

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO RIBEIRÃO LAÇADOR – FAXINAL – PARANÁ

Michael Vinicius de Sordi
Universidade Estadual de Maringá -UEM
michael.sordi@gmail.com

Karine Bueno Vargas -
Universidade Estadual de Maringá - UEM
karibvargas@yahoo.com

Thalita Dal Santo -
Universidade Estadual de Maringá – UEM
thalitaldal@gmail.com

Patrícia Branco do Nascimento
Universidade Estadual de Maringá – UEM
pbnasc@hotmail.com

EIXO TEMÁTICO - GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

RESUMO

É necessário conhecer e analisar os recursos naturais de uma área para se estabelecer meios de utilizar os recursos de maneira mais racional possível. A bacia hidrográfica é considerada uma unidade integradora para estudos do meio ambiente, afinal, qualquer alteração natural ou humanizada acarretará em outras mudanças no contexto da bacia. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo principal um estudo morfométrico na bacia do ribeirão Laçador, em Faxinal – Paraná, buscando diagnosticar os condicionantes geomorfológicos e geológicos. O estudo passou por pesquisas bibliográficas e etapas de digitalização da carta topográfica, com posterior análise de dados de radar SRTM, que possibilitou o conhecimento das características físicas da bacia e a confecção dos mapas de declividade e hipsométrico. Os resultados mostram que a área de estudo possui grande complexidade geomorfológica, característica que, associada à grande amplitude altimétrica e grande declividade, pode resultar no desenvolvimento de processos erosivos.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Morfometria, Neotectônica, Geomorfologia.

ABSTRACT

It's necessary to know and analyze the natural resources of an area to accomplish ways to use the resources more rationally as possible. The hydrographic basin is considered a integrated unit for the environmental studies, after all, any natural change or humanized will result in other changes in the basin context. In this sense, this work had as mainly objective a morphometric study in the Laçador creek basin, in Faxinal – Parana, searching to diagnose the geological and geomorphological constraints. The study pass through bibliographic research and scanning steps of the topographic map, with late analysis of the data of the SRTM radar, which allowed the knowledge of the physical characteristics of the basin and the construction of the slope and topographic maps. The results show that the study area has a great geomorphological complexity, a characteristic which, together with large altimetric amplitude and large slope, can result in the development of erosion processes.

Key-words: Watershed, Morphometry, Neotectonics, Geomorphology.

INTRODUÇÃO

A caracterização morfométrica é um procedimento fundamental para analisar uma bacia

hidrográfica, do ponto de vista geométrico, da drenagem e do relevo, permitindo compreender os processos, formas e o funcionamento de um sistema hidrográfico.

No que diz respeito à geomorfologia fluvial, compreende-se que o comportamento da bacia hidrográfica é dinâmico e resultado de uma série de fatores que agem de modo interdependente: clima, solo, geologia, vegetação, tectônica, uso e ocupação do solo. São esses fatores que irão caracterizar e determinar a dinâmica de uma bacia hidrográfica.

Deste modo, uma bacia hidrográfica é definida por Silveira (2001), como uma área de captação natural da água da precipitação. Formada por um canal principal, seus afluentes e o relevo que orientam os cursos d'água fazendo convergir o escoamento para um único ponto. Segundo Lima (1986), a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema geomorfológico aberto, pois nela existe entrada e saída de matéria e energia.

Na análise do comportamento hidrológico e ambiental, a análise morfométrica é um dos procedimentos essenciais. É através dela que se obtêm alguns dados primordiais para uma eficiente análise hidrológica e ambiental, que, se considerados, levarão a uma minimização dos riscos ambientais e uso indevido dos recursos naturais.

A bacia hidrográfica do ribeirão Laçador localiza-se a sudeste do perímetro urbano de Faxinal, entre as coordenadas $24^{\circ}02'22''\text{S}$ $51^{\circ}20'04''\text{W}$ e $24^{\circ}05'48''\text{S}$ $51^{\circ}16'42''\text{W}$ (Fig. 1). A cidade de Faxinal, por sua vez, está localizada na região Norte Central Paranaense, à 323 km da capital do estado Curitiba.

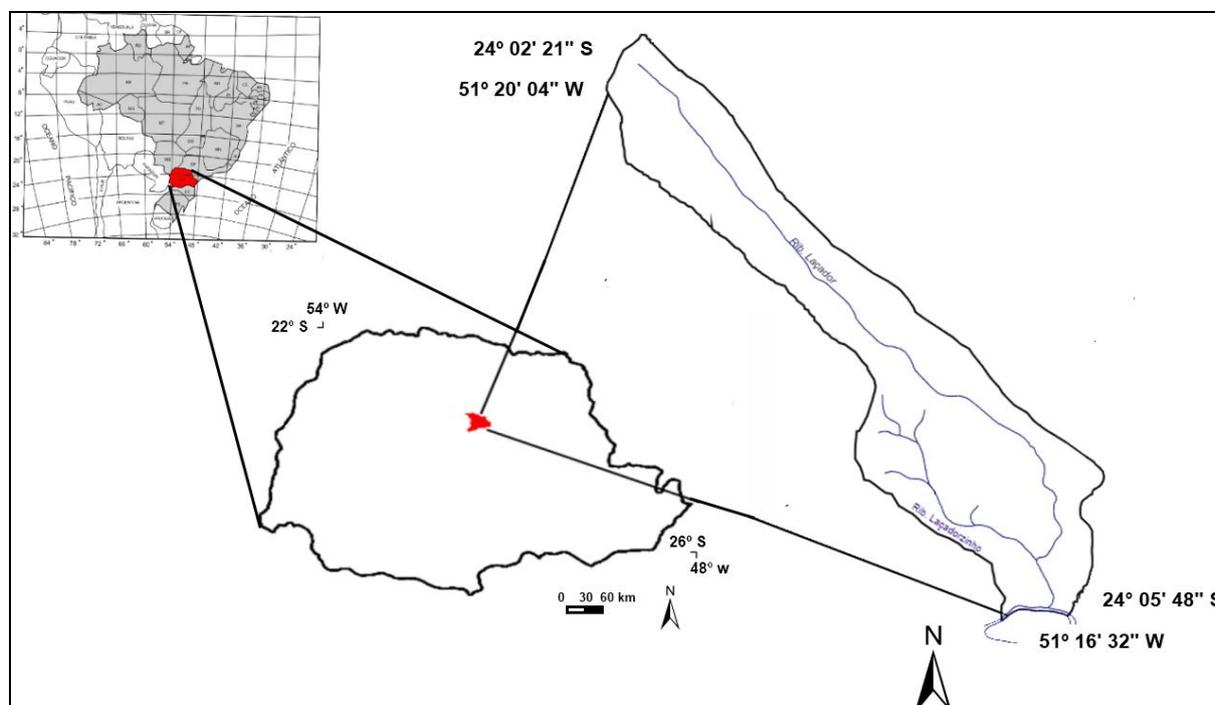


Figura 1 - Localização da Área de Estudo.

A Serra Geral, localmente denominada Serra do Cadeado, marca a transição entre o Terceiro e o Segundo Planalto Paranaense. No contexto da borda planáltica encontram-se grande variedade de

formas e processos, associados a diversidade geológica e geomorfológica.

A bacia hidrográfica do ribeirão Laçador, objeto de estudo do presente trabalho, encontra-se localizada no contexto das bordas planálticas paranaenses, sob a qual ocorrem formas de relevo específicas, fortemente controladas estruturalmente por diques de diabásio de direção NW-SE. A diversidade de formas encontradas na área de estudo advém também do grande número de formações geológicas presentes na área abarcando um intervalo de tempo que compreende a Era Paleozóica, com rochas da Formação Rio do Rastro, até rochas Mesozóicas das formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, todas pertencentes ao Grupo São Bento. As formações superficiais, representadas por solos autóctones e depósitos inconsolidados, constituem os materiais mais recentes, do Cenozóico.

Predominam na paisagem topos isolados, vertentes convexas e vales em “V”, direcionadas NW/SE, sendo embasadas por rochas da Formação Rio do Rastro (SANTOS *et al.* 2006).

OBJETIVOS

Analisar e correlacionar os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do ribeirão Laçador a fim de identificar os processos geomorfológicos atuantes e compreender o funcionamento do sistema hidrográfico na presente bacia hidrográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo pautou-se em várias etapas. A primeira etapa se constituiu no levantamento bibliográfico do tema, afim de que este pudesse nortear a elaboração da pesquisa. Posteriormente, foi digitalizada a carta topográfica de Faxinal (SG.22-V-B-III-1) e também foram obtidas imagens de radar SRTM, provenientes do Projeto TOPODATA, através do site do INPE <www.inpe.br>.

Apos digitalização dos produtos (através do *software* Spring 5.06), que consiste na vetorização da drenagem existente, das curvas de nível, pontos cotados e demais elementos de interesse, foi delimitada a bacia hidrográfica.

As características morfométricas da bacia foram extraídas da imagem SRTM a partir do uso do *software* Global Mapper® v. 11.0 que fornece dados relativos aos eixos da bacia, comprimento total das drenagens, área e perímetro da bacia. A partir dessas bases foram obtidos dados de diferentes características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, densidade de drenagem, Índice de sinuosidade e ordem dos cursos d'água.

Foi utilizado também o *software* ArcGIS® v. 9.3 para a finalização dos mapas de declividade e hipsometria tendo como base a imagem SRTM.

A metodologia utilizada para a caracterização morfométrica constituiu-se de vários fatores (morfométricos), os quais podem ser encontrados em Antoneli e Thomaz (2007), Christofolletti (1980), Villela e Mattos (1975), Tonello (2005) e Cardoso (2006). Segundo Tonello (2005) as características morfométricas podem ser divididas em: características geométricas, características do

relevo e características da rede de drenagem.

Para medir a declividade da bacia foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Declividade} = \frac{\Delta H}{\Delta L} \quad (1)$$

Em que, “ ΔH ” corresponde ao gradiente entre a nascente e a foz do ribeirão Laçador, e “ ΔL ”, ao comprimento total do canal principal.

O coeficiente de compacidade (K_c) constitui a relação entre a forma de um círculo e a forma que a bacia possui. Para Villela e Matos (1975), o coeficiente de compacidade trata-se de um número adimensional, variável de acordo com a forma da bacia, independente do seu tamanho.

Assim, quanto mais irregular (e, menos circular) for a forma da bacia, o valor de coeficiente de compacidade será mais elevado (valor mínimo = 1). Quando o valor de “ K_c ” for próximo da unidade, a bacia será menos suscetível a enchentes mais acentuadas. A seguinte fórmula determina o valor do coeficiente de compacidade:

$$K_c = 0,28 \times \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right) \quad (2)$$

Sendo: “ K_c ” o coeficiente de compacidade, “ P ” o perímetro da bacia em km e “ A ” a área da bacia em km².

O índice de circularidade define-se como a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual à da bacia. A medida que a bacia aproxima-se da forma circular, o índice de circularidade tende para a unidade (valor máximo = 1) e a medida que a bacia se alonga ele tem seu valor diminuído (valor mínimo = 0). Para isto foi utilizada a equação a baixo:

$$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2} \quad (3)$$

Onde: “ I_c ” corresponde ao índice de circularidade, “ A ” é a área em km² e, “ P ” é o perímetro da bacia em km.

O formato da bacia pode sofrer influências dos processos hidrológicos, erosivos, estruturais, tectônicos e do uso e ocupação do solo. **Uma bacia hidrográfica de vertentes curtas, tem tendência ao maior escoamento superficial, enquanto uma bacia com vertentes ma, normalmente possui maior infiltração de água no solo (Sordi & Camolezi, 2010).**

Para Villela & Matos (1975) o fator de forma (F) trata-se do índice que mostra a tendência de enchentes para uma determinada bacia hidrográfica. Assim, um fator de forma baixo indica menor propensão a enchentes, que tendência que se eleva com o aumento do fator de forma.

Segundo Teodoro *et al.* (2007), o fator de forma relaciona a forma da bacia hidrográfica com a forma de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Fórmula 4). Horton (1932) definiu o fator de forma e o representou com a seguinte fórmula:

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (4)$$

Assim, “F” equivale ao fator de forma, “A” corresponde á área da bacia em Km² e ”L” ao comprimento do eixo axial da bacia hidrográfica, ou seja, a distância entre a foz e o ponto mais longínquo da mesma.

A relação entre o comprimento do canal principal e a distância entre seus extremos – comprimento do eixo da bacia – é obtida através do índice de sinuosidade. Segundo Alves & Castro, (2003) o índice de circularidade é expresso pela seguinte fórmula:

$$Is = \frac{L}{Dv} \quad (5)$$

Onde: “Is” é o índice de sinuosidade, ”L” corresponde ao comprimento do canal principal em km, e, “Dv” representa o comprimento do eixo da bacia em km.

Christofoletti (1969) correlaciona a área da bacia hidrográfica com o comprimento total dos canais. Assim, deve-se levar em conta o comprimento tanto dos rios perenes como dos rios temporários. Esta relação, estabelecida por Horton (1945), pode ser calculada através da seguinte equação:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (6)$$

Sendo: “Dd” a densidade de drenagem, “Lt” é igual ao comprimento total do canal principal da bacia em km e “A” correspondente a área total da bacia em km².

O fator de assimetria da bacia de drenagem (FABD) (Hare & Gardner, 1985) busca, através da posição do canal em relação à bacia hidrográfica, influências do controle estrutural sob um curso d’água. Valores de FABD iguais ou próximos a 50 revelam pouca ou nenhuma atividade tectônica, os maiores que 50 indicam um provável basculamento da margem direita do rio, e os menores, um provável basculamento da margem esquerda (SALAMUNI *et al.* 2004).

$$FABD = \frac{Ar}{At} \times 100 \quad (7)$$

Onde: “Ar” corresponde à área da margem direita do curso d’água principal e “At” a área total da bacia.

Strahler (1957) estabelece a ordem dos canais de drenagem. Deste modo, designa os canais sem afluentes como canais de primeira ordem. Quando acontece a união de dois canais de primeira ordem estes originam um canal de segunda ordem e, assim, quando dois canais de segunda ordem se unem, forma-se um canal de terceira ordem e assim sucessivamente. Se houver a junção de um canal de dada ordem com um canal de ordem superior prevalece o canal de maior ordem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do ribeirão Laçador possui formato alongado, de orientação geral NW-SE. A área total é de 8,2 km² e o perímetro 17,9 km. Localiza-se a nordeste do perímetro urbano de

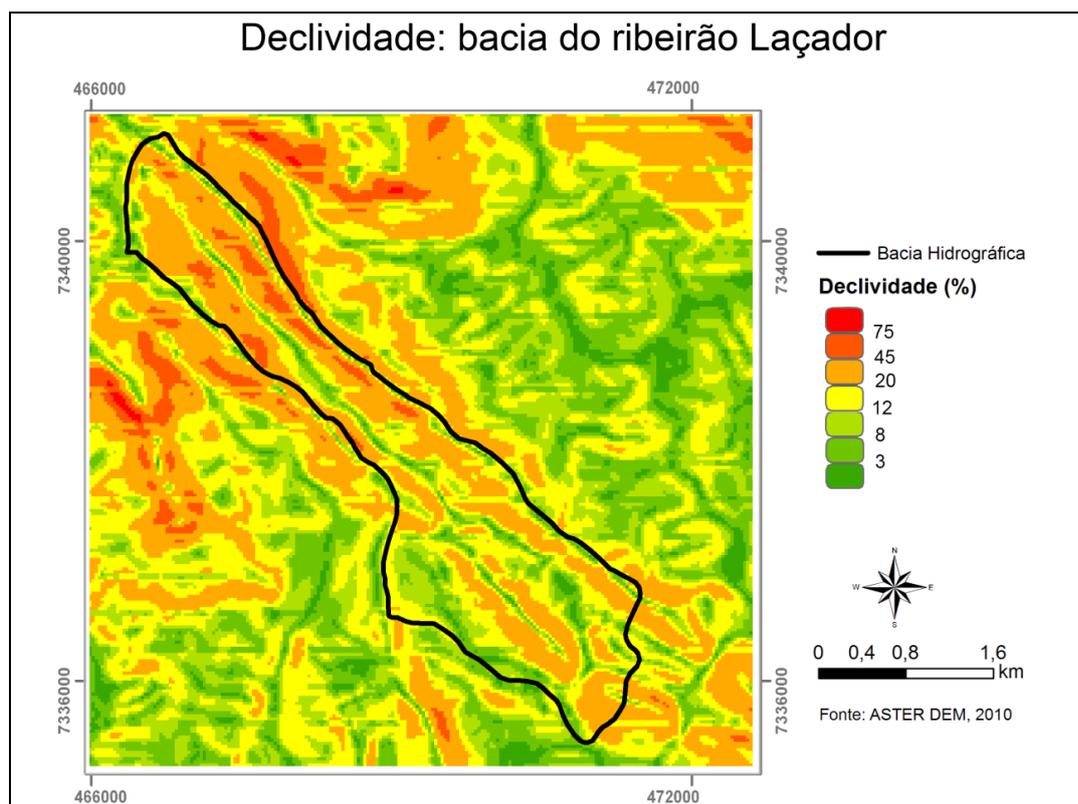


Figura 3 - Carta de declividade: bacia do ribeirão Laçador.

A forma alongada da bacia hidrográfica é comprovada quando aplicados alguns índices morfométricos (Coeficiente de Compacidade, Fator de Forma e Índice de Circularidade). O baixo valor do Fator de Forma e Índice de Circularidade, como encontrados na bacia (0,14 e 0,32 respectivamente) (Quadro 1), indicam bacias alongadas e pouco propensas a inundações, assim como um alto coeficiente de compacidade (1,75) (Quadro 1).

Quadro 1- Características geométricas e da rede de drenagem para o ribeirão Laçador.

Característica	Resultados
Área de Drenagem (km ²)	8,2
Perímetro (km)	17,9
Eixo da Bacia (km)	6,6
Comprimento total das drenagens, com intermitentes (km)	33,2
Ordem dos canais (Strahler 1957)	3
Declividade do Canal Principal (m/km)	44,07
Índice de Circularidade (Ic)	0,32
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,75
Fator de Forma (F)	0,14
Índice de Sinuosidade	1,24
Densidade de Drenagem (DD) – km/km ²	4,05

Fator de assimetria da bacia de drenagem (FABD)	39,02
---	-------

O fator de assimetria da bacia de drenagem, proposto por Salamuni *et al.* (2004), teve resultado de 39,02 (Tabela 2), mostrando que a drenagem se encaixa na porção central da bacia, isso porém não indica o não controle estrutural, mas sim a presença de controles em ambas as margens, marcadas pela presença dos diques de diabásio.

A bacia possui uma alta densidade de drenagem quando consideramos a drenagem intermitente, existindo 4,05 km de drenagem para cada km² (Quadro 1). O índice de sinuosidade próximo a unidade (1,24 – Quadro 1) mostra uma tendência a retilinearidade, não tão bem representada por uma inflexão no baixo curso (Figura 4).

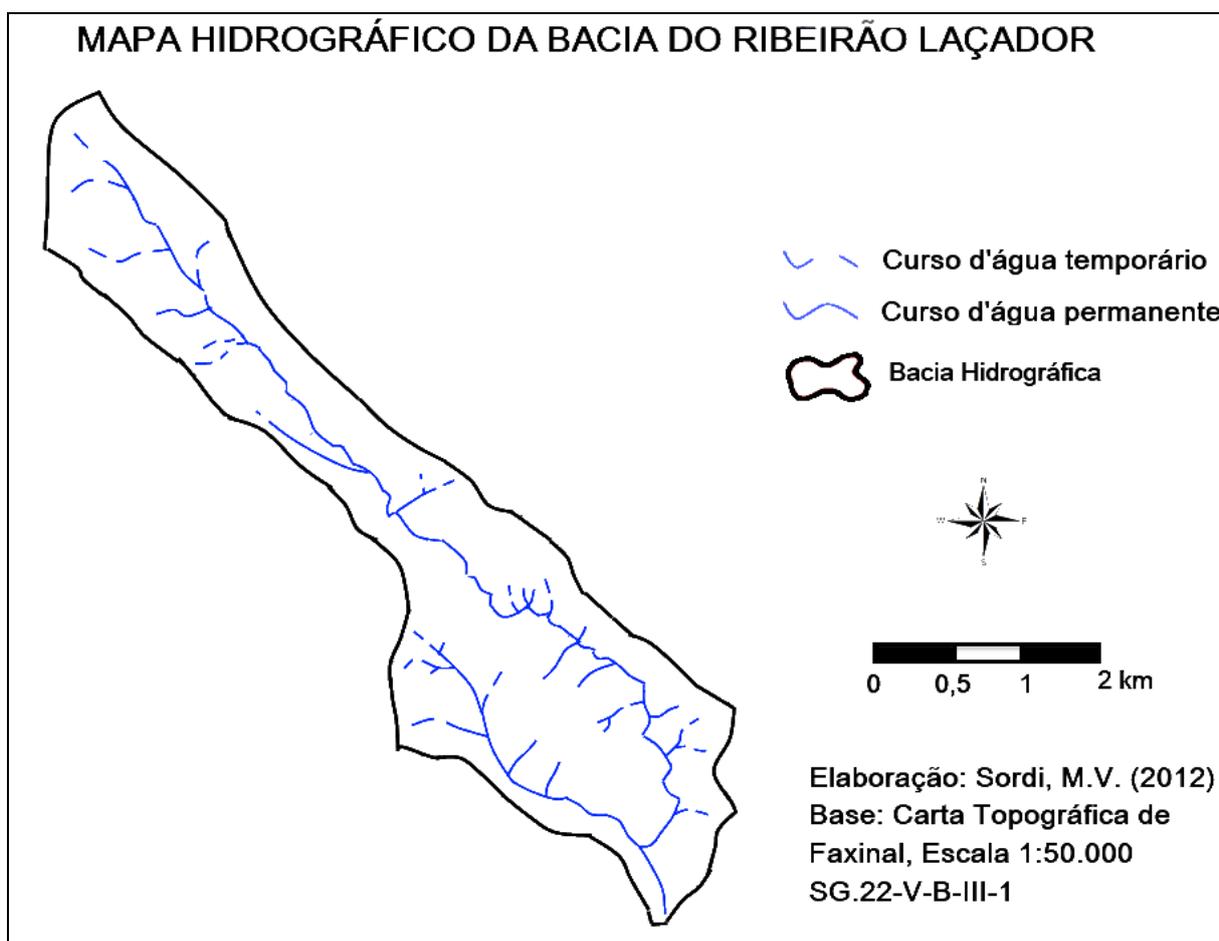


Figura 4 – Hidrografia: bacia do ribeirão Laçador.

O canal possui alta declividade (44,07 m/km), ocorrendo inúmeras corredeiras e pequenos saltos, o que sugere uma alta velocidade de fluxo. Assim, aliando-se a alta velocidade de fluxo a alta declividade das vertentes, tem-se um tempo de residência baixo.

Sob chuva intensa, a descarga deve aumentar muito, assim como a velocidade de fluxo o que, em última análise, resulta numa grande velocidade de escoamento, permitindo o transporte de sedimentos de grande porte.

Os cursos d'água encontram-se, ao longo de praticamente toda a área de estudo, bem dissecados, encaixando-se sob falhas e fraturas, não ocorrendo, na maioria dos fundos de vale, a formação de planície de inundação.

A grande declividade das encostas propicia a existência de coberturas superficiais alóctones, que formam rampas de detritos com feições típicas de regiões com leques aluviais. A presença de coberturas sedimentares cenozóicas mostra a importância de eventos recentes na configuração do modelado na bacia hidrográfica do ribeirão Laçador.

Ao longo do ribeirão Laçadorzinho muitas áreas se encontram em processo erosivo acelerado. Estas áreas estão associadas a rochas da Formação Rio do Rasto, principalmente pela maior friabilidade e menor resistência destas.

CONCLUSÃO

Na área, os valores morfométricos, aliados aos produtos cartográficos mostram uma área de grande complexidade geomorfológica, onde há grande amplitude altimétrica e grande declividade do canal principal.

A bacia possui forma alongada, onde as vertentes apresentam-se pouco extensas e com alta declividade. A forma mais alongada, é comprovada pelo índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma. O formato é explicado pela presença dos diques de diabásio, que controlam estruturalmente a bacia.

A elevada declividade do canal principal, e sua tendência a retineidade, além da declividade do relevo, somadas à tectônica moderna, de forte expressão na área (Fortes *et al.* 2011, Sordi 2011), além de favorecer a erosão acelerada comandada pelos fatores hídricos, sob a forma de escoamentos concentrados, contribuem para os movimentos de massa (CASSETI, 2005).

As feições erosivas como sulcos, ravinamentos e leques podem ser facilmente verificadas em campo, o que comprova o predomínio dos processos de erosão e transporte sobre os processos deposicionais nessa bacia.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.M.P; CASTRO, P.T.A. **Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos.** Revista Brasileira de Geociências, pp. 117-124, 2003.

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. **Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga – PR.** Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia, v.8, n.21, pp. 46-58, 2007.

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.** *Árvore*, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: 28/01/2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas**. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 9, pp. 35–64, 1969.

FORTES, E.; SORDI, M.V.; CAMOLEZI, B.A.; VOLKMER, S. **Controle Morfoestrutural e Tectônico da Evolução dos Depósitos de Fluxos Gravitacionais da bacia do ribeirão Laçador - Paraná - Brasil: Uma Abordagem Preliminar**. In: III Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e III Encontro do Quaternário Sulamericano, Armação dos Búzios, 2011.

HARE, P. W; GARDNER, I. W. **Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins**. In: Annual Binghamton Geomorphology Symposium. Boston, 1985.

HORTON, R.E. **Drainage Basin Characteristics**. Trans. American Geophysical Union, v. 13, pp. 350-361, 1932.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc America Bulletin, v.3, n.56, 1945.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.

MAACK, R. **Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina**. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Vol. II. Curitiba: UFPR, p. 63 a 154, 1947.

NASCIMENTO, J. S. do. **Condicionamento Litoestrutural do Relevo e Evolução das Drenagens da Bacia do Ribeirão Laçador – Faxinal – PR**. Relatório de Projeto de Iniciação Científica. Universidade Estadual de Maringá, 2009, 26p.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. IBGE, Rio de Janeiro, 1978, 154 p.

SALAMUNI, E.; EBERT, H. D.; HASUI, Y. **Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba**. Revista Brasileira de Geociências, 34 (4): 463-478, 2004.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. da.; ROSS, J. L. S. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 7, n. 2, pp.03-12. 2006.

SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo:EDUSP , 2001. p 35-51.

SORDI, M.V. **Neotectônica e Controle Morfoestrutural da Bacia do Rio Laçador Faxinal –PR**. Relatório de Projeto de Iniciação Científica. Universidade Estadual de Maringá, 2011, 43p.

SORDI, M. V.; CAMOLEZI, B. A.. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Inácio, Paraná, Brasil**. In: II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos, 2010, Maringá. Anais do II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos. Maringá : Universidade Estadual de Maringá, 2010. p. 363-374.

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

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. **O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local.** Revista Uniara, n. 20, pp. 137-156 2007.

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

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