Maringá (UEM).  
Rua Wilson Roberto Veroni, 211, Centro  
Cep: 86900-000 - Jandaia do Sul, PR - Brasil  
E-mail: edersonjandaia@hotmail.com

Fernando Fernandes

Mestre em Geografia  
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)  
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - CEP 84030-900 -  
Campus Central - Praça Santos Andrade  
E-mail: fernand\_is@hotmail.com

Luiz Gilberto Bertotti

Professor Doutor em Meio Ambiente do Dep. de Geografia  
Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO)  
Rua: Simeão Camargo Varela de Sá, 03 Batel.  
Cep: 85040-080 - Guarapuava, PR - Brasil - Caixa-postal: 3010  
E-mail: bertotti99@gmail.com

Leandro Redin Vestena

Professor Doutor em Engenharia Ambiental do Dep. de Geografia  
Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO)  
Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Cali  
Cep: 85040-080 - Guarapuava, PR - Brasi  
E-mail: lvestena@unicentro.br

**Resumo**

A bacia hidrográfica como unidade espacial de análise possibilita tratar de componentes e da dinâmica das inter-relações necessárias ao planejamento e a gestão ambiental. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar aspectos fisiográficos e os tipos de uso das terras na bacia hidrográfica do arroio do Butka, visando contribuir com os procedimentos de gestão e racionalização da área. O estudo foi efetivado por meio do levantamento de dados bibliográfico-cartográficos, manipulação de imagens de satélites e trabalhos de campo para a validação dos dados na área de estudo. Para a manipulação das informações levantadas foram empregados os *softwares* Spring e a

planilha eletrônica *Calc*. O canal principal percorre um trecho de 4,26 km, com uma densidade de drenagem de 0,83 km/km<sup>2</sup> e amplitude topográfica de 240 metros. A bacia apresenta vertentes com declividades acentuadas no setor superior, com a presença de topos alongados nos divisores topográficos. Na área há o predomínio de culturas temporárias nas áreas de planície no setor intermediário, atividades de pecuárias nas vertentes pouco onduladas e de manchas de capoeiras e capoeirões nas áreas com declividades acima de 30% da bacia. Por fim, conclui-se que os resultados obtidos com a integração e análise de imagens de satélites, visitas em campo e as informações morfométricas, aliadas às técnicas de Geoprocessamento demonstraram ser satisfatórios. **Palavras-Chave:** Rede de Drenagem; Morfometria; Uso da Terra; Bacia Hidrográfica; Guarapuava.

### Abstract

The river basin as the spatial unit of analysis enables to treat components and dynamics of the necessary interrelationships for planning and also environmental management. Given the above, this study aims to analyze physiographic aspects and types of land use in the watershed of the stream of Butka, aiming to contribute to the management procedures and rationalization of the area. The study was accomplished through bibliographic-cartographic data collection, manipulation of satellite images and field work to validate the data in the study area. For the handling of gathered information were employed Spring software and Calc Electronic spreadsheet. The main channel runs through a stretch of 4.26 km, with a drainage density of 0.83 km / km<sup>2</sup> and topographic amplitude of 240 meters. The basin has strands with accentuated steep slopes in the upper sector, with the presence of elongated tops at topographical dividers. In the area there is a predominance of temporary crops in lowland areas in the intermediary sector, farming activities in the slightly wavy slopes and spots of underbrush and coppices in areas with slopes greater than 30% of the basin. Finally, we conclude that the results obtained with the integration and analysis of satellite images, field visits and morphometric information, combined with Geoprocessing techniques have proved to be satisfactory.

**Keywords:** Drainage Network; Morphometry; Land Use; Watershed; Guarapuava

### Resumen

La cuenca hidrográfica como unidad espacial de análisis permite abordar los componentes y la dinámica de las interrelaciones necesarias para la planificación y gestión ambiental. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo analizar los aspectos fisiográficos y tipos de uso de las tierras en la cuenca del arroyo de Butka, con el objetivo de contribuir con los procedimientos de gestión y racionalización de la zona. El estudio se realizó a través de la recopilación de datos bibliográfico-cartográficos, la manipulación de imágenes satelitales y trabajos de campo para validar los datos en el área de estudio. Para el manejo de la información recogida se emplearon software Spring y hoja de cálculo Calc. El canal principal está en una extensión de 4,26 km, con una densidad de drenaje de 0,83 km / km<sup>2</sup> y amplitud topográfica de 240 metros. La cuenca tiene laderas con fuertes pendientes en el sector

superior, con la presencia de las tapas alargadas en divisores topográficos. En la zona hay un predominio de cultivos temporales en las zonas de tierras bajas en el sector intermediario, las actividades agrícolas en las vertientes ligeramente onduladas y las manchas de malezas y matorrales en zonas con pendientes de más del 30% de la cuenca. Por último, llegamos a la conclusión de que los resultados obtenidos con la integración y el análisis de imágenes de satélite, visitas de campo y informaciones morfométricas, combinada con técnicas de Geoprocessamiento han resultado satisfactorios.

**Palabras clave:** red de drenaje; Morfometría; Uso de la Tierra; Cuenca; Guarapuava.

## Introdução

Na atualidade os enfoques dos trabalhos ambientais têm focado na necessidade premente da conservação dos solos, da diminuição dos impactos urbanos, da produção de energia e alimentos de forma sustentável além do suprimento de água doce ao homem. Dessa forma, o planejamento ambiental emerge como recurso para o manejo e a sustentabilidade do meio ambiente, podendo minimizar a ocorrência de impactos resultantes de ações antrópicas.

Dentre os recortes espaciais de estudos ambientais, se destaca a bacia hidrográfica (BH), sendo admitida pela comunidade científica como uma unidade ambiental que possibilita tratar dos componentes e da dinâmica das inter-relações necessárias ao planejamento e a gestão ambiental. A BH é constituída pelo conjunto de vertentes drenado por um rio ou por um sistema de drenagem, e envolve uma série de elementos (pedológicos, hidrológicos, geomorfológicos, climáticos, fauna, flora e ocupação antrópica) que se sobrepõem no espaço constituindo uma dinâmica própria (SILVA *et al.*, 2003).

Os estudos do ambiente devem ser organizados dentro de uma estrutura que envolve levantamento, análise e síntese. Essas etapas devem ser capazes de estabelecer normas para territórios complexos e, para tanto, necessita estar suficientemente ligado à realidade em seus múltiplos aspectos (SANTOS, 2004).

Neste trabalho, o recorte temático de análise será focado na caracterização de aspectos fisiográficos e o uso das terras em bacia de drenagem. Com relação à caracterização dos aspectos fisiográficos, sua importância se deve ao papel que desempenham nos processos do ciclo hidrológico, influenciando dentre outros, a

evapotranspiração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a infiltração e os escoamentos superficiais/subsuperficiais (TONELLO, 2005). Por outro lado, a caracterização dos aspectos de uso das terras, é fundamental, pois reflete nos elementos e processos do ambiente na bacia de drenagem como: erosão, qualidade/quantidade de água, dinâmica dos nutrientes, proteção de manancial, produtividade agrícola entre outros.

A caracterização fisiográfica e a elaboração dos mapas de usos das terras são produzidos geralmente por meio da coleta de dados em campo e utilização de informações secundárias, como levantamentos bibliográficos e cartográficos existentes da área de estudo. Neste contexto, as geotecnologias têm surgido como ferramentas de elevado potencial de suporte, facilitando a manipulação de mapas, a organização de banco de dados e a obtenção de informações, proporcionando a análise da área de estudo em detalhe e de maneira rápida (CRUZ, 2010).

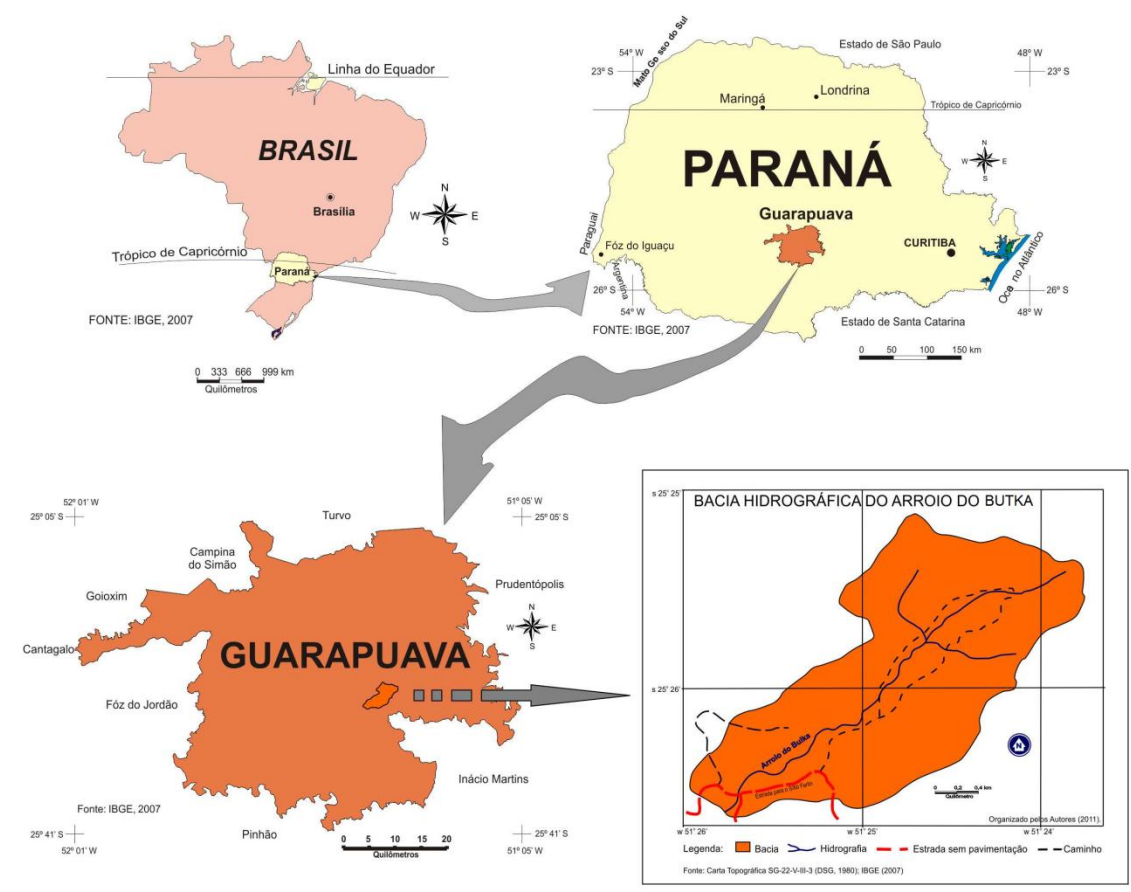
Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar aspectos fisiográficos e os tipos de uso das terras na bacia hidrográfica do arroio do Butka (BHAB), visando contribuir com os procedimentos de gestão e racionalização da área de estudo.

## **Material e métodos**

### **Área de Estudo**

A BHAB ocupa uma área aproximada de 5,03 km<sup>2</sup>, localizando-se na região centro-sul do estado do Paraná, no município de Guarapuava, sendo delimitada pelos paralelos 25° 25' 09" e 25° 26' 38" de latitude Sul e os meridianos 51° 23' 40" e 51° 25' 52" de longitude Oeste (GR) (Figura 1).

Na hierarquização fluvial de Strahler (1957), a BHAB é de 2ª ordem, o canal principal deságua no rio Bananas um dos principais formadores do rio Jordão, que por sua vez é um dos maiores afluentes da margem direita do rio Iguaçu.



**Figura 1-** Localização da bacia hidrográfica do arroio do Butka

O clima predominantemente é o subtropical mesotérmico úmido, sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. As precipitações médias mensais são superiores a 100 mm sendo os meses mais chuvosos outubro e janeiro, e os menos chuvosos, agosto e julho (MAACK, 2002; THOMAZ e VESTENA, 2003). Com base na série histórica de 1976 a 2009 dos dados da Estação Agrometeorológica de Guarapuava-PR monitorada pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), as médias anuais de temperatura e pluviosidade são de 17,1°C e 1.923 mm respectivamente (IAPAR, 2009).

Com relação à vegetação original, segundo Maack (2002), a região de Guarapuava apresenta uma paisagem composta pela Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucárias) estreitamente ligadas à altitude, com a associação de campos limpos (Estepe-gramínea-lenhosa); capões e matas de galeria com florestas de araucárias. Contudo, a cobertura vegetal da BHAB está bastante modificada de seus padrões originais, em termos de composição e distribuição espacial, sendo que as áreas de matas são representadas em

sua maior parte por machas secundárias de vegetação. As atividades antrópicas, são representadas por meio da exploração agropecuária, desenvolvendo-se na maior parte da bacia em pequenas propriedades, com uso das terras pouco intenso e práticas de manejo simples.

Quanto às características geológicas na bacia afloram rochas pertencentes à Formação Serra Geral destacando-se os basaltos e os riodacitos pórfiros (MINEROPAR, 1992). Com relação aos aspectos geomorfológicos, a área de estudo está inserida no Planalto Basáltico (terceiro planalto paranaense), que apresenta em sua macroestrutura, um plano de declive que mergulha suavemente em direção à calha do rio Paraná (MAACK, 2002).

Os solos da área de estudo são diversificados, entre eles se destacam a associação de Latossolo Bruno Distrófico (álico) em área de relevo suave ondulado e Cambissolo Álico em áreas de relevo ondulado com substrato de rochas do derrame do *trapp*, ambos com proeminente textura argilosa. Há ainda a associação de Neossolos Litólicos Distróficos (álicos) e Cambissolo Háplico Distrófico (álico) ambos com proeminente textura argilosa, substrato com rochas basálticas, localizados em áreas de relevo forte ondulado e montanhoso (LUIZ, 2007).

### **Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos adotados foram:

*Trabalho de campo/gabinete* - nesta etapa foram realizados caminhamentos no sentido transversal e longitudinal do canal fluvial principal, para identificar/obter:

- tipos de uso das terras;
- processos de degradação do solo ao longo das encostas;
- pontos de controle de diferentes tipos de uso das terras;
- presença e condições de conservação da vegetação ciliar;
- características do leito fluvial.

Nesta etapa da pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos: pranchetas para anotação, câmera fotográfica, e o Sistema de Posicionamento Global (GPS) modelo map76CSx.

Os dados cartográficos foram trabalhados no Laboratório de Hidrologia (LabHidro) da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, utilizando-se de técnicas de Geoprocessamento.

A base cartográfica e as imagens de satélite utilizadas foram:

Meio analógico - carta topográfica de Guarapuava: SG.22-V-DIII-3 (MI-2838/3); Projeção Transversal de Mercator (UTM); Meridiano Central: 51° W. GR; Datum Planimétrico: SAD 69 – Minas Gerais; Datum Altimétrico: Imbituba/SC; Cobertura aérea: Aerosul – 1980; Equidistância das curvas de nível 20 metros; Escala 1:50.000.

Meio Digital - imagens do satélite CBERS-2B, sensor High Resolution Camera (HRC), Câmera Pancromática de Alta Resolução, resolução de 2,7 m, cena 158\_A\_128\_5\_L2, referente ao dia 29/10/2009. Também foram selecionadas as imagens do satélite CBERS-2B, sensor Couple Charged Device (CCD), câmera monocromática com resolução de 20 m, cena 158\_128\_L2 bandas 2, 3 e 4, referentes ao dia 29/10/2009. As cenas em modo digital foram obtidas mediante *download* do endereço eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo a distribuição das mesmas gratuitas (INPE, 2009).

Os dados cartográficos e as imagens de satélites foram integrados numa base de dados de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se do *software* SPRING - Versão 5.1.6 – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Copyright ©INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens – DPI do INPE. O uso do SIG permite a entrada, o armazenamento, o tratamento, o processamento, a integração, a recuperação, a transformação, a manipulação, a modelagem, a atualização, a análise e a exibição de informações geográficas, topologicamente estruturadas, associados a um banco de dados alfanumérico (CÂMARA et al., 1996).

O mapa de uso das terras da BHAB foi elaborado a partir da fusão das imagens do Satélite CBERS-2B do ano de 2009, no SPRING, na resolução espacial de 2,7 m. Os procedimentos utilizados para a fusão foram os propostos por Oliveira (2007). O primeiro passo nesta técnica consiste na transformação da imagem multiespectral do sistema de cores RGB para o IHS, onde neste último, as cores são representadas através de três componentes: intensidade (*Intensity* - I), matiz (*Hue* - H) e saturação (*Saturation*

-S). Após a conversão de sistemas, a componente Intensidade (I) é substituída pela imagem pancromática e, em seguida é realizada a transformação IHS-RGB.

Pinho et al. (2005) destaca que apesar de ser uma técnica bastante utilizada, esta fusão possui duas importantes limitações: o número de bandas a ser utilizado limita-se apenas a três e a imagem de saída limita-se a uma resolução radiométrica de 8 bits. Este último problema é derivado da própria natureza dos sistemas de cores que são representados, tradicionalmente, em 8 bits.

Na sequência realizou-se a classificação da imagem utilizando técnicas de processamento digital de imagens sugeridas por Rodrigues et al. (2001), sendo o produto final (mapa de uso das terras) validado, a partir de visitas em campo.

Para a identificação e análise das principais propriedades fisiográficas da BHAB, teve-se como base os índices propostos nos trabalhos de Horton (1945), Chistofolletti (1980), Bertotti et al. (2009) e Dias-Oliveira et al. (2010). A hierarquização fluvial de Strahler (1957) foi utilizada por retirar a subjetividade existente nas outras formas de hierarquização. Os índices morfométricos estimados foram:

- 1) Área da BH (A) – dada em km<sup>2</sup> numa projeção plana.
- 2) Perímetro da BH (P) - comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas que delimita a área da bacia hidrográfica (km).
- 3) Comprimento total dos cursos fluviais (Lt) - refere-se à soma de todos os comprimentos dos rios da BH (km).
- 4) Densidade de drenagem (Dd) - relação existente entre o comprimento total de todos os cursos fluviais da BH (Lt) e a área contribuinte (A), sendo obtida pela equação:  $Dd = Lt/A$ , em (km/km<sup>2</sup>).
- 5) Número total de segmentos (Nr) – número de segmentos fluviais em cada ordem, de acordo com a hierarquização de Strahler (1957).
- 6) Comprimento do canal fluvial principal (Rp) - comprimento do curso fluvial que possui a maior distância iniciando pela foz e que se encontra dentro da BH (km).
- 7) Curva hipsométrica - gráfico que representa a distribuição do relevo de acordo com sua altitude, indicando a percentagem de área de drenagem que existe acima ou abaixo das várias altitudes.
- 8) Amplitude topográfica (Hm) – diferença entre o ponto mais elevado da BH e a seção exutória do canal fluvial principal.



9) Perfil longitudinal do curso fluvial principal - modelo elaborado a partir da plotagem do desnível altimétrico entre nascente/foz do canal principal no eixo das ordenadas, e o comprimento do talvegue principal no eixo das abscissas.

10) Declividade do canal principal (SRp) – relação entre a Amplitude altimétrica do canal principal ( $\Delta H$ ) e o seu comprimento total (Rp), ou seja, pela equação:  $SRp = \Delta H / Rp$ , em m/m.

11) Coeficiente de compacidade (Kc) – relaciona o perímetro (P) da bacia a circunferência de um círculo com área idênticas. Como um valor adimensional, quanto mais próximo da unidade evidencia uma bacia mais suscetível a enchentes. O Kc é determinado pelo produto de 0,28 pela razão entre o perímetro e a raiz quadrada da área de drenagem (A) da bacia ( $Kc = 0,28 \times P / \sqrt{A}$ ).

12) Fator de forma (F) – relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (eixo da foz ao ponto mais distante do divisor topográfico). O F foi determinado pela seguinte fórmula:  $F = A / L^2$ , onde A é a área de drenagem e L é o comprimento do eixo da bacia.

Além dos índices anteriormente mencionados foram elaborados os mapas clinográfico (declividade) e hipsométrico (altitude). As classes de declividade adotadas foram às propostas por Ross (1994) e as de altitude distribuindo a amplitude altimétrica total na área mapeada em sete classes intervalares iguais (Quadro 1).

**Quadro 1.** Categorias hierárquicas

Classes hipsométricas	Classes clinográficas (Grau de Fragilidade) <sup>1</sup>
< 980 metros	< 6% (Muito Fraca)
980 - 1.020 metros	6 - 12% (Fraca)
1.020 - 1.060 metros	12 - 20% (Média)
1.060 - 1.100 metros	20 - 30% (Forte)
1.100 - 1.140 metros	> 30% (Muito Forte)
1.140 - 1.180 metros	
970 - 1.210 metros	

<sup>1</sup>Fonte: ROSS, 1994.

## Resultados e discussões

### Aspectos fisiográficos

A rede de drenagem é um dos principais aspectos da bacia, estando relacionada não só com a pluviosidade e topografia, como também com a cobertura vegetal, o tipo de solo, a litologia e a estrutura das rochas (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

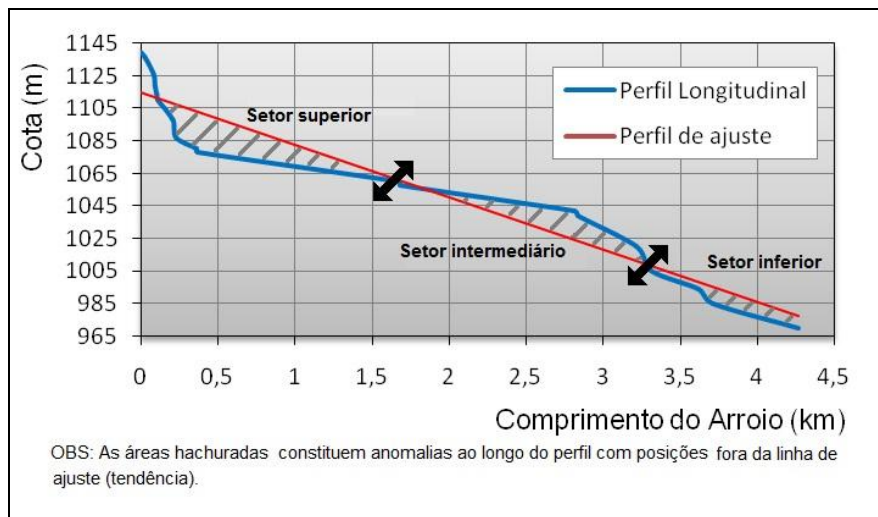
Na tabela 1 são apresentados os resultados referentes aos parâmetros morfométricos da BHAB. O quociente da área da bacia, com o comprimento dos cursos fluviais, resultou numa densidade de drenagem de 0,83 km/km<sup>2</sup>.

**Tabela 1** - Índices morfométricos da BHAB

Índices	Valores	Unidade
Área (A)	5,03	km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	10,44	km
Comprimento total dos cursos fluviais (Lt)	6,03	km
Densidade de drenagem (Dd)	0,83	km/km <sup>2</sup>
Comprimento do rio principal (Rp)	4,26	km
Amplitude topográfica (Hm)	240,00	m
Declividade do canal Principal (SRp)	39,80	m/km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,30	-
Fator de Forma (F)	0,31	-

O índice encontrado é de baixa densidade de drenagem e elevada transmissibilidade, ou seja, o terreno apresenta um bom grau de infiltração, tomando como base à proposição de Villela e Mattos (1975), na qual a densidade varia de pobre (0,5 km/km<sup>2</sup>) a bem drenada (> 3,5 km/km<sup>2</sup>). Para Milani e Canali (2000), a densidade de drenagem reflete a propriedade de transmissibilidade do terreno e, conseqüentemente, a suscetibilidade a erosão.

O arroio do Butka apresenta uma declividade média significativa com aproximadamente 39,80 m/km, no entanto, não uniforme ao longo do canal, pois as maiores declividades do canal fluvial estão distribuídas nos trechos próximos a nascente e a foz (Figura 2).



**Figura 2** - Modelo do perfil longitudinal do arroio do Butka

A tendência do canal é buscar condições de equilíbrio, eliminando as anomalias no gradiente longitudinal, por meio da erosão (denudação) do talvegue, da sedimentação (agradação), da migração do canal a montante ou mesmo por alterações no estilo de canal (GUEDES et al. 2006). Comparando o perfil longitudinal do arroio do Butka com a linha que representa o seu ajuste dinâmico é possível observar evidências de anomalias em todos os setores do perfil longitudinal (superior, intermediário e inferior). Essas anomalias na forma do perfil constituem posições do perfil abaixo ou acima da linha de ajuste (tendência) (Figura 2).

De acordo com Acklas Jr. et al. (2003) apud Guedes, et al. (2006), as anomalias morfométricas comuns no perfil longitudinal podem ser condicionadas por diversos fatores, sendo os principais:

- confluência com tributário de caudal expressivo;
- variações na resistência à erosão do substrato rochoso (criando os trechos de inflexão no perfil longitudinal e níveis de bases locais);
- Erosão remontante por mudança brusca em nível de base à jusante, como ocorre quando há variações eustáticas, por exemplo; e
- deformações neotectônicas locais.

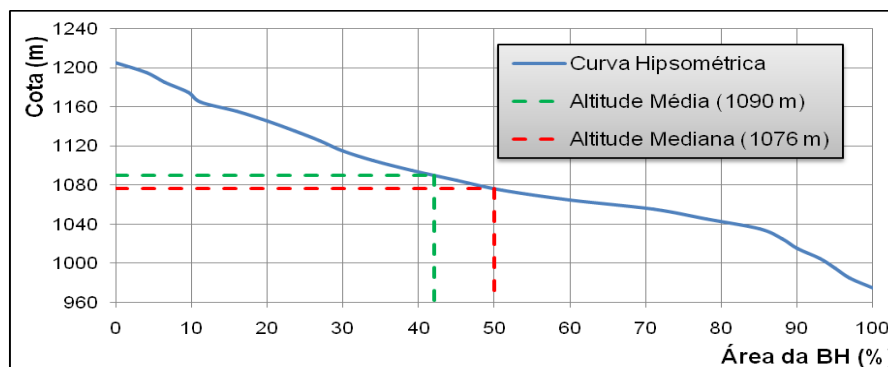
Com base no perfil longitudinal (Figura 2), teoricamente o arroio do Butka tende a buscar seu equilíbrio com atuação de processos agradacionais no setor superior e

entalhamento no setor intermediário. Alguns trechos anômalos verificados no canal principal evidenciam a presença de rupturas de declive.

Segundo Lima (2009), as áreas de ruptura de declives comuns na Formação Serra Geral apresentam aspectos de perfis côncavos e convexos, sendo originada em sua maioria por falhas transversais ao canal esculpidas em qualquer nível estrutural interno. Os trechos escalonados (sequência de pequenas rupturas de declives pontuais) ao longo dos perfis longitudinais apresentam aspectos diferenciados intrinsecamente ligados à evolução das rupturas de declive, por meio da retração paralela. De acordo com Lima (1999), a retração paralela é um caso particular de erosão remontante na qual a face íngreme da ruptura tende a permanecer na medida em que retrocede. Isso contrasta com processos de evolução de rupturas nas quais há um retrocesso restrito, mas a face inclina e perde altura (processo chamado de substituição ou *replacement*).

Essas feições, em parte foram observadas em visita de campo a área de estudo. No setor superior verificaram-se no perfil longitudinal do arroio do Butka pequenas rupturas de declives pontuais, seguido de um trecho com características retilíneas, com leito fluvial constituído por estruturas rochosas, associados a sedimentos aluvionares. No setor intermediário o perfil longitudinal apresenta forma convexa, decorrente de controles geológicos substanciais que dificultam o fluxo fluvial. No setor inferior as formas geométricas do perfil longitudinal predominantes são do tipo convexo-côncava, com declividades mais acentuadas que as encontradas no setor intermediário, além também de evidências de rupturas de declive.

Os graus de energia dos canais fluviais também estão relacionados com os indicadores hipsométricos. Para Christofolletti (1980), estes possibilitam estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada isoípisa base. Na BHAB a partir da análise da curva hipsométrica, a altitude mediana foi determinada em  $\pm 1.076\text{m}$  enquanto a altitude média em  $\pm 1.090\text{m}$  (Figura 3).



**Figura 3** - Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do arroio do Butka

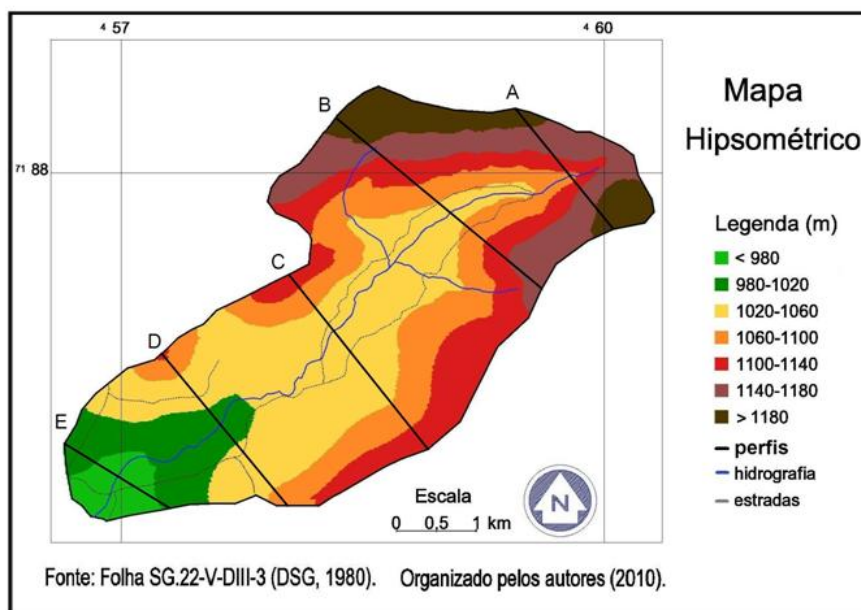
A amplitude topográfica (Hm) é de 240 metros, esta foi definida a partir da diferença das cotas de maior e menor altitude, 1.210 e 970 metros respectivamente. Para Vilella e Mattos (1975), a definição desse índice é essencial para a compreensão dos processos e mecanismos naturais atuantes na BH como a evapotranspiração, precipitação e temperatura.

A Tabela 2 apresenta a distribuição das classes de altitude da área de estudo.

**Tabela 2** - Classes altimétricas da BHAB

Classe altimétrica (m)	Área em cada classe (km <sup>2</sup> )	Percentual por classe (%)	Percentual Acumulado (%)
< 980	0,18	3,57	3,57
980 - 1020	0,43	8,53	12,11
1020 - 1060	1,68	33,37	45,48
1060 - 1100	1,00	20,04	65,53
1100 - 1140	0,81	16,14	81,67
1140 - 1180	0,58	11,65	93,33
> 1180	0,33	6,66	100,00
Total	5,03	100,00	100,00

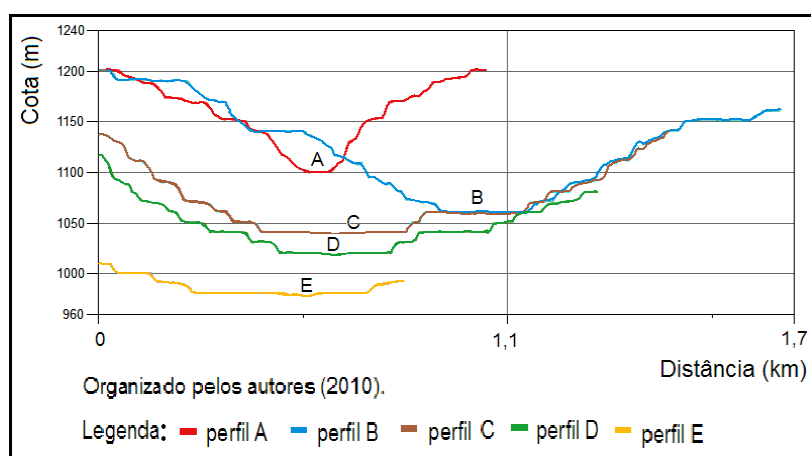
A espacialização das classes altimétricas apresenta uma representatividade significativa nas áreas compreendidas entre as cotas de 1.020 e 1.100 metros, ( $\pm$  53,41% da bacia) (Tabela 2), localizadas na área central ao longo do curso fluvial principal (Figura 4). Essa pode melhor ser visualizada espacialmente na Figura 4, que apresenta a distribuição das classes de altitude da BHAB.



**Figura 4** – Mapa hipsométrico da BHAB

Na BHAB foram traçados cinco perfis transversais, onde se pode observar o predomínio de vertentes convexas na porção superior da bacia e vertentes côncavas e retilíneas na porção inferior (Figuras 4 e 5). Os perfis A e B apresentam significativas declividades que aliado a sua convexidade condiciona expressivas energias aos processos geomorfológicos de encostas (Figura 6).

Os perfis C e D são representativos das áreas planas da bacia com declividades pouco expressivas, os tipos predominantes de encostas são: côncavas – retilíneas, com as maiores classes de altitudes localizadas na margem esquerda.



**Figura 5** – Perfis Transversais da BHAB



**Figura 6** – Setor superior da BHAB  
Foto dos autores (mai/2010).

A seção transversal E, esta relacionada com a dinâmica do setor de jusante da bacia, onde predomina os processos deposicionais em áreas de planícies com altitudes variando entre 970 a 1.010 metros.

A análise das figuras 2, 4 e 5 permitem observar que a drenagem esta associada à evolução geodinâmica e ao forte condicionamento morfoestrutural propiciando aspectos de vales em V em áreas de alta energia (setor superior) e com fundo chato em áreas de baixa energia (setor inferior). Outra característica refere-se aos topos alongados (entre 1.100 e 1.200 metros) localizados ao longo dos divisores topográficos da bacia, sendo essas áreas de recarga subterrânea que desempenham importante papel no equilíbrio ambiental.

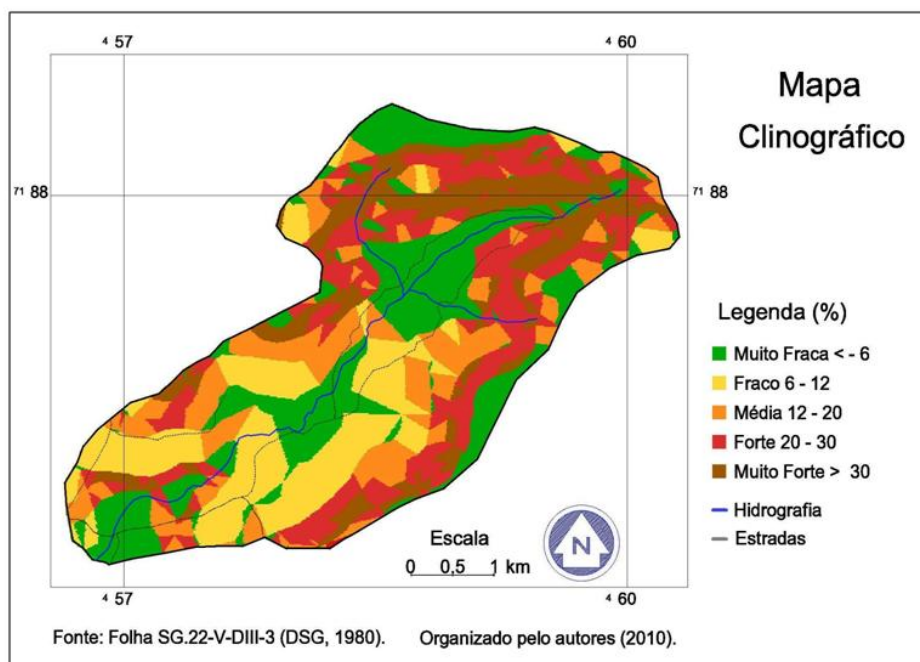
Além dos aspectos hipsométricos cabe destacar também as características das classes de declividade da bacia. Essas juntamente com a densidade da cobertura vegetal, tipo de solo, intensidade das chuvas e os processos antrópicos, podem influenciar nos processos erosivos e deposicionais.

As classes clinográficas com maior representatividade são as moderadas (até 12%), ocupando 2,3 km<sup>2</sup> da bacia, distribuídas ao longo do setor inferior, intermediário e topos alongados nos divisores (Tabela 3 e Figura 7).

**Tabela 3** - Classes de declividade, área e percentual de cada classe na BHAB

Classe de declividade (%)	Área em cada classe (km <sup>2</sup> )	Percentual por classe (%)	Percentual Acumulado (%)
< - 06	1,29	25,82	25,82
06 - 12	1,01	20,24	46,07
12 - 20	0,92	18,30	64,37
20 - 30	0,98	19,58	83,95
> - 30	0,80	16,05	100,00
Total	5,03	100,00	100,00

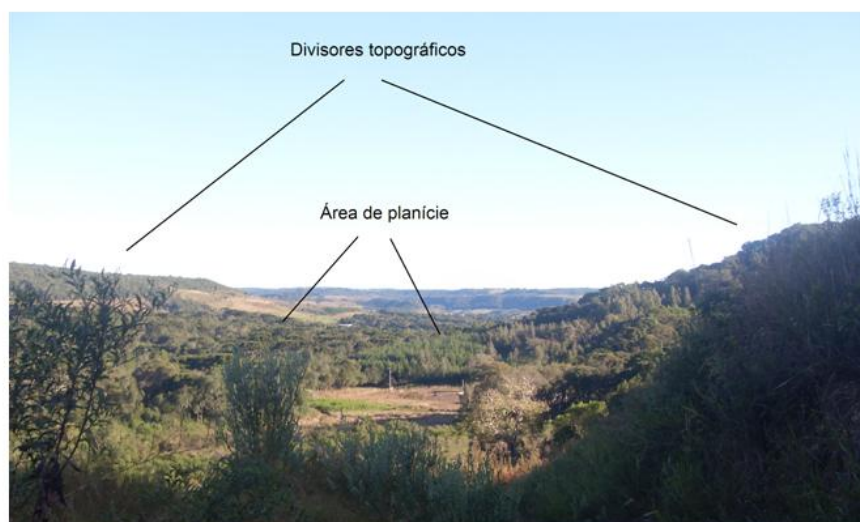
A alta percentagem de declividade nas classes Forte e Muito Forte (aproximadamente 35,63% da área da BHAB) condiciona teoricamente essas áreas como vulneráveis a processos geomorfológicos de encosta, intensificando os processos de movimentos de massa e erosivos.



**Figura 7** - Mapa de declividade da BHAB



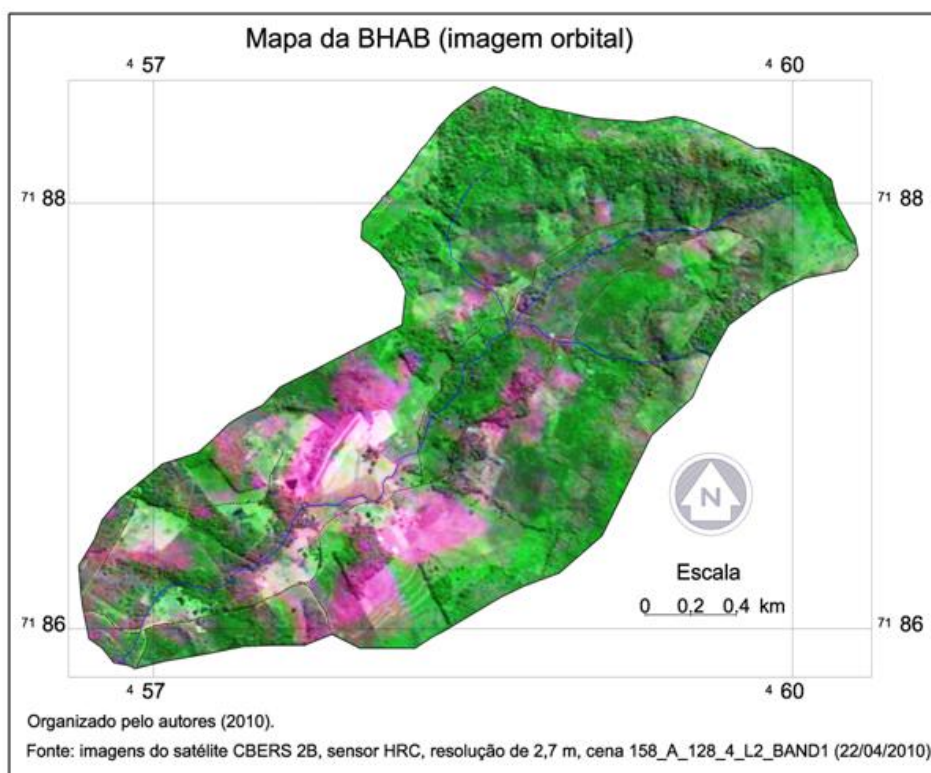
Em trabalhos de campo na bacia pode-se constatar que as encostas com altas declividades apresentam vegetação ainda que de maneira esparsa e alterada, sendo estas importantes elementos controladores dos processos hidrogeomorfológicos locais (Figura 8).



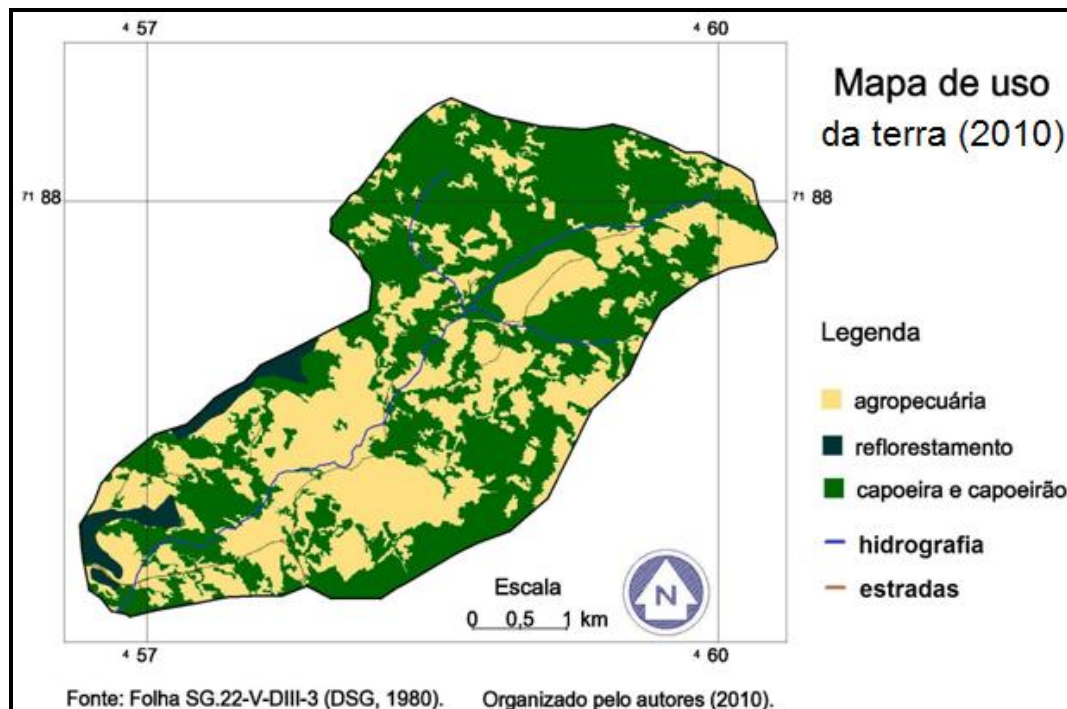
**Figura 8** – Setor de jusante da BHAB  
Fotografia dos autores (mai/2010).

### Aspectos do uso das terras

A BHAB apresenta uma diversidade de uso e ocupação, que está relacionada com as características físicas. A bacia possui atualmente alguns remanescentes de vegetação, porém, com alto grau de alteração, sendo denominados de capoeirões e capoeiras, associados a outros tipos de uso como: reflorestamentos; pastagens e agricultura (Figuras 9 e 10 e Tabela 4).



**Figura 9** – Imagem orbital da BHAB



**Figura 10** - Mapa de uso das terras da BHAB

**Tabela 4** - Classes de uso das terras da BHAB

Uso da Terra	Área (km <sup>2</sup> )	%
Agropecuária	2,10	41,88
Capoeira – Capoeirão	2,79	55,24
Reflorestamento	0,14	2,88
Total	5,03	100,00

As capoeiras e capoeirões representam cerca de 55% da área total da bacia. Trata-se de uma vegetação em diversos estágios de sucessão sendo que nas encostas mais inclinadas no setor superior notam-se capoeirões densos e nas baixas encostas capoeiras menos densas, bastante alteradas.

No setor intermediário da bacia predominam cultivos temporários como milho e soja, além de pequenas áreas de pastagem. Trata-se do setor mais alterado da bacia, beneficiados pelos condicionantes locais que favorecem a agricultura.

A porção jusante da bacia tem áreas ocupadas por reflorestamento destacando-se o *Pinus elliotti* e em menor número o *Eucalyptus* spp., pequenas manchas de reflorestamento também verificou-se em outras partes da bacia. Quanto a Área de Preservação Permanente (APP) recomendada pelo Código Florestal (BRASIL, 1965), a mesma se encontra em considerável estágio de preservação, excetuadas as áreas centrais que são ocupadas pela agropecuária. Enfim, é importante que se preserve as faixas adjacentes dos cursos fluviais, a fim de minimizar os impactos decorrentes de sua retirada nas áreas ribeirinhas.

### Considerações finais

Por meio dos dados analisados, é possível considerar que naturalmente a morfometria da BHAB restringem áreas de atividades de uso das terras intensivo nas áreas com declividades acentuadas, sendo que 35,63% das áreas da bacia apresentam declividades acima dos 20%. As áreas ribeirinhas também devem ser preservadas a fim de contribuir com o ajuste fluvial, assim como as cabeceiras da BH onde há área de capoeiras e capoeirões a fim de poder manter certo equilíbrio na dinâmica fluvial da bacia. A BHAB apresenta matas ripárias alteradas nos trechos intermediários influenciada pelas atividades agropecuárias. A área central da bacia é na sua maior parte

ocupada por pequenas propriedades com o predomínio de culturas com uso de técnicas simples.

As áreas de platôs localizados nos divisores topográficos devem possuir um uso das terras de forma moderada. Dessa maneira sugere-se que sejam implantados manejos conservacionistas na área como: o isolamento e reflorestamento das áreas alteradas por erosões além do plantio direto e em curvas a fim de minimizar a perda de solo pelo escoamento da água. Essas práticas conservacionistas favorecerá a diminuição dos impactos que podem afetar a disponibilidade hídrica da bacia e conseqüentemente o sistema hidrográfico.

Por fim, conclui-se que os resultados obtidos com a integração e análise de imagens de satélites; visitas em campo e as informações morfométricas, aliadas às técnicas de Geoprocessamento na BHAB demonstraram ser satisfatórios de acordo com os objetivos propostos inicialmente. Contudo, o presente trabalho não tem o intuito de dar por encerrado as discussões referentes aos processos ambientais existentes na bacia, pois a pesquisa proporcionou um diagnóstico preliminar, fornecendo subsídios para futuros trabalhos na área, afim de melhor analisar os processos naturais e antrópicos.

## Referências

BERTOTTI, L. G.; CAMARGO FILHO, M.; SANTOS, A. F. Integração, análise de imagens de satélites e informações morfométricas para determinação de uso potencial do solo por meio de técnicas de geoprocessamento na bacia hidrográfica do arroio Paiol da Telha, Guarapuava, Centro Sul do Paraná. In: SEMANA DE GEOGRAFIA – TERRITÓRIOS E MOVIMENTOS SOCIAIS: DIÁLOGOS COM A GEOGRAFIA, 17., 2009, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Unicentro, 2009. p. 35-48.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Estabelece o Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 16 set. 1965.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, 15, 1996. p. 13-22.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

CRUZ, M. **Geotecnologias e o Manejo de bacias Hidrográficas**. 2010. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/212961.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

DIAS-OLIVEIRA, E.; CUNHA, M. C.; VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. Aspectos Morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava – PR. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA. 5., 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2010. p. 36-51.

GUEDES, I. C.; SANTONI, G. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, J. C.; MORALES, N; SAAD, A. R. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do Rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas, **Revista UnG – Geociências**, v.5, n.1, p. 75-102, 2006.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**. v.56, n.3, p.275-370, 1945.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas** – médias históricas. 2009. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/medias\\_Historicas/Guarapuava.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/medias_Historicas/Guarapuava.htm)>. Acesso em: 10 junho 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas geográfico escolar multimídia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 1 CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Manual do usuário do catálogo de imagens da DGI/INPE**. Disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/suporte/files/manual\\_usuario\\_PT.html](http://www.dgi.inpe.br/suporte/files/manual_usuario_PT.html)>. Acesso em: 10 maio 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. **Catálogo de Imagens**: cena 158\_A\_128\_5\_L2 banda 1 (29/10/2009) e cena 158\_128\_L2 bandas 2, 3 e 4 (29/10/2009). Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 maio 2010.

LIMA, A. G. Caracterização geomorfológica preliminar da Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, n. 2, p. 37-51, 1999.

LIMA, A. G. **Controle geológico e hidráulico na morfologia do perfil longitudinal em rio sobre rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral do Estado do Paraná**. 2009. 219 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis-SC, 2009.

LUIZ J. C. **As unidades de paisagem na bacia do rio guabiroba, Guarapuava-PR, e a fragilidade ambiental**. 2007. 200 f. Dissertação (Mestrado em análise ambiental) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes de Maringá-PR, Maringá, 2007.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 2002.

MILANI, J. R.; CANALI, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfométrica. **RA’EGA**, Curitiba, n.4, p. 139-152, 2000.

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

OLIVEIRA, C. A. V. **Guia Spring para tratamento de imagens, classificação e geração de cartas.** Niteroi: UFF, 2007. 55p.

PINHO, C. M. D.; RENNÓ, C. D.; KUX, H. J. H. **Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird.** INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos - SP, 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.20.14/doc/4225.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2012.

RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; PIROLI, E. L. Utilização de sistemas de informações geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu – SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 675-681, 2001.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2003. p. 320.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed Geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, n. 38, v.6, 913-920, 1957.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais.** 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1990. 183p.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR.** Guarapuava: UNICENTRO, 2003.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** 2005. 69 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

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

Recebido para publicação em setembro de 2011

Aprovado para publicação em julho de 2012