

MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PINHEIRINHOS, BROTAS – SP

JÉSSIKA LUANE SILVA¹ E KELLY CRISTINA TONELLO²

¹ Engenheira Florestal, Discente de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM, jessikalusi@yahoo.com.br

² Engenharia Florestal, Profa. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba - SP, kellytonello@ufscar.br

1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar análises morfométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos que possam contribuir para melhoria da gestão de seus recursos naturais e planejamento ambiental. Para tanto, foram definidos parâmetros morfométricos a partir de dados cartográficos e planos de informação (PIs), utilizando-se o software SIG IDRISI versão Andes. A área de drenagem é de 92,57 km², sendo a forma da bacia alongada, devido ao Coeficiente de Compacidade (Kc) afastado de 1 (um) (1,647), Fator de Forma (0,622) e Índice de Circularidade (IC) (0,363) baixos. Tais índices indicam que a bacia é pouco circular, o que leva ao maior tempo de concentração das águas da chuva e menor risco de enchentes. A densidade de drenagem observada foi de 2,717 km.km⁻², indicando boa drenagem, confirmada pelo padrão dendrítico e grau de ramificação de quarta ordem. O relevo é plano a ondulado, com altitude mínima de 520 m e máxima de 834 m. A caracterização morfométrica mostra-se como ferramenta importante para conhecimento das condições físicas e interações que ocorrem na bacia hidrográfica, fornecendo subsídio ao diagnóstico, gestão e planejamento ambiental, com vista na conservação e manejo adequado para uso sustentável de seus recursos naturais.

Palavras-chave: Manejo de Recursos Hídricos, planejamento ambiental, hidrologia.

SILVA, J. L.; TONELLO, K. C.
MORPHOMETRY OF THE RIBEIRÃO DOS PINHEIRINHOS WATERSHED, BROTAS
– SP

2 ABSTRACT

The objective of this study was to perform morphometric analyses of the Ribeirão dos Pinheirinhos watershed, Brotas, SP which could contribute to improve management of natural resources and environmental planning. With this in mind, morphometric parameters were defined based on cartographic data and data plans, using the GIS software IDRISI Andes version. The drainage area is 92.57 km² and the watershed has an elongated shape as a result of low Compactness Coefficient (Kc) away from 1 (one) (1.647), Form Factor (0.622) and Index of Roundness (CI) (0.363). Such indices show a little circular shaped watershed, which leads to

longer time of rain water concentration and lower risk of flood. The drainage density was 2.717 km/km² showing good drainage, which was confirmed by the dendritic pattern and fourth-order branching grade. The relief is considered flat to undulating, 520 m minimum and 834m maximum altitude. Morphometric characterization is an important tool for understanding physical conditions and interactions in the hydrographic watershed. It provides subsidies for diagnosis, management and environmental planning for conservation and appropriate management, and therefore sustainable use of natural resources .

Keywords: Management of water resources, environmental planning, hydrology

3 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são consideradas unidades de planejamento, gerenciamento e gestão dos recursos naturais, uma vez que representam todos os organismos e componentes do sistema ecológico, os quais são permanentemente dependentes e interligados (Lima et al. 2009; Umetsu et al. 2012). Essas unidades refletem os impactos das interferências antrópicas na estrutura física dos canais, no regime hídrico, no fluxo de matéria e energia, enfim, na unidade ecossistêmica e morfológica como um todo (Périco et al., 2011).

Para tanto, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um procedimento indispensável para conhecimento da dinâmica ambiental local e regional, permitindo a qualificação de alterações ambientais e análise de vulnerabilidade, por revelarem indicadores físicos específicos para um dado local. Assim, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica deve ser estudado, pois ocorre em função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, rede de drenagem, etc), do tipo de formação florestal e cobertura do solo observada e das ações antrópicas, as quais podem atuar negativamente no ciclo hidrológico (Teodoro et al., 2007). Uma simples interferência nessas características ambientais, somada às condições naturais desfavoráveis, gera um processo erosivo complexo, com perda de solo, água, matéria orgânica, nutrientes e microfauna. Tais perdas acarretam o assoreamento e eutrofização dos corpos d'água (Tonello et al. 2006; Umetsu et al. 2012) a médio e longo prazo.

Essa realidade se faz presente na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, localizada no município de Brotas-SP, a qual desde a década de 1940 sofre com o alto grau de apropriação do meio e seus recursos pelas atividades antrópicas (Zoneamento Ambiental do Município de Brotas, 2006), restando atualmente apenas trechos de mata ciliar fragmentados (Giometti, 1999).

O potencial hidrológico do município é um dos principais alvos da interferência humana no meio. Este é explorado tanto pelo ecoturismo quanto pela agricultura, além de apresentar grande importância para o abastecimento da população regional. A partir da década de 1990, notou-se que as atividades agrícolas ultrapassaram a capacidade suporte do ambiente, ao invadir áreas de preservação permanente (APPs), não recomendadas e impróprias segundo a legislação. Em decorrência, processos erosivos e de assoreamento do curso d'água foram desencadeados, bem como alteração da qualidade e quantidade de água drenada pelo ribeirão, visualizada pela mortalidade de peixes e contaminação agro-industrial.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as características morfométricas da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas SP, para melhor gestão e planejamento ambiental.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se refere à Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos ou da Cachoeira, pertencente à Bacia do Rio Jacaré-Pepira, afluente da margem direita do Rio Tietê (Giometti, 1999). Está localizada entre as coordenadas $48^{\circ}15' - 48^{\circ}00' W$ e $22^{\circ}30' - 22^{\circ}16' S$, apresenta uma extensão de 258 km², drenando 92,57 km² de terras do município de Brotas e 165,43 km² do município de Torrinha, Estado de São Paulo (Figura 1).

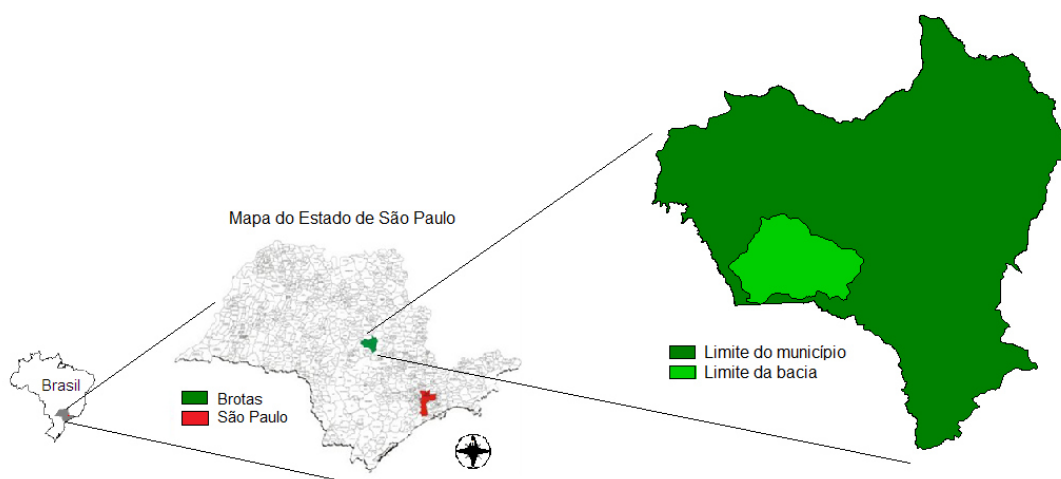


Figura 1. Localização da Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas, SP.

A região é classificada como de Clima Subtropical Úmido (Cwa) (Köppen, 1948), apresentando inverno seco e verão chuvoso. A precipitação anual varia de 1.100 a 1.600 mm, ocorrendo poucas chuvas em julho e chuvas intensas principalmente em dezembro, as quais podem atingir até 2500 mm (Giometti, 1999).

Há predominância de latossolos do tipo vermelho amarelo, seguido pelos neossolos quartzarênicos (areias quartzosas), mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos. Em menores porções são observados latossolos do tipo vermelho e férrico, argissolo, nitossolo, neossolo litólico e gleissolo (Zoneamento Ambiental do Município de Brotas, 2006).

A vegetação nativa do município de Brotas é caracterizada por fragmentos de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) na escarpa da cuesta (Prefeitura Municipal de Brotas, 2012), Floresta Estacional Semidecidual, faixas de Cerradão no reverso da cuesta (Giometti, 1999; Gomes et al., 2004) e floresta paludícola ou mata de várzea, que acompanham os cursos d'água (Gomes et al., 2004).

4.2 MORFOMETRIA DA BACIA

Para o gerenciamento de dados georeferenciados e análises espaciais necessárias para a caracterização física da bacia, foi empregado o software SIG-IDRISI versão Andes. Para construção de tabelas e gráficos utilizou-se a planilha eletrônica Excel. Foi utilizada a carta digital planialtimétrica Folha Brotas de nomenclatura SF-22-Z-B-III-4, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000, no ano de 1974, a partir da qual foram vetorizados em tela os planos de informação (PIs): (i) Limite da área de estudo; e (ii) Rede hidrográfica.

As características morfométricas obtidas para a bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos foram classificadas em geométricas, do relevo e da rede de drenagem (Tonello et al., 2006). Para tanto, dados de área de drenagem, perímetro da bacia, comprimento do eixo da bacia desde a foz até o ponto mais longínquo do espigão e de comprimento total dos cursos d'água foram obtidos utilizando informações provenientes da tabela de atributos dos PIs gerados e a ferramenta 'régua' do *software*.

4.2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

a) Área de Drenagem (A): compõem todo o sistema fluvial delimitado por seus divisores de água, projetada de forma horizontal.

b) Perímetro (P): representa a linha imaginária formada pelo divisor de águas topográfico que contorna toda a bacia hidrográfica.

c) Coeficiente de Compacidade (Kc): representa a relação da forma/perímetro da bacia com a circunferência de um círculo de área igual, dependendo assim apenas da forma da bacia:

$$Pc = 0,28 * \left[\frac{P}{\sqrt{A}} \right] \quad (1.1)$$

Onde:

Kc = Coeficiente de compacidade

P = Perímetro da bacia (km)

A = Área de Drenagem da bacia (Km²)

d) Fator de Forma (F): relação da forma da bacia com a de um retângulo, representando a razão entre a largura média e o comprimento da bacia:

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1.2)$$

Onde:

F = Fator de Forma

A = Área de Drenagem da bacia (km²)

L = Comprimento do eixo da bacia, da foz até o ponto mais longínquo do espigão (km)

e) Índice de Circularidade (IC): de forma semelhante ao Coeficiente de Compacidade (Kc), o IC está relacionado à forma da bacia, tendendo a unidade quando próximo a forma circular (Costa et al., 2007):

$$C = \frac{12,57 * A}{p^2} \quad (1.3)$$

Onde:

IC = Índice de Circularidade

A = Área de Drenagem da bacia (km²)

P = Perímetro da bacia (km)

f) Padrão de Drenagem: definidos com base em padrões propostos por Cristofolletti (1974).

4.2.2 CARACTERÍSTICAS DO RELEVO

O PI declividade do terreno foi elaborado a partir do modelo digital do terreno, gerado por triangulação irregular de grade (TIN) a partir das curvas de nível vetorizadas, com base na carta digital planialtimétrica do IBGE. O Modelo Digital do Terreno (MDT) é uma imagem matricial que apresenta os padrões de relevo de uma região por meio da interpolação das curvas de nível, gerando atributos topográficos como a declividade (Paes et al., 2011).

a) Declividade do Terreno: A bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos foi classificada em seis categorias de declividade, conforme Embrapa (2009): 0 a 3% (Relevo plano); 3 a 8% (Relevo suave ondulado); 8 a 20% (Relevo ondulado); 20% a 45% (Relevo forte ondulado); 45 a 75% (Relevo montanhoso); e acima de 75% (Relevo forte montanhoso).

b) Declividade média: valor correspondente ao comprimento total de todos os canais dividido pelo perímetro da bacia, multiplicado por uma constante, relacionando-se com a erosão, ao risco de enchente e à aptidão agrícola (Costa et al., 2007).

c) Altitude Média: valor da área correspondente à cota, multiplicada pelo ponto médio correspondente dividido pela área da bacia constante.

4.2.3 CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM

a) Comprimento total dos cursos d'água: considera o comprimento de toda a hidrografia existente na área da bacia.

b) Densidade de Drenagem (Dd): para Costa et al. (2007) a densidade de drenagem pode atuar como indicador da vulnerabilidade do solo e é representada pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água e a área ocupada pela bacia:

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (1.4)$$

Onde:

Dd = Densidade de Drenagem (km/km²)

L_t = Comprimento total dos cursos d'água (km)

A = Área de Drenagem da bacia (km²)

c) Ordem dos Cursos d'água: refere-se ao grau de ramificação do sistema de drenagem de uma bacia. A determinação dessa ordem segue o sistema de Horton, modificado por Strahler (1957), o qual considera a ramificação dos tributários ou afluentes a partir do leito principal.

Deste modo, cursos d'água de primeira ordem são aqueles sem tributário, de segunda ordem aqueles que recebem tributários de primeira ordem, e assim por diante.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Villela & Mattos (1975), a Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos pode ser considerada como uma unidade hidrográfica média, apresentando uma área de drenagem de 92,57 km². A forma da bacia é alongada, uma vez que seu coeficiente de compacidade (Kc) apresentou valor afastado de um (1,647), assim como fator de forma (0,622) e Índice de Circularidade (IC) (0,363) (Tabela 1) baixos. Tais índices indicam que a bacia é pouco circular, o que leva a menor concentração do deflúvio, apresentando menor capacidade de infiltração da água, apesar do menor risco de enchentes (Villela & Mattos, 1975).

A densidade de drenagem observada foi de 2,717 km.km⁻², indicando que a bacia em estudo apresenta boa drenagem, de acordo com definições de Villela & Mattos (1975), os quais verificaram variação numa escala de 0,5 km.km⁻² para bacias de baixa drenagem a 3,5 km.km⁻² para bacias bem drenadas (Tonello et al., 2006).

Cardoso et al. (2006) obtiveram valores próximos para densidade de drenagem (2,35 km.km⁻²), coeficiente de compacidade (1,584) e índice de circularidade (0,398) para a bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ, classificada assim como alongada, pouco susceptível à enchentes. Lima et al. (2011) em estudos na bacia do Rio Preto, MG, obtiveram valores de coeficiente de compacidade (1,943), índice de circularidade (0,261) e densidade de drenagem (2,37 km.km⁻²) aproximados, confirmando a forma alongada e irregular pouco sujeita a enchentes. Périco et al. (2011) mesmo com valores próximos de coeficiente de compacidade (1,580) e índice de circularidade (0,390) para a bacia hidrográfica do Rio Forqueta, RS, observou menor densidade de drenagem (1,23 km.km⁻²).

Tabela 1. Características morfométricas da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP.

Características Morfométricas	Valores
Área de drenagem (A)	92,57 km ²
Perímetro (P)	56,578 km
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,647
Fator de forma (F)	0,622
Índice de circularidade (IC)	0,363
Padrão de drenagem	Dendrítico
Orientação	Noroeste
Declividade mínima	0,0%
Declividade média	12,7%
Declividade máxima	120,2%
Altitude mínima	520 m
Altitude média	675,58 m
Altitude máxima	834 m
Comprimento total dos canais (Lt)	251,52 km
Ordem da bacia	4
Densidade de drenagem (Dd)	2,717 km.km ⁻²

Diante desse tipo de caracterização, observa-se a necessidade de ações que visem à restauração florestal de áreas prioritárias e críticas, uma vez que as condições físicas atreladas ao uso agrícola que lhe é dado podem interferir na dinâmica hidrológica da bacia. Mesmo que esta tenha sido caracterizada como alongada, pouco sujeita a enchentes, o uso da terra predominantemente agrícola na região que avança cada vez mais sobre as áreas florestadas e de preservação permanente implica na necessidade de ações compensadoras que visem a manutenção dos recursos e estrutura da bacia. Esse tipo de interferência também foi observado na bacia hidrográfica do Rio Monte Sinai, Carlinda MT, estudada por Umetsu et al. (2012), onde o uso e cobertura da terra dominado atualmente por pastagens e mata ciliar degradada, favorecem os processos erosivos como a perda da fertilidade do solo e o assoreamento dos cursos d'água.

O padrão de drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos mostrou-se dendrítico com sistema de ordenamento dos canais de quarta ordem sendo: 63 canais de primeira ordem, 24 canais de segunda ordem e 12 canais de terceira ordem (Figura 2). Segundo Tonello et al. (2006), grau de ramificação menor ou igual a quatro é comum em pequenas e médias bacias hidrográficas, havendo relação direta entre ramificação da rede e eficiência de drenagem do sistema. O alto grau de dissecação fluvial da bacia é confirmado pela boa densidade de drenagem e ramificação significativa observados na bacia, de forma semelhante ao estudo realizado por Lima et al. (2011). A orientação do movimento do curso d'água principal se dá da direção Sudeste para Noroeste e o padrão de drenagem é do tipo dendrítico. Esse padrão, com configuração semelhante a uma árvore, caracteriza-se por terrenos elevados de resistência relativamente uniforme da rocha-mãe a processos erosivos (Sais & Beli, 2012).

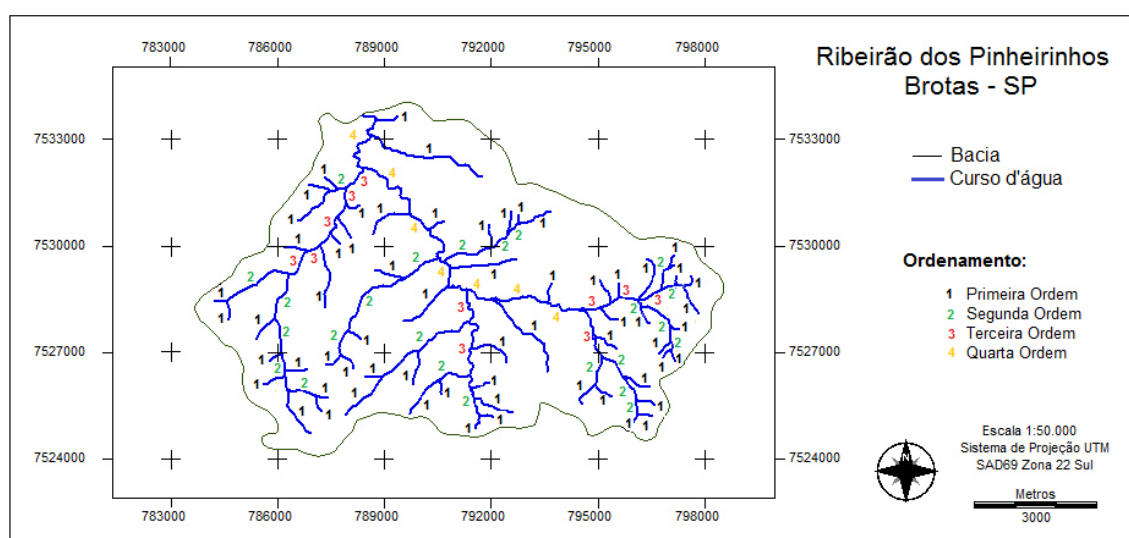


Figura 2. Ordenamento da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP.

A altitude mínima da bacia é de 520 m e a máxima de 834 m (Figura 3), sendo a altitude média ponderada igual a 675,58 m. Segundo Castro & Lopes (2001) a altitude média influencia na quantidade de radiação solar recebida pela bacia. Assim, a disponibilidade de

energia para fenômenos como evapotranspiração e precipitação é afetada, podendo interferir na variação de temperatura, balanço de energia, entre outros fenômenos. Em elevadas altitudes, a temperatura é menor, necessitando de uma pequena quantidade de energia para evaporação da água, quando comparada a baixas altitudes, onde a energia que chega é utilizada em sua totalidade. Em tais condições, a precipitação é maior que a evapotranspiração nas regiões de elevada altitude, resultando num excedente de água, responsável pelo abastecimento dos aquíferos e manutenção do fluxo das nascentes e cursos d'água.

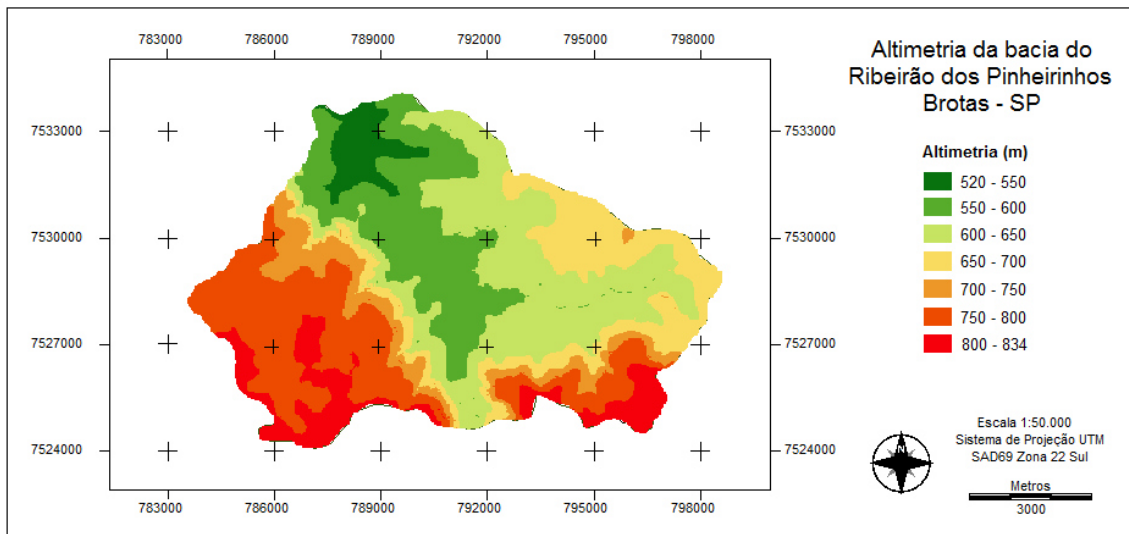


Figura 3. Modelo digital de elevação (MDE) da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP.

Neste contexto, a maior distribuição da área da bacia nas classes de maior altitude (Figura 4) representam melhores condições de manutenção dos fluxos hídricos, ressaltando a necessidade de restauração das áreas de encosta, as quais tem papel fundamental na velocidade de escoamento e infiltração de água no solo, redução do risco de erosão e assoreamento dos cursos d'água.

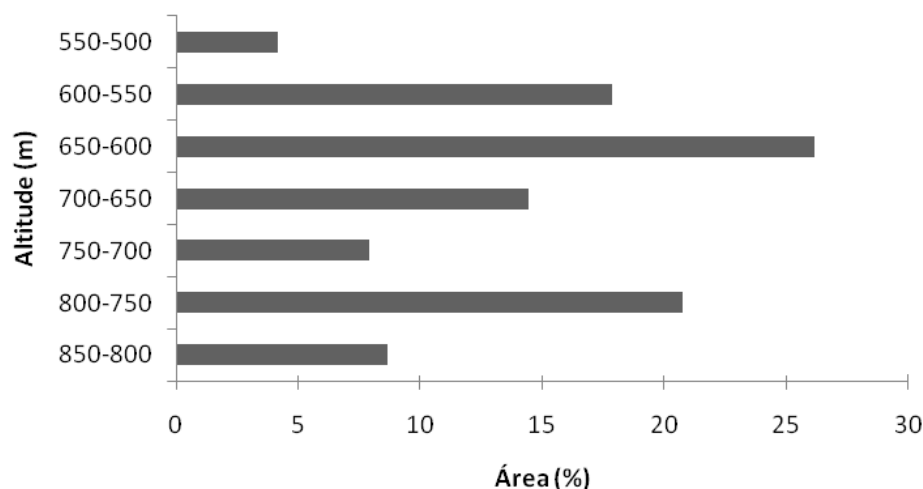


Figura 4. Distribuição das classes de altitudes pela área da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos.

A declividade da bacia variou de 0 a 120% aproximadamente, com média ponderada de 12,7%. A maior representatividade foi dada pelas três primeiras classes (de 0 a 20%), caracterizando seu relevo como plano a ondulado. A maior representação foi observada na classe de 3 a 8% de declividade com 31,53% da área da bacia hidrográfica (Tabela 2, Figura 5). As áreas de maior declividade são representadas pela Serra de Brotas (de 20 a > 75%), caracterizada pelas formações do tipo cuestas, as quais marcam a variação de altitude do planalto para a planície.

Tabela 2. Distribuição das classes de declividade na área da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP.

Declividade (%)	Discriminação	Área (km ²)	%
0 - 3	Relevo plano	27,498	29,71
3 - 8	Relevo suave ondulado	29,190	31,53
8 - 20	Relevo ondulado	26,838	28,99
20 - 45	Relevo forte ondulado	7,866	8,50
45 - 75	Relevo montanhoso	1,130	1,22
> 75	Relevo forte montanhoso	0,047	0,05
Total		92,57	100

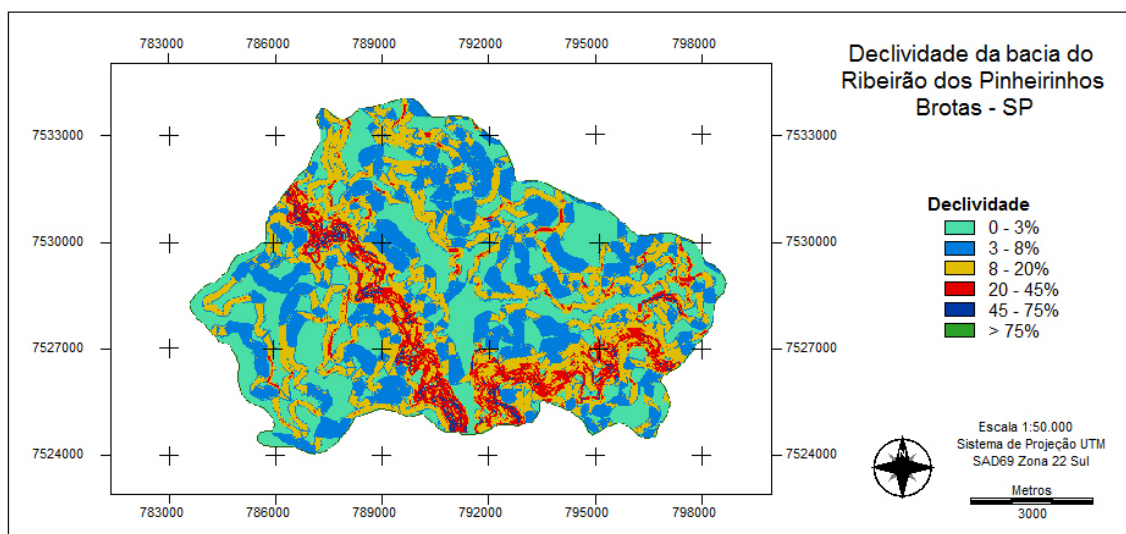


Figura 5. Classes de declividade da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas SP.

A bacia do Rio Monte Sinai MT, estudada por Umetsu et al. (2012) também apresenta relevo plano a ondulado (0 a 14,7° de declividade). Já a bacia estudada por Tonello et al. (2006) apresentou declividade média entre 29,6 e 40,4%, característica de relevo forte-ondulado. Para Romanovski (2001) a declividade é de extrema relevância para o planejamento a nível de bacia, tanto para garantia da eficiência das intervenções antrópicas, quanto para o cumprimento da legislação.

6 CONCLUSÕES

A análise e interpretação das características morfométricas atuais da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos possibilitam classificá-la como uma unidade hidrográfica média, de forma alongada e pouco circular, o que leva ao maior tempo de concentração das águas da chuva, sendo pouco sujeita a enchentes em condições normais de precipitação anual. Esse menor risco de cheias é decorrente da declividade média de 12,7% ser característica de relevo ondulado, aliada à boa densidade de drenagem (2,717 km/km²) e amplitude altimétrica (314 m). Entretanto, a declividade média juntamente com a densidade de drenagem e a amplitude altimétrica mostraram influenciar o escoamento superficial, que por sua vez poderão gerar processos erosivos intensos em condições desfavoráveis de cobertura do solo. Deste modo, observa-se a necessidade de aplicação de técnicas de conservação do solo e restauração florestal de áreas prioritárias e críticas, uma vez que as condições físicas atreladas ao uso agrícola que lhe é dado podem interferir na dinâmica hidrológica da bacia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

COSTA, T. C. e C. da *et al.* Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais XIII...** São José dos Campos: INPE, p. 2493-2500.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: 3 ed. rev. ampl., 2013. 353 p.

FERRAZ, S.F. de B.; PAULA, S. R. de; VETTORAZZI, C. A. Incorporação de indicadores de sustentabilidade na priorização de áreas para restauração florestal na Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.937-947, 2009.

GIOMETTI, A. B. R. **As condições ambientais da Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos e sua inserção no Município de Torrinhã**. (Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista de Rio Claro). Torrinhã, SP: Prefeitura de Torrinhã, 1999.

GOMES, B. Z.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. **Rev. bras. Bot.** [online]. v.27, n.2, p. 249-262, 2004. ISSN 0100-8404.

LIMA, C. S.; CORRÊA, A. C. B.; NASCIMENTO, N. R. Analysis of the morphometric parameters of the Rio Preto basin, Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brazil). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 30, n. 1, p. 105-112, 2011.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2 ed. Ed. Aprenda Fácil. Viçosa, MG: CPT, 2007. 255p.

SAIS, A. C.; BELI, E. Obtenção de parâmetros morfométricos de bacia hidrográfica por meio de Sistemas de Informação Geográfica. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 9, n. 1, p. 110-118, jan./mar. 2012.

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

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

UMETSU, R. K. et. al. Análise Morfométrica e Socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.83-92, 2012.

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

Zoneamento Ambiental do Município de Brotas, SP. Subsídios ao Planejamento Territorial – Relatório final. Fator Ambiental Consultoria e Treinamento Ltda. Fev. 2006.