

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA BACIA DO RIO TUNA – ESTADO DO PARANÁ

*Eveline R. de SIQUEIRA¹; Jenifer L. VANDERLINDE²; Wanessa S. P. DAL BERTI³;
Débora APOLINARIO⁴*

Resumo - A análise de uma bacia hidrográfica compreende toda a área de captação natural da água da chuva que resulta em escoamento superficial para o canal principal e seus afluentes, sendo fundamental para fins de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e elaboração de indicadores ambientais. No presente trabalho fez-se uma análise dos aspectos morfológicos da micro bacia do rio Tuna, localizada no Município de Francisco Beltrão, região sudoeste do estado do Paraná. Para o estudo foram utilizados dados de uma carta topográfica do Ministério da Defesa – Exército Brasileiro Departamento de Ciência e Tecnologia Diretoria de Serviço Geográfico. A metodologia utilizada nesse processo subdividiu-se em quatro etapas, sendo: determinação do rio principal, determinação dos seus afluentes, delimitação da bacia hidrográfica e limitação das curvas de nível da mesma. Possuindo uma área de 23.000 metros quadros, um comprimento de 17.405 metros, 172 cursos de afluentes que totalizam 64.724 metros e altitude média de 613 metros, a bacia em estudo possui forma alongada, o que a torna pouco suscetível a enchentes. A partir destes dados obteve-se também a ordem dos canais, o coeficiente de forma, a densidade demográfica e dos cursos d'água, a sinuosidade e seu tempo de concentração.

Palavras-chave: Rio Tuna, Morfologia, Hidrologia.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TUNA RIVER BASIN – STATE OF PARANÁ

Abstract - The analysis of a hydrographic basin comprehend all about an natural capture area of the rain water that results in a surface flow to the principal water course and their affluents, being very important to purpose the planning and management of the water resources and development of environmental indicators. In the present employment it was made an analysis of the morphologics aspects of Tuna river, from Francisco Beltrão city, in the south-west region of Paraná state, along its route. To the study there were utilized information from a geographic chart provided by the Ministry Defense – Brazilian Army Science and Geographic Service Technology Director Departament. The methodology used in this process subdivided in 4 steps, that are: determination of the principal river, determination of the affluent, delimitation of hydrographic basin, and limitation of level curves itself. Possessing an area of 23.000 square meters, a length of 17.405 meters, 172 water affluents that totalized 64.724 meters and 613 meters of avarage altitude, the basin in study has elongated shape, that makes it little susceptible to flood. From this informations it was obtained the order of the water courses either, shape coefficient, demographic density and water courses density, sinuosity and its time of concentration.

Keywords: Tuna River, Morphology, Hydrology.

¹ Eveline Rogalski de Siqueira, graduando do curso de Engenharia Civil na UNISEP, eve_rs1902@hotmail.com.

² Jenifer Luana Vanderlinde, graduando do curso de Engenharia Civil na UNISEP, jenifer.vanderlinde@gmail.com.

³ Wanessa Suelen Peloso Dal Berti, Engenheira Ambiental; Mestre, UNIOESTE; Professora na UNISEP, wanessapeloso@gmail.com.

⁴ Débora Apolinario, graduada do curso de Engenharia Civil na UNISEP, apolinario.debora@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos compreendem as águas subterrâneas e superficiais, disponíveis para qualquer tipo de uso em uma determinada bacia ou região. Sabe-se que a água é um recurso renovável, porém verifica-se atualmente um stress hídrico, onde o consumo tem excedido sua renovação.

A compreensão dos processos envolvidos no ciclo hidrológico é fundamental para a análise e os estudos ambientais, para a gestão dos recursos hídricos e o planejamento de projetos e obras hidráulicas (ZANETTI *et al.*, 2009). Neste seguimento, a bacia hidrográfica tem se mostrado com extrema importância, uma unidade espacial usada no gerenciamento das atividades de uso e conservação dos recursos naturais, intensificada no contexto atual. (PISSARA *et al.*, 2004).

A Lei nº 9.433 de janeiro de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, abrange normas e princípios da gestão de recursos hídricos e ainda define bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão. Logo, é de grande importância que ao se fazer um estudo ou pesquisa, compreenda-se o conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

Das apresentadas na literatura, Barrella (2001) define com maestria a bacia hidrográfica como sendo um conjunto de terras drenadas por um curso d'água e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas precipitadas, ou escoam superficialmente formando rios e riachos ou infiltram no solo formando nascentes e o lençol freático. Essas águas superficiais escoam para as baixadas do terreno, gerando rios e riachos, sendo que as cabeceiras são constituídas por riachos que brotam em áreas íngremes das serras e montanhas e à medida que essas águas descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e suscitando os primeiros rios. Esses pequenos rios continuam seu curso recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Ainda, as bacias podem ser vistas como sistemas abertos que recebem energia dos agentes climáticos e a perdem através do deflúvio. São descritas como variáveis interdependentes, oscilando em torno de um padrão e, por conseguinte, mesmo que perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico (LIMA; ZAKIA, 2000).

Para um melhor entendimento, devemos compreender as subdivisões das bacias hidrográficas: sub-bacia e microbacia. As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Devem possuir áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² (FAUSTINO, 1996). Porém, cada autor entende esses termos de uma maneira, tornando-os relativos.

Ainda, há o termo microbacia, que designa o objeto de estudo do presente trabalho. Por definição, deve possuir toda a sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo que a área da microbacia deve ser inferior a 100 km² (FAUSTINO, 1996).

Essas classificações não são apenas para sua visualização superficial total, pois discorrem dos efeitos de alguns fatores de descarga fluvial. A variação da intensidade de precipitação e o fator de uso do solo (cobertura vegetal), sendo assim, as variações de qualidade e quantidade de descarga fluvial, são detectadas com mais facilidade nas microbacias do que nas grandes bacias. Isso contribui para a distinção, definição e delimitação de uma estrutura eficiente de programas de monitoramento ambiental, através de medições de variáveis hidrológicas, topográficas, cartográficas e com o auxílio de sistemas de informações geográficas – SIG (LIMA; ZAIKA, 2000).

Os estudos das particularidades morfométricas surge como subsídio para o conhecimento da relação entre a dinâmica hídrica de uma bacia e do relevo, tendo como objetivo sanar diversos questionamentos da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007).

Em estudos de interação entre os processos do ciclo hidrológico, quantitativamente, usa-se o método de análise morfométrica através de alguns parâmetros. São eles: densidade de drenagem, coeficiente de compactidade, índice de circularidade, forma da bacia, índice de sinuosidade, entre outros. Estes preceitos revelam indicadores físicos específicos para um local ou região, de forma a qualificar as alterações ambientais (ALVES & CASTRO, 2003).

O uso desse método possibilita a explicação complementar das interações que ocorrem entre os elementos da paisagem, do relevo e da rede hidrográfica. Além de descrever as dinâmicas das drenagens superficiais, as formas topográficas e os processos ambientais envolvidos (FELTRAN FILHO & LIMA, 2007). A rede de drenagem é constituída por um agregado de canais de escoamento interligados que dependem de vários fatores, sendo que a disposição dos rios, controlada em parte pela estrutura geológica, é definida pelo padrão de drenagem. Esses indicadores sugerem o formato da bacia, o tipo do relevo, a ordem dos canais e o padrão de drenagem, viabilizando a ocorrência de enchentes, erosões e ainda sobre as orientações sobre o uso da área (CARDOSO et al., 2006; Gobbi et al., 2008).

Segundo Guerra & Guerra (2003), nenhum dos índices citados anteriormente devem ser vistos de forma isolada para poder simplificar a dinâmica da bacia hidrográfica, a qual, inclusive tem magnitude temporal.

O presente trabalho objetiva o estudo da morfometria da microbacia hidrográfica do Rio Tuna, localizada no município de Francisco Beltrão, no Estado do Paraná.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DADOS DA BACIA

A sub-bacia em estudo é a do Rio Tuna, localizada inteiramente dentro da bacia do Rio Marrecas, na cidade de Francisco Beltrão, PR.

Francisco Beltrão localiza-se bem ao centro do Sudoeste do Paraná, possuindo 87.491 habitantes, segundo o censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Segundo a classificação de Köppen e Geiger (1900), o clima é classificado como Clima Temperado Úmido com Verão Quente (Cfa). A temperatura média é de 19,2 °C. A precipitação anual, no período de 1974 a 2015, foi de 2046 mm, sendo que os meses com maior precipitação foram outubro (253 mm), janeiro (189 mm) e maio (186 mm). O município possui uma área de 735 km², sendo urbanizada cerca de 30km².

Dados Climatológicos de Francisco Beltrão (1974-2015).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima absoluta (°C)	36,4	37,6	37,4	33,8	31,9	31,0	30,0	34,0	35,7	36,4	38,3	38,2	38,3
Temperatura máxima média (°C)	30,2	29,9	29,2	26,1	22,3	20,8	21,1	23,4	24,4	26,8	28,4	29,7	26,0
Temperatura média (°C)	23,6	23,2	22,2	19,2	15,6	14,2	14,2	16,0	17,5	20,1	21,7	23,1	19,2
Temperatura mínima média (°C)	18,4	18,3	17,0	14,1	10,7	9,4	9,0	10,3	11,9	14,6	15,9	17,7	13,9
Temperatura mínima absoluta (°C)	8,0	8,7	3,4	1,0	-0,2	-4,2	-5,0	-2,4	-0,4	3,3	4,8	8,6	-5,0
Precipitação (mm)	189	170	130	169	186	170	140	110	167	253	180	175	2 046
Dias com precipitação	14	13	11	10	9	10	10	8	11	12	11	12	131
Umidade relativa (%)	74	76	76	78	80	81	77	71	70	71	69	72	74,7
Horas de sol	220	193	215	189	172	146	172	197	181	201	224	226	2 331

Figura 1 – Dados Climatológicos de Francisco Beltrão (1974-2015) (IAPAR, 2016)

A mesorregião Sudoeste está identificada no Terceiro Planalto do Paraná, o qual é formado por derrames basálticos. A formação de sua paisagem é uniforme, determinada pelas formas de pequenos planaltos e patamares (planaltos pouco elevados, em geral arenosos). O principal rio é o Iguaçu, delimitando ao norte, com a mesorregião Oeste Paranaense.

A alteração das rochas basálticas, associada ao clima da região, deu origem aos solos do tipo terra roxa, nos quais os solos mais profundos ocupam áreas mais aplainadas e suavemente onduladas, enquanto as superfícies de maiores declividades são ocupadas por solos rasos (MAACK, 1981).

A carta topográfica utilizada na pesquisa foi a carta geográfica do Ministério da Defesa – Exército Brasileiro Departamento de Ciência e Tecnologia Diretoria de Serviço Geográfico, a qual possui escala 1:25.000, Carta de Francisco Beltrão, Folha SG-22-Y-A-11-2-NE-MI-2861-2-NE MI-2861-2-NE. O software utilizado foi o ArcGis versão 10, aplicativo Arcmap, que se trata de um software de informações geográficas para o suporte à análise e integração de dados (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2011).

2.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse processo subdividiu-se em quatro etapas, sendo: determinação do rio principal, determinação dos seus afluentes, delimitação da bacia hidrográfica e limitação das curvas de nível da mesma.

Para tanto, utilizou-se o software ArcGis com a carta da cidade de Francisco Beltrão. O sistema de coordenadas utilizado foi UTM, datum SAD 69 zona 22S.

A primeira delimitação foi do rio principal, usando-se na opção *Feature Type* o *polyline* onde

marca-se os pontos principais para a montagem do mesmo. Ainda com a *polyline*, limitou-se os afluentes do Rio Tuna e com o *point* suas nascentes. Após, com o *polygon* demarcou-se a bacia hidrográfica que se dá ligando os pontos nos topos de morro.

Com esses passos concluídos consegue-se calcular a área da bacia, o comprimento do talvegue, o número de cursos d'água, o comprimento de todos os canais, comprimento do rio principal e a altitude média.

Clicando-se em cima da *layer* da bacia, no item *open attribute table*, na opção *calculate geometri*, visualizou-se a área total em metros e quilômetros quadrados da bacia hidrográfica. Com estes mesmos passos, conseguiu também comprimento de todos os canais e comprimento do rio principal. Já na janela *mansure* é possível obter o comprimento do talvegue, que se trata do comprimento do rio em linha reta. Por fim, a altitude média do talvegue foi adquirida através da média entre a altura máxima e mínima dos talvegues da bacia.

2.3 PARÂMETROS PARA ANÁLISE MORFOMÉTRICA

O índice de conformação ou fator de forma é dado pela razão entre a área da bacia e seu comprimento ao quadrado. Se o fator de forma estiver entre 1,00 e 0,75, o mesmo está sujeito a enchentes. Caso esteja entre 0,75 e 0,50, possui tendência mediana e menor que 0,50 não está sujeito a enchentes. A área da bacia é de 23.000 m², seu comprimento é de 11.267,42 metros. Com estes dados aplicados tem-se um fator de forma de 0,18.

$$Kf = \frac{A}{l} \quad (1)$$

Onde: Kf = Coeficiente de forma
A = Área da Bacia (Km²)
L = Comprimento da bacia (Km)

A densidade de cursos d'água é a relação entre o número de cursos d'água e a área da bacia. Quanto maior o número de cursos d'água maiores são os riscos de enchentes. Neste caso tem-se 172 cursos d'água mais o rio principal. A área mantém-se de 23 km².

$$Ds = \frac{Ns}{A} \quad (2)$$

Onde: Ds = Densidade de cursos d'água (cursos d'água/km²)
Ns = Número de cursos d'água
A = Área total da bacia (Km²)

A densidade de drenagem da bacia é expressa pelo comprimento de todos os canais dos cursos d'água da bacia e sua área total. O comprimento total dos cursos d'água é de 64724 metros e a área da bacia 23.000 m².

$$DD = \frac{L}{A} \quad (3)$$

Onde: DD = Densidade de drenagem (Km/Km²)
L = Comprimento de todos os cursos d'água da bacia (Km)
A = Área total da bacia (Km²)

Quanto a densidade de drenagem, as bacias podem ser classificadas em baixa densidade (até 5 Km/Km²), média densidade (entre 5 e 13,5 Km/Km²), alta densidade (entre 13,5 e 155,5 Km/Km²) e muito alta densidade (maior que 155,5 Km/Km²).

A sinuosidade do rio principal é a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento do talvegue. Tem-se 17.405 metros de rio principal e 10.022,1085 metros de talvegue.

$$Sin = \frac{L}{Lt} \quad (4)$$

Onde: Sin = sinuosidade do rio principal
L = Comprimento do rio principal (Km)
Lt = Comprimento do talvegue (Km)

O tempo de concentração é o tempo que a água da chuva (que cai no ponto mais distante da secção considerada) leva para atingir esta secção. Este fator mede o tempo que se leva para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial da mesma. Usou-se neste caso a fórmula de Giandotti para a determinação do tempo:

$$tc = \frac{4\sqrt{A} + 1,5xL}{0,8\sqrt{Hm}} \quad (5)$$

Onde: tc = Tempo de escoamento das águas (h)
A = Área de drenagem (Km²)
L = Comprimento do talvegue (Km)
Hm = Altitude média do talvegue (Km)

A área de drenagem é de 23.000 m², o comprimento do talvegue de 10.022,1085 metros e a altitude media do talvegue de 613 metros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a delimitação da microbacia hidrográfica do Rio Tuna, foi utilizado o software ArcGis. A microbacia apresenta uma área de 23 km² e está toda localizada dentro do município de Francisco Beltrão.

A figura 2 demonstra a delimitação topográfica e a área de drenagem da microbacia. No Quadro 1 são apresentados os parâmetros utilizados na caracterização morfométricas da microbacia do Rio Tuna.

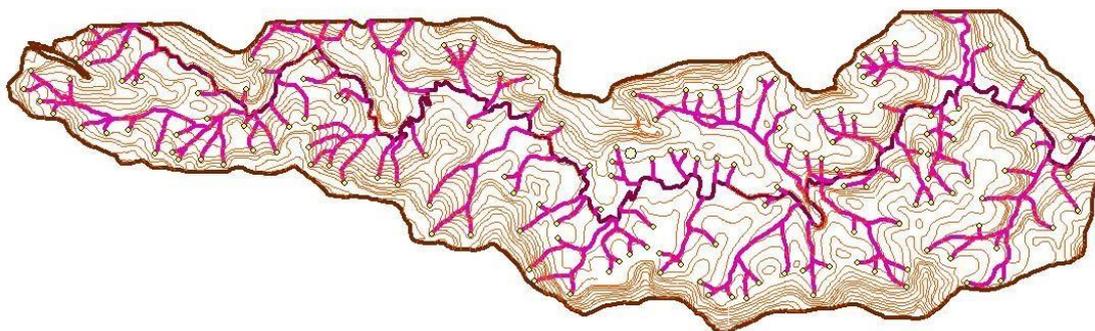


Figura 02 – Mapa de delimitação topográfica e área de drenagem da microbacia do Rio Tuna

A microbacia do estudo apresenta altitude mínima de 504 metros e altitude máxima de 722 metros.

A ordem dos cursos d'água trata-se da rede de drenagem, proporcionando a identificação do

grau de ramificação da bacia, ou seja, quanto mais ramificada for, mais acidentado será o relevo. A microbacia do presente trabalho possui ordem 03 indicando relevo bastante acidentado.

Quadro 1 – Parâmetros de caracterização morfométricas da Microbacia do Rio Tuna

Parâmetros	Valores e Unidades
Área	23 (km ²)
Comprimento do canal principal	17,405 (km)
Comprimento de todos os canais	64,724 (km)
Número de cursos d'água	172
Altitude mínima	504 (m)
Altitude máxima	722 (m)
Ordem do canal	3 ^a
Coeficiente de forma	0,18
Densidade dos cursos d'água	7,478
Densidade demográfica	2,814 (km/km ²)
Sinuosidade	1,737
Tempo de concentração	1,727 (horas)

A microbacia possui forma alongada, indicando ser pouco suscetível a enchentes. A bacia em estudo, segundo a especificação de Christofolletti (1936), é classificada como endorreica, apresentando drenagens internas e não possui escoamento até o mar.

4. CONCLUSÃO

Com a correta análise dos dados é possível verificar que a bacia em estudo não está sujeita a enchentes devido ao seu coeficiente de forma baixo e possui densidade demográfica baixa. O padrão de drenagem formado pelos cursos d'água possui baixo grau de ramificação (ordem 3).

Conclui-se que a análise morfométrica das bacias hidrográficas possui grande importância para a gestão ambiental, fornecendo referenciais básicos para conhecimento e subsídio de ações de planejamento e elaboração de indicadores ambientais.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, Marcos et al. **Metodologia para delimitação da bacia hidrográfica de reservatórios hidrelétricos: aplicação ao reservatório de Itumbiara (GO)**. In *Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, Maio 2011, INPE p.1349.
- ALVES, J. M. P.; Castro, P. T. A. **Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do Rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos**. *Revista Brasileira de Geociências*, v.33, p.117-127, 2003.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

CARDOSO, C. A.; Dias, H. C. T.; Soares, C. P. B; Sebastião Venâncio Martins, S. V. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.** Revista *Árvore*, v.30, p.241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométricas de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas.** 1970. 375 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométricas de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas.** 1970. 375 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas.** Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FELTRAN FILHO, A.; Lima, E. F. **Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais.** *Sociedade & Natureza*, v.19, p.65-80, 2007.

GOBBI, A. F.; Torres, J. L. R.; Fabian, A. J. **Diagnóstico ambiental da microbacia do córrego do Melo em Uberaba- MG.** *Revista Caminhos de Geografia*, v.9, p.206-223, 2008.

GUERA, A. T.; GUERRA, AJT. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652 p.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná.** Londrina, 2016, 49p.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. **Hidrologia de matas ciliares.** In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2. ed. Rio de Janeiro: Jose Olympio, 1981. 450p

PISSARRA, T. C. T.; Politano, W.; Ferraudo, A. S. **Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP).** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.297-305, 2004.

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*, v.20, p.137-157, 2007.

ZANETTI, S. S.; Silva, J. M. A.; Sousa, E. F.; Oliveira, V. P. S.; Almeida, F. T. **Modelagem hidrológica em microbacia hidrográfica Parte I: Aprimoramento do modelo HidroBacia.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.429-434, 2009.