

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO APLICADAS NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ, NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ¹

Andrey Luis BINDA

Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais - GEA (UNIOESTE)

Grupo Geomorfologia Experimental e Aplicada (UNICENTRO)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - MCR

Colegiado do Curso de Geografia: Rua Pernambuco, 1777, Centro

CEP:85960-000 Marechal Cândido Rondon-PR

andrey_geobass@hotmail.com

Resumo: Atualmente, encontram-se muito difundidas a utilização das chamadas “geotecnologias”, nas mais diversas ciências, sobretudo, na Geografia. Entre a grande variedade de unidades espaciais, diversos estudos têm utilizado a bacia hidrográfica como objeto de trabalho em SIG. Assim, a utilização de *softwares* pode auxiliar na execução da caracterização e diagnóstico do meio físico, mediante a aplicação de parâmetros morfométricos. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo, caracterizar o meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré (BHRJ), Noroeste do Estado do Paraná, de modo a gerar informações básicas sobre os aspectos hidrológicos e morfológicos da bacia.

Palavras-chave: Geoprocessamento, bacia hidrográfica, análise morfométrica.

Abstract: Currently, there is widespread use of so-called “geotechnologies”, in various sciences, especially in Geography. Among the wide variety of spatial units, several studies have used the watershed as object of work in GIS. Thus, the use of softwares can assist in the implementation of the characterization and diagnosis of the physical environment through the application of morfometric parameters. In this sense, this work aims to characterize the physical environment in the Rio Jacaré watershed, Northwest of Paraná State, in order to generate basic information on the hidrological and morphological aspects of the watershed.

Key-words: Geoprocessing, watershed, morfometric analysis.

Introdução

Atualmente, encontram-se muito difundidas a utilização das chamadas “geotecnologias”, nas mais diversas ciências, sobretudo, na Geografia. Fitz (2008) enfatiza que estas tecnologias são de suma importância na caracterização do espaço geográfico, principalmente, por meio da utilização de Sistema de Informações

¹ Recebido para publicação em: ago/09 Aceito em: jan/10

Geográficas (SIG) e técnicas de geoprocessamento.

Entre as diversas unidades espaciais, diversos estudos têm utilizado a bacia hidrográfica como objeto de trabalho em SIG. Entendida como uma área que drena água, sedimentos e material dissolvido para um ponto comum e delimitada pelos divisores topográficos (SILVA *et alii*, 2004), a bacia hidrográfica desde o fim da década de 60, vem sendo vista como uma unidade espacial na Geografia (BOTELHO & SILVA, 2004).

Assim, a utilização de *softwares* pode auxiliar na execução da caracterização e diagnóstico do meio físico, mediante a elaboração e aplicação de parâmetros morfométricos. Vale lembrar que a caracterização de uma dada área é de suma importância na atualidade, pois geram dados que podem (e devem) ser utilizados para fins de planejamento.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo, caracterizar o meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré (BHRJ), Noroeste do Estado do Paraná, de modo a gerar informações básicas sobre os aspectos hidrológicos e morfológicos da bacia. Deve-se enfatizar que este trabalho corresponde etapa inicial de caracterização da BHRJ, que será área de estudos futuros em Geomorfologia Fluvial.

Materiais e Métodos

Localização e Características Gerais da Área de Estudo

A BHRJ está localizada no terceiro planalto paranaense (Figura 1), mais especificamente entre os blocos formados pelo Rio Piquiri e Ivaí (MAACK, 1981), na mesorregião Noroeste do Paraná.

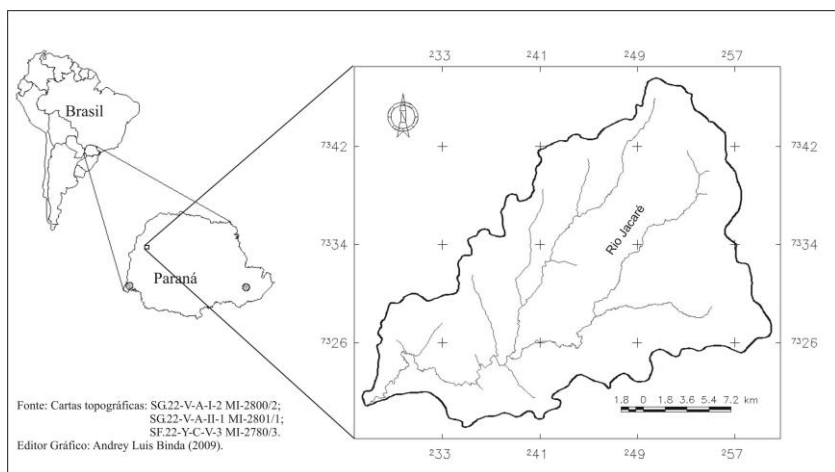


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré.

O clima da região é caracterizado como Cfa, ou seja, clima úmido em todas as estações e verão quente (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). A temperatura média anual varia entre 22 e 23°C e a precipitação é em torno de 1600 mm (CAVIGLIONE *et alii*, 2000).

A bacia hidrográfica integra administrativamente 5 municípios da mesorregião noroeste paranaense, quais sejam: Brasilândia do Sul, Alto Piquiri, Iporã, Cafezal do Sul e Perobal, sendo que os dois primeiros abrangem mais de 75% da área da bacia.

Técnicas de Geoprocessamento

Elaboração do Banco de Dados e Características do Projeto

O *software* utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa foi o SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – versão 5.1.0.30 Beta 1, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens – DPI do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As cartas topográficas utilizadas encontravam-se disponibilizadas no site do Instituto de Terras, Cartografia e Geodésica (ITCG) do Estado do Paraná (www.itcg.pr.gov.br). Os documentos cartográficos estão descritos a seguir:

- Umuarama: SF.22-Y-C-V-3 (MI-2780/3) escala de 1:50.000.
- Iporã: SG.22-V-A-I-2 (MI-2800/2) escala de 1:50.000.
- Alto Piquiri: SG.22-V-A-II-1 (MI-2801/1) escala de 1:50.000.

Iniciou-se o trabalho com a criação do Banco de Dados no SPRING (*Bacia_Jacare*). O Banco de Dados corresponde ao diretório onde são armazenadas as demais informações utilizadas. A seguir foram estabelecidos os valores referentes ao projeto (*Rio_Jacare*), conforme apresenta a tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros utilizados na criação do projeto

Retângulo envolvente	Sistema	Modelos de terra	de Zona	Hemisfério
X1: 224000 X2: 260000 Y1: 7316000 Y2: 7350000	UTM	SAD 69	22 (51°)	Sul

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

Com a criação e ativação do projeto, foram criados os Modelos de Dados, conforme sua categoria (temático, modelo numérico do terreno, imagem, rede, cadastral, objeto e não espacial). Dentro de cada Modelo de Dados foram criados os Planos de Informação (PI's) que correspondem aos *layers* do trabalho.

Georreferenciamento das Cartas Topográficas

As cartas topográficas disponibilizadas pelo ITCG encontravam-se em formato *Jpeg*, sendo inicialmente convertidas para o formato *Tiff*. Porém, para a sua inserção no *software* SPRING, há a necessidade de converter este formato para *Grib*. Esse processo foi realizado no módulo Impima.

Para importar a carta ao SPRING, deve-se inicialmente criar um modelo de dados do tipo imagem. A seguir, as cartas foram georreferenciadas (*registro de imagem*), inserindo nove pontos, dispostos conforme a figura 2. Para cada ponto, utilizava-se como parâmetro de entrada o teclado, com a indicação das coordenadas x e y.

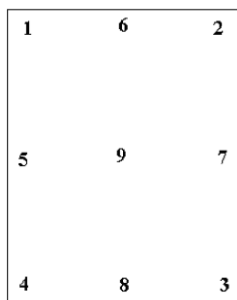


Figura 2: Pontos de georreferenciamento da carta topográfica

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

Após o georreferenciamento, a imagem foi importada e composta por três bandas, referente aos tons de vermelho (R), verde (G) e azul (B).

Delimitação da Bacia Hidrográfica

Para a delimitação da BHRJ, foi criado um modelo de dados temático com o seu correspondente Plano de Informação. A delimitação da área de drenagem da bacia foi efetuada conforme Grannel-Pérez (2001).

Carta de Hierarquia Fluvial

Para a elaboração da carta de hierarquia fluvial da BHRJ, foi criado um Modelo de Dados de natureza temática, inserindo as seguintes classes temáticas: 1ª Ordem, 2ª Ordem, 3ª Ordem, 4ª Ordem e 5ª Ordem. Após a criação do Plano de Informação correspondente, foi vetorizada toda a rede de canais da bacia.

O procedimento para a determinação da hierarquia fluvial adotado foi o de Strahler (1952; 1964) *apud* Christofolletti (1980) e Cooke & Doornkamp (1990), no qual os que não recebem afluentes são considerados como segmentos de primeira

ordem; da junção de dois segmentos de primeira ordem, forma-se um segmento de segunda ordem, que recebe apenas afluentes de primeira ordem; da junção de dois segmentos de segunda ordem forma-se um segmento de terceira ordem, que recebe afluentes de ordem inferior e assim sucessivamente. A variável visual utilizada para diferenciar cada classe temática foi a cor (degrade) e espessura da linha.

Carta de Geologia

A carta de geologia da BHRJ foi elaborada considerando as cartas geológicas de Cascavel e Umuarama da Minerais do Paraná S/A (MINEROPAR). Entretanto, além das informações contidas nas cartas da MINEROPAR, foram cartografadas as planícies aluviais, mediante fotointerpretação de imagens digitais do *software* Google Earth® versão 4.3.7284.3916 (beta). Todas estas informações foram agrupadas em plano de informação atrelado à modelo de dados temático.

Carta de Declividades

A carta de declividades foi confeccionada a partir da vetorização das curvas de nível em Plano de Informação vinculado a Modelo de Dados MNT e pela criação da grade triangular (TIN). As classes de declividades utilizadas foram: 0-6%, 6-12%, 12-20%, 20-30% e >30 % (Conforme ROSS, 2000). A variável visual utilizada foi a cor, conforme a proposta de Binda & Bertotti (2008) utilizando a paleta de cores do SPRING.

Carta de Hipsometria

A carta de hipsometria foi elaborada a partir das curvas de nível, após a criação da grade retangular. Para cada classe foi utilizado equidistâncias de 20 m. Dessa forma, foram inseridas 12 classes hipsométricas, cujas variáveis visuais foram propostas por Binda & Bertotti (2008).

Análise Morfométrica

Os parâmetros morfométricos aplicados no presente trabalho são baseados em Christofolletti (1980), Christofolletti (1982), Cooke & Doornkamp (1990), Grannel-Perez (2001) e Silva *et alli* (2004) constituindo assim, na análise da rede de drenagem (*Drainage network*), geometria da bacia (*Basin geometry*), medidas da intensidade de dissecação (*Measures of intenity of dissection*) e medidas hipsométricas (*Measures involving of height*) da bacia hidrográfica do Rio Jacaré. A seguir serão apresentados os principais parâmetros utilizados.

O *comprimento médio dos canais fluviais* é um parâmetro que relaciona o

número de segmentos com o comprimento dos canais, de modo a obter o comprimento médio. Para seu cálculo utiliza-se a equação 1:

$$Lm = \frac{Lu}{Nu} \dots\dots\dots(1)$$

onde: Lm é o comprimento médio dos canais, Lu é a soma dos comprimentos dos canais de cada ordem e Nu é o numero de segmentos encontrados na respectiva ordem.

A *relação de bifurcação* indica a quantidade de confluências entre segmentos de uma determinada ordem em relação à ordem imediatamente superior. Seu cálculo é realizado aplicando a equação 2:

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1} \dots\dots\dots(2)$$

onde: Rb é a relação de bifurcação, Nu é o número de segmentos de determinada ordem e Nu+1 é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

A *extensão do percurso superficial* representa a distância percorrida pelas águas superficiais entre o divisor de águas e o canal fluvial. Seu cálculo é obtido pela equação 3:

$$Eps = \frac{1}{2.Dd} \dots\dots\dots(3)$$

onde: Eps é a extensão do percurso superficial e Dd é a densidade de drenagem.

O *índice de sinuosidade* do canal principal corresponde à relação entre o comprimento do canal e o comprimento em linha reta da nascente à foz. O resultado é obtido mediante a aplicação da equação 4:

$$Is = \frac{Cc}{Cv} \dots\dots\dots(4)$$

onde: Is é o índice de sinuosidade, Cc é o comprimento do canal e Cv é o comprimento do vale.

A forma da bacia é um parâmetro que representa o *índice de circularidade*. Um valor próximo a 1,0 representa uma bacia com forma circular. O cálculo é realizado a partir da equação 5:

$$Ic = \frac{A}{Ac} \dots\dots\dots(5)$$

onde: Ic é o índice de circularidade, A é a área da bacia e Ac é a área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada.

A *densidade de rios* compara o número de canais de primeira ordem com a área da bacia. Seu cálculo é obtido por meio da equação 6:

$$Dr = \frac{N}{A} \dots\dots\dots(6)$$

onde: Dr é a densidade de rios, N é o número total de rios ou cursos de água e A é a área da referida bacia.

A *densidade de drenagem* é um parâmetro que relaciona o comprimento total de todos os canais fluviais com a área da bacia. Para ser calculado aplica-se a equação 7:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \dots\dots\dots(7)$$

onde: Dd é a densidade de drenagem, Lt é o comprimento total dos canais e A é a área da referida bacia.

O *coeficiente de manutenção* indica a área mínima para manutenção de um metro de canal. Seu cálculo é obtido pela equação 8:

$$Cm = \frac{1}{Dd} \cdot 1000 \dots\dots\dots(8)$$

onde: Cm é o coeficiente de manutenção, Dd é a densidade de drenagem.

A *amplitude altimétrica* corresponde à diferença entre a cota mais alta e a cota mais baixa da bacia. A equação 9 apresenta a fórmula para seu cálculo:

$$Hm = C_{\max} - C_{\min} \dots\dots\dots(9)$$

onde: Hm é a amplitude altimétrica, C_{max} é a cota máxima da bacia e C_{min} é a cota mínima da bacia.

A *relação de relevo* indica o potencial erosivo das encostas. O resultado é obtido com a aplicação da equação 10:

$$Rr = \frac{Hm}{Lh} \dots\dots\dots(10)$$

onde: Rr é a relação de relevo, Hm é a amplitude topográfica máxima e Lh é o comprimento da bacia.

Resultados e Discussões

A BHRJ drena terrenos compostos por arenitos da Formação Caiuá (Grupo Bauru) e basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) (Figura 3). A Formação Caiuá cobre cerca de 64,27% da bacia, englobando as nascentes do Rio Jacaré, Taquara e Córrego Mosquito. A Formação Serra Geral corresponde 30,46% da bacia, podendo ser encontrada nas cabeceiras dos principais afluentes do Rio Banhadão e em todo o baixo curso do Rio Jacaré. Na bacia ocorrem ainda, depósitos de planície aluvial com abrangência de 5,27%, espacializadas predominantemente no curso inferior e próximo ao Rio Jacaré (Tabela 2).

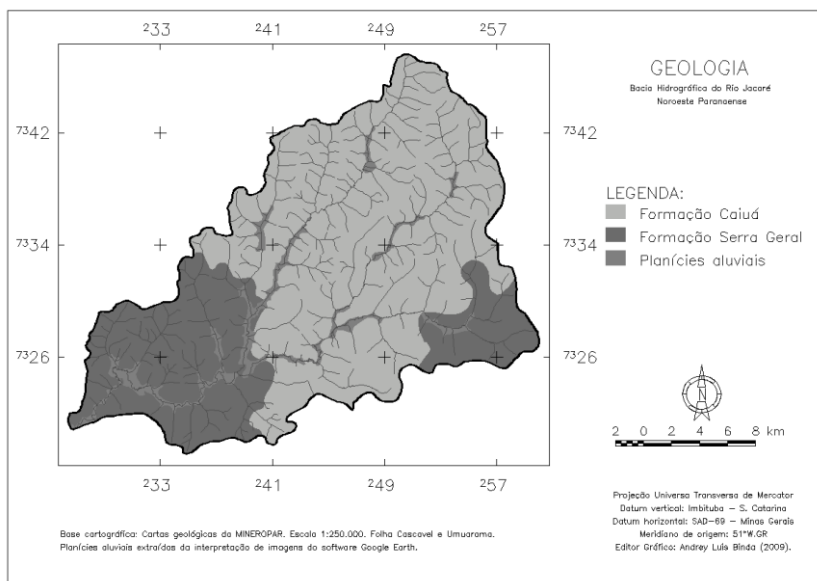


Figura 3: Características geológicas da BHRJ.

Tabela 2: Síntese da distribuição geológica na BHRJ

Classes	Km ²	%
Formação Caiuá	324,05	64,27
Formação Serra Geral	153,58	30,46
Planícies Aluviais	26,60	5,27
TOTAL	504,23	100,00

Fonte: Medidas de classes SPRING (2009).

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

A gênese das planícies aluviais, principalmente, no curso inferior deve-se a razões bastante óbvias. Como o setor inferior da bacia é composto por basaltos da Formação Serra Geral, esta litologia, por sua resistência, acaba comportando-se como nível de base local. Sabendo que os terrenos à montante deste setor, são suportados por arenitos friáveis, toda a carga sedimentar acaba sendo depositada no curso inferior, quando a declividade do canal diminui, permitindo a construção de amplas planícies de inundação, entrecortada por inúmeros canais abandonados e composta por materiais predominantemente aluviais, que podem apresentar interdigitações laterais com depósitos coluviais das encostas.

Análise da Rede Hidrográfica da BHRJ

A rede hidrográfica da BHRJ apresenta ordenação máxima de quinta ordem (Figura 4), sendo que os rios Jacaré e Água Amarela correspondem aos dois principais canais de drenagem. Considerando o comprimento total da rede hidrográfica da BHRJ, chega-se ao total de 557,848 Km de canais, distribuídos em 351 segmentos, com comprimento médio de 1,589 Km (Tabela 3).

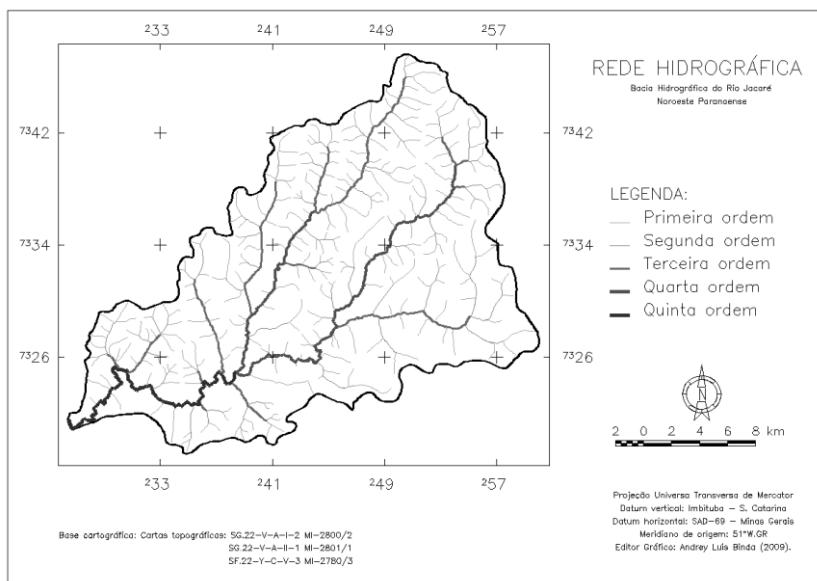


Figura 4: Hierarquia fluvial da rede hidrográfica da BHRJ.

Conforme a tabela 3, os canais de primeira ordem apresentam 327,453 Km, distribuídos em 272 segmentos, com comprimento médio de 1,203 Km. Canais de segunda ordem, totalizaram 94,023 Km, com 62 segmentos e comprimento médio de 1,517 Km. Os canais classificados como terceira ordem, obtiveram extensão de 64,922 Km, num total de 14 segmentos, correspondendo ao comprimento médio de 4,637 Km. Os canais de quarta ordem perfizeram 45,579 Km, distribuídos em 2 segmentos, com comprimento médio de 22,790 Km. Canais de quinta ordem compreenderam 25,871 Km em apenas 1 segmento.

Tabela 3: Análise hidrográfica da BHRJ

Classe	Comprimento (Km)	Nº de segmentos	Comprimento médio dos canais
1ª Ordem	327,453	272	1,203
2ª Ordem	94,023	62	1,517
3ª Ordem	64,922	14	4,637
4ª Ordem	45,579	2	22,790
5ª Ordem	25,871	1	25,871
TOTAL	557,848	351	1,589

Fonte: Medidas de classes SPRING (2009).

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

Como pode ser visualizado na Figura 5, com o aumento da ordenação dos canais, ocorre a redução do comprimento total e do número de segmentos, que reflete de maneira inversa no comprimento médio dos canais, que apresenta aumento com o crescimento da ordem dos canais.

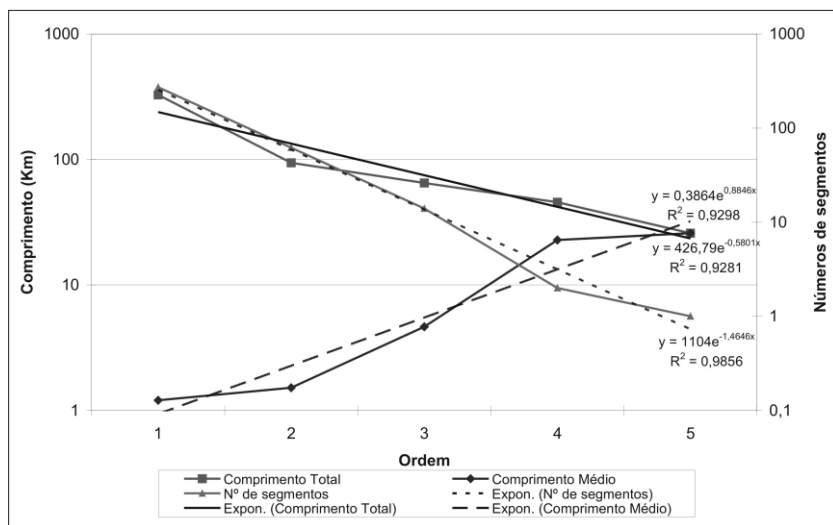


Figura 5: Relação entre o comprimento e número de segmentos com ordem do canal.

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

A partir dos dados referentes ao número de segmentos de cada ordem, estipulou-se a relação de bifurcação entre os canais da BHRJ (Tabela 4). De modo geral, cada segmento de segunda ordem, recebe em média 4,387 canais de primeira ordem. Segmentos de terceira ordem recebem cerca de 4,439 canais de segunda ordem. Os segmentos de quarta ordem recebem 7 canais de terceira ordem.

Finalmente, o segmento de quinta ordem é formado por 2 canais de quarta ordem.

Tabela 4: Relação de bifurcação na BHRJ

<i>Ordens</i>	<i>Relação de Bifurcação</i>
1ª ordem	-
2ª ordem	4,387
3ª ordem	4,429
4ª ordem	7,000
5ª ordem	2,000

Fonte: Medidas de classes SPRING (2009).

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

Geometria e Medidas de Intensidade de Dissecção da BHRJ

A BHRJ apresenta área de aproximadamente 504,233 Km², com perímetro de 118,074 Km e índice de circularidade de 0,45. O comprimento e a largura máxima da bacia são de 36,830 e 23,594 Km, respectivamente. A densidade hidrográfica na BHRJ é de 0,539 rios/Km², ou 1 rio a cada 1,855 Km². A densidade de drenagem foi de 1,106 Km de rio por Km². O coeficiente de manutenção foi de 904 m, enquanto a extensão do percurso superficial foi 452 m.

Análise e Medidas Hipsométricas

As altitudes na BHRJ variam de 247 m (confluência com o Rio Piquiri) a 475 m (nascentes do Rio Jacaré e Taquara), com altitude média de 338,21 m e mediana de 337,89 m. A amplitude altimétrica de 228 m, junto com o comprimento da bacia da ordem de 36,026 Km, condiciona a relação de relevo de 6,32 m/Km. A Figura 6 apresenta o mapa hipsométrico da BHRJ.

Altitudes inferiores a 320 m compreendem cerca de 14,15% da área da bacia, e estão presentes principalmente nos fundos de vale, exceto no curso inferior, quando podem ser encontradas formando os divisores d'água da bacia. Quando consideradas as altitudes entre 320 e 380 m, estas correspondem a 74% da área total da bacia, sendo encontradas, sobretudo, nas encostas. Altitudes superiores a 380 m ocorrem nos divisores d'água, principalmente, no setor leste da bacia. A tabela 5 sintetiza estes dados.

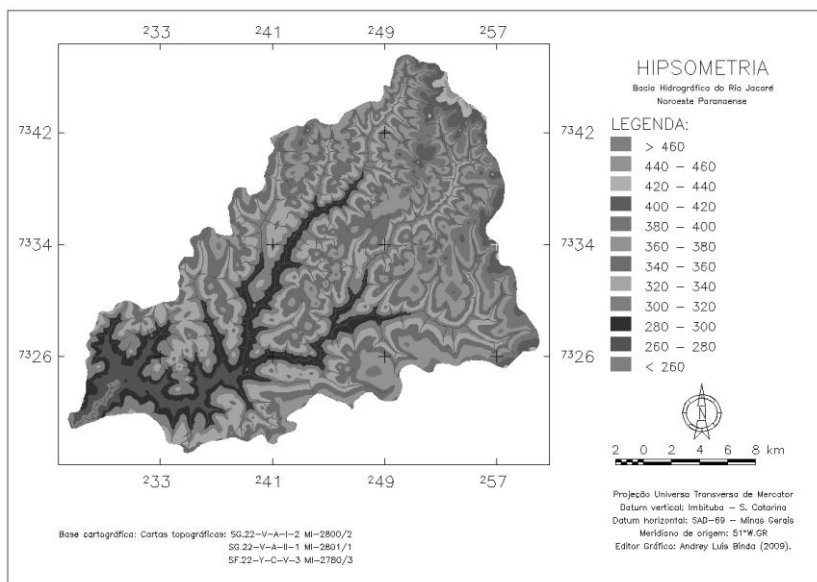


Figura 6: Classes hipsométrica na BHRJ.

Tabela 5: Classes hipsométricas da BHRJ

Classe	Km ²	%	% acumulada
<260	2,88	0,57	0,57
260 - 280	17,72	3,51	4,08
280 - 300	50,78	10,07	14,15
300 - 320	88,15	17,48	31,64
320 - 340	103,52	20,53	52,17
340 - 360	103,06	20,44	72,61
360 - 380	78,37	15,54	88,15
380 - 400	40,01	7,93	96,08
400 - 420	16,31	3,23	99,32
420 - 440	2,76	0,55	99,86
440 - 460	0,63	0,13	99,99
>460	0,05	0,01	100,00
TOTAL	504,23	100	-----

Fonte: Medidas de classes SPRING (2009).

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

O relevo da bacia é formado por extensos divisores d'água, formados por

inúmeras pequenas colinas, semi-circulares e suavemente convexas, constituindo, ora extensos esporões, separados por colos de flanco, tal como ocorre nos divisores entre as sub-bacias do Rio Água Amarela e do Rio Jacaré. As encostas são geralmente suaves, convexas e terminam nos fundos de vale em planícies colúvio-aluviais.

Essas características do relevo permitem com que a BHRJ, seja caracterizada por declividades muito baixas. A declividade média na BHRJ é de aproximadamente 6,139%, com mediana de 5,651%. Estes dados são confirmados quando analisadas a Tabela 6 e a Figura 7. Declividades inferiores a 6% ocorrem em 53,09% da área da BHRJ e encontram-se principalmente nas planícies colúvio-aluviais e nos topos suavemente convexizados. As declividades entre 6 e 12% correspondem 37,42% da bacia e ocorrem mais especificamente, nas encostas. Somente 9,49% da área da BHRJ possuem declividades superiores a 12%, sendo encontradas, sobretudo, nas cabeceiras de drenagem dos canais de primeira ordem.

Tabela 6: Classes de declividade da BHRJ

<i>Classes</i>	<i>Km²</i>	<i>%</i>	<i>% acumulada</i>
0 - 6	267,68	53,09	53,09
6 - 12	188,69	37,42	90,51
12 - 20	41,11	8,15	98,66
20 - 30	5,43	1,08	99,74
> 30	1,33	0,26	100,00
TOTAL	504,23	100	-----

Fonte: Medidas de classes SPRING (2009).

Org.: Andrey Luis Binda (2009).

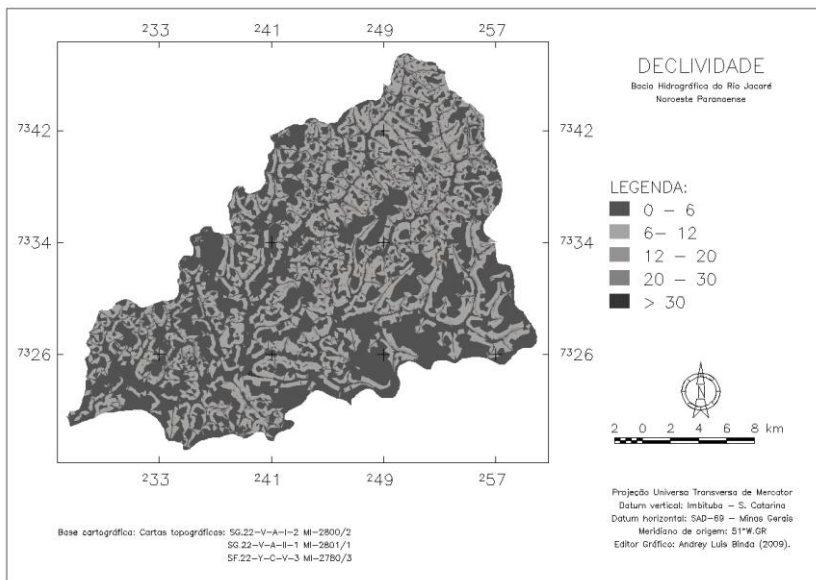


Figura 7: Classes de declividades na BHRJ.

Considerações Finais

O presente trabalho procurou enfocar a utilização de técnicas de geoprocessamento na análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré (BHRJ). De modo geral, pode-se dizer que utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e técnicas de geoprocessamento foi de fundamental importância na caracterização física da BHRJ. Isso porque, a ferramenta *medidas de classes* do *software* SPRING, permite reconhecer quantitativamente as relações espaciais, tais como área e perímetro da bacia, comprimento por classe e total dos cursos d'água. Estas informações por sua vez podem ser utilizadas na caracterização da bacia hidrográfica, mediante a aplicação de parâmetros morfométricos. Ademais, o *software* permite elaborar cartas de declividades e hipsometria, que são fundamentais para reconhecer os aspectos geomorfológicos da bacia.

Além disso, a utilização da unidade Bacia Hidrográfica vem trazendo importantes reflexões sobre os aspectos físicos-ambientais e socioeconômicos. Christofolletti (1969 *apud* SILVA *et alii*, 2004) é claro quando menciona que a utilização de análises morfométricas de bacias hidrográficas permite a compreensão e elucidação dos aspectos relacionados ao sistema ambiental da área.

Referências

- 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**, v.16, Curitiba: UFPR, 2008.
- BOTELHO, R.G.M. & SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.C. & GUERRA, A.J.T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. Cd-rom.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Editora: Edgard Blucher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Editora: Edgard Blucher, 1981.
- COOKE, R.U. & DOORNKAMP, J.C. **Geomorphology in environmental management: a new introduction**. 2.ed. New York: Oxford University, 1990.
- FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GRANNEL-PÉREZ, M.C.G. **Trabalhando Geografia com as cartas topográficas**. Juí: Editora INIJUÍ, 2001.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.
- MENDONÇA, F. & DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- 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.
- SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2004.