

6^oSSS

Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

ANAIS

- VOLUME 5 -

ARTIGOS COMPLETOS

Bacias Hidrográficas

Organizadores

Prof. Dr. Cristiano Poletto – UFRGS (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Cristhiane Michiko Passos Okawa – UEM

Prof. Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves – UFTM

ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS

**- VOLUME 5 -
ARTIGOS COMPLETOS**

Bacias Hidrográficas

Copyright © 2021, by Editora GFM.

Direitos Reservados em 2021 por Editora GFM.

Editoração: Cristiano Poletto

Organização Geral da Obra: Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves

Diagramação: Juliane Fagotti

Revisão Geral: Espaço Histórico e Ambiental

Capa: Juliane Fagotti

CIP-Brasil. Catalogação na Fonte

Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves (Organizadores)

ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS – Volume 5 – Artigos Completos – Bacias Hidrográficas / Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves (Organizadores) – Toledo, PR: Editora GFM, 2021. 480p.: il.;

ISBN 978-65-87570-13-6

CDU 502.3/.7

É AUTORIZADA a livre reprodução, total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização por escrito da Editora ou dos Organizadores.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO TIMBÉ, LOCALIZADA NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE TIMBÉ DO SUL/SC

| ID 18684 |

1Álvaro José Back, 2Franciéle Schwanck Carlos, 3Sarah Brulinger Pavei

1Universidade do Extremo Sul Catarinense, e-mail: ajb@unescc.net; 2Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: franschwanck@gmail.com; 3Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: sarah1988_10@hotmail.com

Palavras-chave: bacia hidrográfica; estudos hidromorfológico; estudos hidrológicos.

Resumo

Este estudo tem como objetivo a caracterização dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Timbé, quanto a sua forma, sistema de drenagem e relevo. A bacia esta localizada no município de Timbé do Sul/SC entre as latitudes 28° 26'S e 29° 07'S e longitudes 49° 14'W e 50° 01'W. Os índices foram obtidos com auxílio dos softwares ArcGIS 10.5 e HidroBacias. A bacia apresenta uma área de 114,30 km², perímetro igual a 75,12 km, altitude média de 630,933 m e declividade média 55,82%. Os resultados obtidos pelo coeficiente de compacidade de (1,981), fator de forma (0,349) e índice de circularidade (0,255) indicam que a bacia possui um formato alongado na qual favorece o processo de escoamento, tornando-se pouco susceptível a enchentes em condições normais de precipitação. A densidade de drenagem de 2,195 km km⁻², caracteriza-se como uma bacia bem drenada. O relevo se destaca pela sua alta declividade (0,5582 m m⁻¹), definido pela classificação da Embrapa como relevo montanhoso, possui intensidade de erosão baixa (62,647 m km⁻¹) e solos apropriados para reflorestamento (122,525). Estes resultados influenciam diretamente na estimativa da vazão máxima da bacia.

Introdução

A bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é um sistema físico natural abastecido pelas águas da atmosfera, que drenam as precipitações e os sedimentos erodidos, a partir dos cursos d'água menores (afluentes e subafluentes) para os maiores (rio principal) até sua respectiva foz (ADAMI e CUNHA, 2014). As bacias hidrográficas são delimitadas de acordo com o relevo que a compõe

(divisores de águas), não possuem dimensões fixas, pode ser divididas hierarquicamente pelos seus afluentes em unidades menores (sub-bacias) e novamente subdivididas em unidades ainda menores (microbacias).

Calil (2009) afirma que a morfologia com suas variáveis, morfografia e morfometria, constitui objeto de estudo da geomorfologia. A morfografia refere-se os aspectos descritivos ou qualitativos representado pelas formas e aparências do relevo e a morfometria refere-se aos aspectos quantitativos em que se avaliam as características geométricas, de relevo e de drenagem. Silva (2015) relaciona a forma da bacia com o tempo de concentração e a vazão máxima, indicando a propensão da bacia á enchentes, quanto maior o valor do fator de forma, maior a possibilidade de ocorrer picos de enchentes.

O sistema de drenagem da bacia hidrográfica é constituído pelo rio principal e seus afluentes, a ordem dos rios reflete o grau de ramificação entre os cursos d'água existentes na bacia. O relevo de uma bacia tem grande influência sobre os fatores climáticos, meteorológicos, hidro geográficos e hidrológicos, pois a velocidade de escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto que os valores das variáveis: temperatura, precipitação e evaporação são influenciadas pela altitude da bacia hidrográfica. Da mesma forma, a autora destaca a importância da densidade de drenagem e declividade do álveo na caracterização hidrológica da bacia.

Collischonn e Dornelles (2013) comentam que as características morfométricas influenciam no movimento da água na bacia e por consequência no processo de transformação da chuva em vazão. Portanto os estudos morfométricos são indispensáveis, para o mapeamento de áreas suscetíveis a eventos extremos, como por exemplo, os movimentos de massa, pois visam compreender a conformação geomorfológica e a configuração da paisagem, na quantificação das partes físicas da bacia, que refletem na hidrologia formada sob condições geográficas e climáticas similares.

O presente estudo tem como objetivo a caracterização da bacia do rio Timbé quanto a sua forma, sistema de drenagem e relevo.

Materiais e Métodos

A Bacia do Rio Timbé, esta situada na região sul do Estado de Santa Catarina, no município de Timbé do Sul/SC, entre as latitudes 28° 26'S e 29° 07'S e longitudes 49° 14'W e 50° 01'W, distando aproximadamente 272 km de Florianópolis e 250 km de Porto Alegre. A bacia esta delimitada de acordo com sua influência sobre o centro urbano deste município, conforme Figura1.

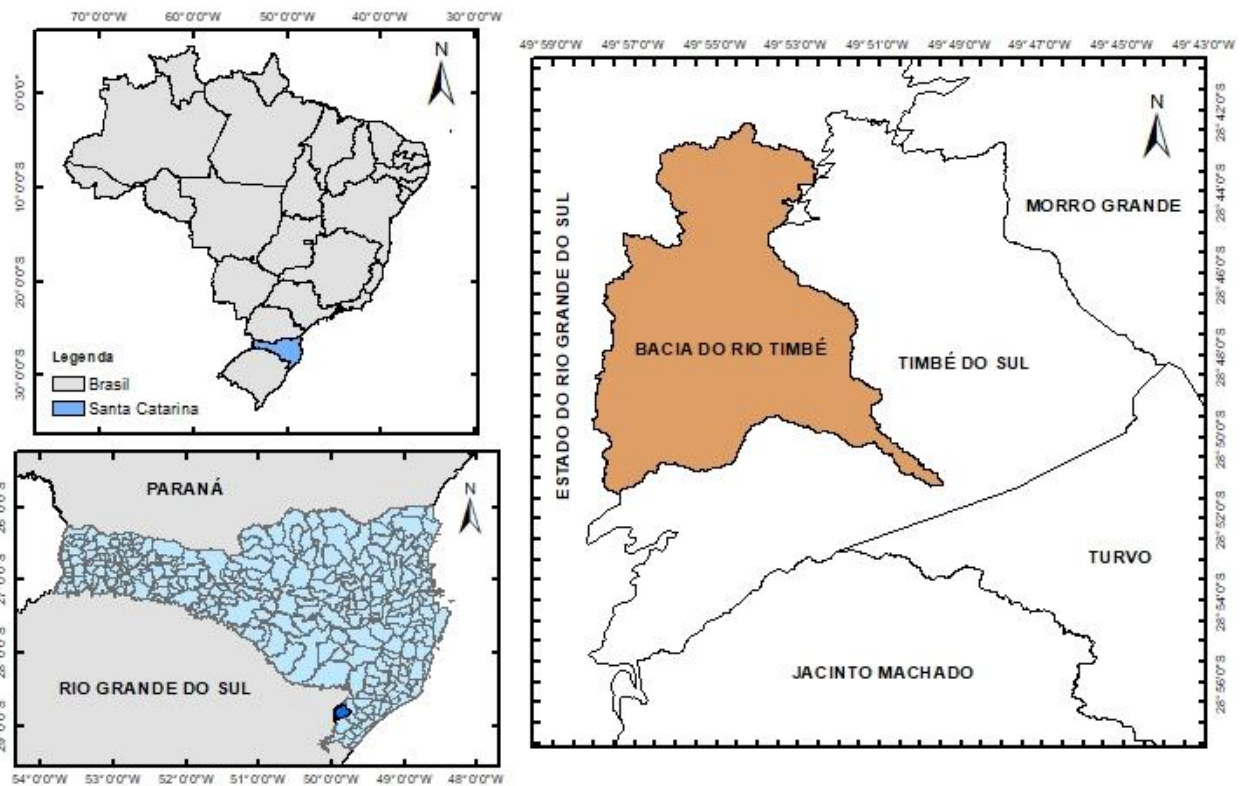


Figura 1: Bacia do Rio Timbé.

A bacia do rio Timbé, está inserida dentro da bacia do rio Itoupava, na qual juntamente com as bacias Mãe Luzia, Manoel Alves, dos Porcos e Baixo Araranguá, formam a Bacia Rio Araranguá. A bacia do Rio Araranguá corresponde a uma área total de 3.088,37 km², envolvendo 3,22% do território catarinense, esse conjunto de bacias juntamente com outras nove forma o sistema de drenagem Vertente do Atlântico em Santa Catarina, limitando a Oeste pela Serra Geral e a noroeste pela Serra do Mar (ADAMI e CUNHA, 2014).

A Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense, formada pelas bacias dos Rios Araranguá, Urussanga e Mampituba, possui relevo predominantemente forte ondulado, com escarpas e alta propensão à erosão. Na planície costeira o relevo é plano a suavemente ondulado (BACK, 2006).

Pela aplicação do Sistema Köppen, o clima nesta região se enquadra no Grupo C (Mesotérmico), sendo subtropical, uma vez que a média das temperaturas mínimas estão abaixo de 18 °C e acima de 3 °C. Dentro deste grupo, o clima da região Central de Santa Catarina pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca distinta. Ainda dentro deste tipo, é possível distinguir, em função do fator altitude, dois subtipos:

- Subtipo a - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22 °C; e,

- Subtipo b - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

Para este estudo, se fez necessário dividi-lo em três etapas, de acordo com o fluxograma de trabalho, Figura 2.

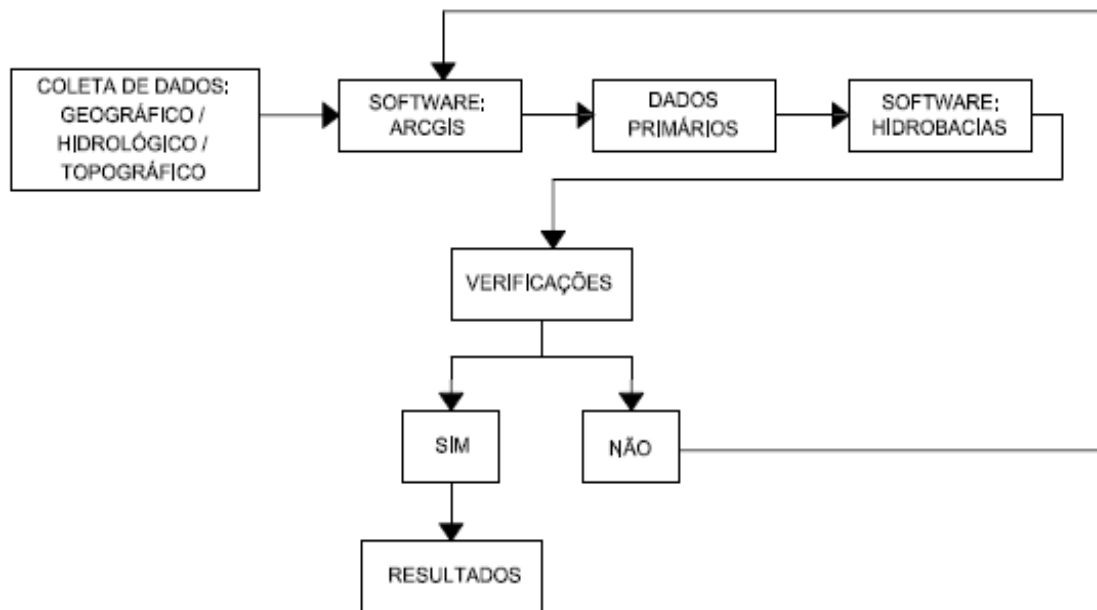


Figura 2: Fluxograma de trabalho.

A primeira etapa se coletou os dados geográficos, hidrológicos e topográficos, ambos em formato SHP (shapefile), obtidos junto a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e através do site Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC) obteve-se o modelo digital de terreno (MDT), disponibilizados em formato vetorial e matricial. Os dados coletados posteriormente foram importados para o software ArcGIS 10.5 (ESRI, 2016).

Para a delimitação da área adotou-se o método da Ottobacias (GOMES e BARROS, 2011), material adquirido junto a EPAGRI, depois de feita a modelagem da bacia, obteve-se os seguintes parâmetros: Área (km²); Perímetro (km); Comprimento axial (km); Comprimento total de rios (km); Comprimento do rio principal (km); Distância da nascente-foz (km); Diferença de cota entre as curvas (m); Comprimento das curvas de nível (km); Número total de rios; Comprimento da bacia (km).

A segunda etapa consistiu na inserção de dados obtidos através do software ArcGIS no programa HidroBacias, este sistema tem como princípio as seguintes definições:

- a) Quanto à forma da bacia;
- b) Quanto ao sistema de drenagem;
- c) Quanto à característica de relevo.

Para este estudo se adotou as seguintes equações quanto à forma da bacia, Tabela 1.

Tabela 1: Índices físicos relativos quanto à forma da bacia (Fonte: Back, 2014).

Parâmetros	Símbolo	Equação
Coefficiente de compacidade	Kc	$Kc = 0,282 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$ <p>P = perímetro da bacia (km); A= área da bacia (km²).</p>
Fator de forma	Kf	$Kf = \frac{A}{Lx^2} \quad (2)$ <p>A= área da bacia (km²); Lx= comprimento axial da bacia, considerado como a distância em linha reta entre a foz da bacia e o ponto do semi-perímetro da bacia (km).</p>
Índice de circularidade	Ic	$Ic = \frac{4 * \pi * A}{P^2} \quad (3)$ <p>π = proporção numérica definida pela relação entre o perímetro de uma circunferência e seu diâmetro; A= área da bacia (km²); P = perímetro da bacia (km).</p>
Razão de Elongação	Re	$Re = 1,1284 * \frac{\sqrt{A}}{Lx} \quad (4)$ <p>A= área da bacia (km²); Lx= comprimento axial da bacia, considerado como a distância em linha reta entre a foz da bacia e o ponto do semi-perímetro da bacia (km).</p>
Índice de comprimento	ICo	$ICo = \frac{Lb}{\sqrt{A}} \quad (5)$ <p>Lb= comprimento da bacia (km); A= área da bacia (km²).</p>

Para a bacia do rio Timbé adotou-se o método de Horton (1945), as equações utilizadas quanto ao sistema de drenagem seguem conforme, Tabela 2.

Tabela 2: Índices físicos relativos quanto ao sistema de drenagem da bacia (Fonte: Back, 2014).

Parâmetros	Símbolo	Equação
Comprimento médio de canais	Lm	$Lm = \frac{Li}{Ni} \quad (6)$
		Li= comprimento de canais de ordem i (km); Ni= número de canais de ordem i.
Densidade de drenagem	Dd	$Dd = \frac{LT}{A} \quad (7)$
		LT= somatório do comprimento de todos os canais e tributários da bacia (km); A= área da bacia (km ²).
Extensão média do escoamento superficial	Ems	$Ems = \frac{1}{4 * Dd} \quad (8)$
		Dd= densidade de drenagem (km km ⁻²).
Extensão do percurso superficial	Eps	$Eps = \frac{1}{2 * Dd} \quad (9)$
		Dd= densidade de drenagem (km km ⁻²).
Densidade dos rios	Dr	$Dr = \frac{N}{A} \quad (10)$
		N= número total de rios ou cursos de água; A= área da bacia (km ²).
Coefficiente de manutenção	Cm	$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000 \quad (11)$
		Dd= densidade de drenagem (km km ⁻²).
Coefficiente de torrencialidade	Ct	$Ct = Dr * Dd \quad (12)$
		Dr = densidade dos rios; Dd= densidade de drenagem (km km ⁻²).
Índice de sinuosidade	Is	$Is = \frac{100 * (L - Ev)}{L} \quad (13)$
		L= comprimento do rio (km); Ev= equivalente vetorial do rio (km).
Declividade do Rio Principal	S1	$S1 = \frac{\Delta H}{L} \quad (14)$
		Hmáx= altitude máxima do rio (m); Hmin= altitude mínima do rio (m).
Declividade do Rio Principal	S2	$S2 = \frac{2 * \Sigma(Li * Zi)}{(\Sigma Li)^2} \quad (15)$
		Li= distância do canal no trecho i (m); Zi= elevação média em relação ao ponto inicial no trecho i (m).

Para os índices relacionados ao relevo, adotou-se as seguintes equações quanto ao relevo da bacia, Tabela 3.

Tabela 3: Índices físicos relativos quanto ao relevo (Fonte: Back, 2014).

Parâmetros	Símbolo	Equação
Altitude média	Hm	$Hm = \frac{\Sigma Pm * Acni}{A} \quad (16)$
		ΣPm = somatório ponto médio dado pela média aritmética das isoípsas adjacentes; $Acni$ = área entre as duas curvas de nível (km^2); A = área da bacia (km^2).
Coefficiente de massividade	Km	$Km = \frac{\Sigma Cm * A}{A * \Delta H} \quad (17)$
		Cm = cota média entre duas curvas de nível (km); A = área da bacia (km^2); ΔH = amplitude altimétrica máxima (km).
Relação de relevo	Rr	$Rr = \frac{\Delta Hmx}{Lb} \quad (18)$
		ΔHmx = amplitude topográfica máxima (km); Lb = comprimento da bacia (km).
Coefficiente Orográfico	Ko	$Ko = Hm * Km \quad (19)$
		Hm = altura média da bacia (m); Km = coeficiente de massividade.
Índice de rugosidade	Ir	$Ir = H * Dd \quad (20)$
		H = amplitude altimétrica (km); Dd = densidade de drenagem ($km \ km^{-2}$).
Coefficiente de rugosidade	Rn	$Rn = Dd * Dec \quad (21)$
		Dd = densidade de drenagem ($km \ km^{-2}$); Dec = declividade média da bacia (%).
Declividade média	Dec	$Dec = \frac{\Delta HCN * LCN}{A} \quad (22)$
		ΔHCN = diferença de cota entre as curvas de nível (km); LCN = comprimento total das curvas de nível (km); A = área da bacia (km^2).
Fator topográfico	Ft	$Ft = Dr * Ic * Rr \quad (23)$
		Dr = densidade de rios; Ic = índice de circularidade (adimensional); Rr = relação de relevo.
Relação de textura	Rt	$Rt = \frac{Nt}{P} \quad (24)$
		Nt = número de seguimento de rios; P = perímetro (km).
Textura topográfica	Tt	$Tt = 10^{0,219649+1,115Log(Dd)} \quad (25)$
		Dd = densidade de drenagem ($km \ km^{-2}$).

Para maiores detalhes sobre as definições e cálculos, aconselha-se a utilizar as diretrizes propostas em Back (2014).

Por fim a terceira etapa consistiu na obtenção dos resultados conforme inicialmente proposto.

Resultados e Discussão

A partir do processamento e análise dos dados de Modelo Digital de Superfície (MDS), foi possível obter a delimitação da bacia hidrográfica do rio Timbé, assim como a modelagem de toda a rede de drenagem que compõe esta bacia, na Tabela 4, obteve-se os seguintes parâmetros geométricos da bacia.

Tabela 4: Parâmetros geométricos da bacia do rio Timbé.

Parâmetros	Símbolo	Resultado	Unidade
Área	A	114,30	km ²
Perímetro	P	75,12	km
Comprimento Axial	Lx	18,11	km
Comprimento total de rios	Lt	250,94	km
Comprimento do rio principal	L	19,53	km
Distância nascente - foz	Ev	18,54	km
Diferença entre curvas de nível	H	20	m
Comprimento das curvas de nível	Lcn	3189,93	km
Nº total de rios (1ª ordem)	Nr	119	-
Comprimento da bacia	Lb	19,53	km

Segundo Borsato e Martoni (2004), existem controversas quanto à classificação das áreas das bacias hidrográficas. Alguns autores consideram como bacias pequenas aquelas com área inferior a 3 km², bacias médias com área variando de 3 km² a 1000 km² e bacias grandes com área superior a 1000 km². Para Wisler e Brater (1964), bacias pequenas são as que possuem área inferior a 10 milhas quadradas (26 km²) e bacias grandes com área superior a esse valor. Considerando os valores alcançados na Tabela 4, a área de drenagem tem valor de 114,30 km², verificou-se que a bacia em questão é considerada de grande porte, pois segundo classificação Wisler e Brater (1964) o valor do parâmetro área de drenagem é muito superior a 26 km², o que já a classificaria como bacia de elevado porte. Através dos parâmetros iniciais incluídos no software HidroBacias (BACK, 2014), obteve-se os seguintes resultados quanto ao formato da bacia, Tabela 5.

Tabela 5: Índices relativos á forma da bacia do rio Timbé.

Parâmetros	Símbolo	Resultado
Coeficiente de compacidade	Kc	1,981
Coeficiente de forma	Kf	0,349
Índice de circularidade	Ic	0,255
Razão de alongação	Rea	0,666
Índice entre comprimento e área da bacia	Ico	1,827

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio Timbé se mostra pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, eliminando eventos de intensidades anormais, pelo fato de o coeficiente de compacidade (Kc) apresentar o valor afastado da unidade (1,981) e, quanto ao seu fator de forma (Kf), exibir um valor baixo (0,349). Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada. Podemos comprovar ainda pelo índice de circularidade (Ic), que possui um valor de 0,255. De acordo com Miller (1953) e Schumm (1956), o índice de circularidade menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento.

A razão de alongação (Rea) é de 0,666 e o índice de comprimento (ICo) de 1,827, estes índices são significativos para descrever e interpretar tanto a forma, como o processo de alargamento ou alongamento da bacia hidrográfica. Quando o valor do ICo estiver próximo de 1,0 a bacia apresenta forma semelhante ao quadrado, e quando o valor for menor que 1,0 a bacia terá forma alargada, e quanto maior for o valor, acima da unidade, mais alongada será a forma da bacia. Pelos índices calculados observa-se que a bacia do rio Timbé possui forma alongada, aproximadamente retangular.

Quanto ao sistema de drenagem, adotou-se o método de Horton (1945), a bacia é classificada como de 6ª ordem, os valores do número de canais, comprimento e a área drenada pelos rios de cada ordem, constam na Tabela 6.

Tabela 6: Ordem dos canais com o número de segmentos (Ni), comprimento dos canais (Li) e área drenada (Ai) medidos na bacia do rio Timbé.

Ordem (i)	(Ni)	Li (km)	A (km ²)
1	119	112,92	5,10
2	31	60,11	7,32
3	9	22,73	3,54
4	2	9,72	1,31
5	2	25,94	11,43
6	1	19,52	10,74

Seguindo as definições de parâmetros de drenagem, obteve-se os seguintes resultados quanto aos índices relativos ao sistema de drenagem da bacia do rio Timbé, Tabela 7.

Tabela 7: Índices relativos ao sistema de drenagem da bacia do rio Timbé.

Parâmetros	Símbolo	Resultado	Unidade
Densidade de drenagem	Dd	2,195	km km ⁻²
Extensão média do escoamento superficial	Ems	0,114	km
Extensão do percurso superficial	Eps	0,228	km
Coeficiente de manutenção	Cm	455,487	m ² m ⁻¹
Coeficiente de torrencialidade	Ct	2,286	m ² m ⁻¹
Densidade de rios	Dr	1,041	Nr km ⁻²
Densidade de confluências	Dc	1,032	Nc km ⁻²
Sinuosidade	Sin	1,053	-
Índice de sinuosidade	Is	5,069	%
Classificação	-	Classe I - Muito reto	-
Declividade do rio principal	S1	0,06441	m m ⁻¹
Declividade do rio principal	S2	0,02973	m m ⁻¹

A importância da densidade de drenagem está ligada ao estudo de bacias hidrográficas, já que representa uma relação inversa com o comprimento dos rios. Entende-se que à medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem. A classificação da densidade de drenagem segundo Beltrame (1994) indicam que índices menores que 0,5 km km⁻² (bacias mal drenadas devido a elevada permeabilidade ou precipitação escassa), de 0,5 a 2,0 km km⁻² (bacias medianamente drenada), de 2,01 a 3,5 km km⁻² (bacias altamente drenada) e maior que 3,5 km km⁻² (bacias excepcionalmente bem drenadas ocorrendo em áreas com elevada precipitação ou muito impermeáveis). Na bacia do rio Timbé a densidade de drenagem (Dd) é de 2,195 km de canal por km² de área, na qual se configura a uma alta drenagem.

A extensão média do escoamento superficial (Ems) é de 0,114 km, isto é, a gota da chuva terá que escoar pela superfície do terreno, em média, a distância de 114 m até atingir um canal. A extensão do percurso superficial (Eps) é uma relação que é dependente da extensão que o fluxo terá que percorrer desde o interflúvio da bacia até o talvegue o valor obtido é de 0,228 km, que significa que

a cada distância de 228 m na vertente haverá um canal para escoamento das águas superficiais da bacia rio Timbé.

O coeficiente de manutenção (C_m) é de $455,487 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, este coeficiente tem o objetivo de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. E coeficiente de torrencialidade (C_t) de $2,286 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ resultando em uma baixa tendência para a ocorrência de inundações.

No cálculo da densidade de rios obtém-se a quantidade de cursos d'água por km^2 , podendo verificar se a bacia é bem servida de boa rede de canais ou não. Sua importância é fundamental, pois através deste parâmetro ocorre a representatividade do comportamento hidrográfico dentro de seus aspectos fundamentais e a capacidade de gerar novos canais de drenagens. Para a bacia do rio Timbé a densidade de rios (D_r) é de $1,041 \text{ Nr km}^{-2}$ e densidade de confluências (D_c) de $1,032 \text{ Nc km}^{-2}$, caracterizando a área como bem drenada uma vez que para ser considerada bem drenada, a bacia deve possuir um canal por km^2 .

O rio principal da Bacia do Rio Timbé, com comprimento (L) de 19,53 km possui índice de sinuosidade (I_s) de 5,069%, e é classificado como "Muito Reto". A sinuosidade também pode ser determinada pelo índice (Sin) de 1,053, segundo Christofolletti (1980) valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já os valores superiores a 2,0 sugerem canais irregulares.

A declividade do rio principal calculada com os pontos extremos (S_1) equivale a $0,06441 \text{ m m}^{-1}$, porém usando o método (S_2) obtém-se a declividade média de $0,02973 \text{ m m}^{-1}$. Villela e Mattos (1975) consideram este método mais indicado para se determinar a declividade média do rio, principalmente para a estimativa do tempo de escoamento e o tempo de concentração, conforme Figura 3.

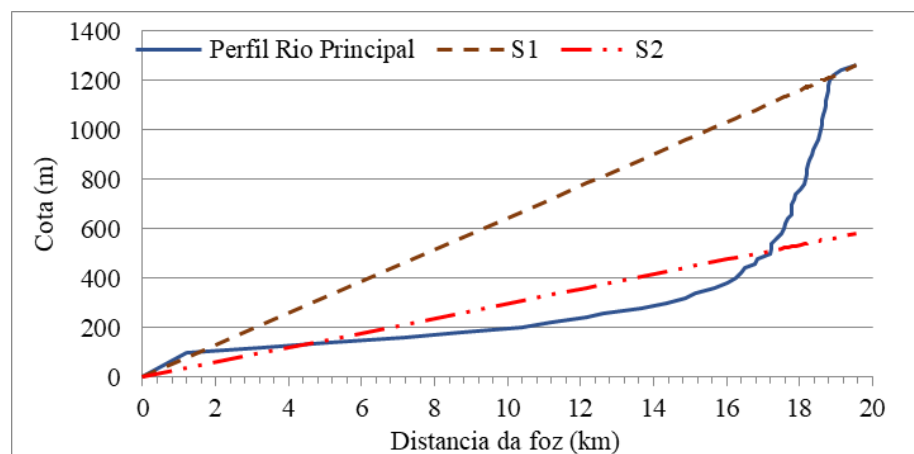


Figura 3. Perfil do rio principal da bacia do Rio Timbé.

Para a caracterização do relevo das bacias, que tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, foram avaliados os parâmetros da curva hipsométrica. Na Tabela 8 abaixo, apresenta o resultado dos índices relativos ao relevo da bacia do rio Timbé.

Tabela 8: Índices relativos ao relevo da bacia do rio Timbé.

Parâmetros	Símbolo	Resultado	Unidade	Classificação
Altitude máxima	Hmáx	1297,00	m	-
Altitude mínima	Hmín	92,00	m	-
Amplitude altimétrica	Dm	1205,00	m	-
Altitude média	Hm	630,933	m	-
Altitude modal	Hmo	1222,73	m	-
Comprimento das curvas de nível	LCN	3189,93	km	-
Declividade média	Dec	0,5582	m m ⁻¹	-
Coefficiente de massividade	Km	0,5236	-	-
Coefficiente orográfico	Ko	330,36	-	-
Relação de relevo	Rr	62,647	m km ⁻¹	Relação baixa
Índice de rugosidade	Ir	2644,975	-	-
				Classe D - solos
				com uso
				apropriado para
				Reflorestamento
				-
				Razão de textura
				grosseira
				-
				Classe textura
				topográfica
				grosseira
				-
				-

A curva hipsométrica representa o relevo médio de uma bacia, e mostra a variação da elevação dos diversos terrenos em relação ao nível médio do mar. Essa variação pode ser indicada por um gráfico que mostra a porcentagem da área de drenagem em relação às altitudes da bacia (VILLELA e MATTOS, 1975). A Figura 4, representa a curva hipsométrica da bacia do rio Timbé.

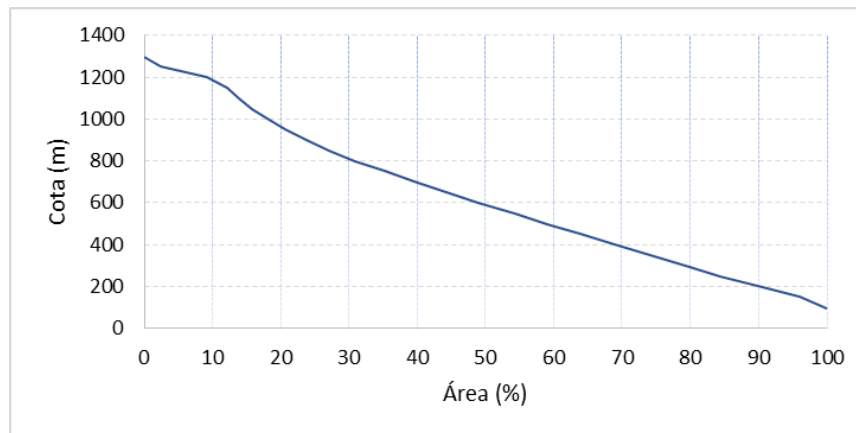


Figura 4. Curva hipsométrica da bacia do Rio Timbé.

Na bacia hidrográfica do rio Timbé, o ponto de maior elevação ($H_{m\acute{a}x}$) está localizado na cota 1297 m, e a cota mínima ($H_{m\acute{i}n}$) situa-se na altura da confluência com o Rio Figueira, na cota 92 m em relação ao nível do mar. A altitude média (H_m) de 630,933 m, indicando que 50% da bacia tem cota até 630,93 m (Figura 4) e altitude modal de 1222,73 m configurando-se como a altitude mais frequente.

O coeficiente de massividade (K_m) é de 0,5236 e coeficiente orográfico (K_o) de 330,36, estes índices segundo Borsato (2005) indicam que a bacia tem a distribuição maior de terras altas, os índices inferiores a 0,5 correspondem a bacias com distribuição maior de terras baixas.

O comprimento das curvas de nível (LCN) é de 3189,93 km, considerando a diferença entre cotas de 20 m. A declividade média (Dec) obtida com o método das curvas de nível foi de 0,5582 m m^{-1} ou 55,82%, com esse valor, o relevo segundo a Embrapa (1999) é classificado como “montanhoso”. A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo.

A relação de relevo (R_r) mede a declividade geral de uma bacia, é um indicador da intensidade de erosão operando nas vertentes da bacia. Segundo Back (2014), quanto maior a relação de relevo, maior será a quantidade de água a escoar superficialmente, e maior será a velocidade da água no sentido do maior comprimento da bacia. O valor obtido de (R_r) é de 62,647 m km^{-1} , que segundo Rossi & Pfeifer (1999), esta relação é classificada como “relação baixa”. O índice de rugosidade (I_r) é de 2644,975 e o coeficiente de rugosidade (R_n) de 122,525, segundo classificação de Pissara et al. (2004), valores de $R_n > 63$, são classificados como “Classe D, solos apropriados para reflorestamento”, quanto maior o valor de R_n , maior será o perigo de erosão na bacia.

O Fator topográfico (Ft) é de 22,882 e a razão de textura (Rt) indicam o grau erosivo da área, o valor de Rt é de 1,584, que por sua vez de acordo com a classificação de França (1968) valores de $Rt \leq 2,5$ são definidos como “Razão Textura Grosseira”.

O Log da textura topográfica (Log Tt) é de 0,600 e a textura topográfica (Tt) de 3,985, sendo para Freitas (1952) classificado de acordo com os índices de valores de drenagem: abaixo de 4,0 como de textura grosseira, entre 4,0 e 10,0 como de textura média e acima de 10,0 como sendo de textura fina. Para o valor verificado (3,985), a textura topográfica é classificada como sendo “textura topográfica grosseira”, que corresponde a um maior espaçamento entre os canais numa bacia hidrográfica. A textura topográfica (Tt) representa o seu grau de dissecação. Estudiosos em geomorfologia têm aplicado a Tt como indicador do estágio de erosão de uma região, do ponto de vista geológico.

E por fim o índice de alongamento do retângulo equivalente (KL) é de 10,245, sendo a largura do retângulo (B) de 34,220 km e altura (b) de 3,340 km indicando que o lado maior é 10,3 vezes o lado menor, mostrando que a bacia tem formato alongado.

Considerações Finais

Tendo como base os resultados obtidos e baseado nos índices de forma da bacia constatou-se que a bacia do rio Timbé apresenta formato alongado, indicando que as cheias observadas na região devem-se principalmente as condições climáticas e de ocupação da bacia e não a forma desta.

A alta densidade de drenagem indica uma grande quantidade de canais em relação à área de drenagem. A bacia apresentou uma hierarquização fluvial igual a seis, sendo que a 72,56% dos canais são de primeira ordem, o que indica uma grande quantidade de nascentes na área de estudo. A altitude média da bacia foi igual a 630,9 m, sendo que 50% da área de estudo apresenta altitudes entre 600 á 1297 m e a declividade média de 55,82%, configurando em um relevo montanhoso, que por sua vez tem como característica o grande aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo, caracterizando um solo apropriado para reflorestamento, comprovado pelo coeficiente de rugosidade de 122,525.

Por fim, a análise da Bacia do Rio Timbé, nos fornece dados relevantes acerca dos seus aspectos morfográficos e morfométricos. Essa investigação científica também serve de base para o melhor entendimento do regime hidrológico contribuindo para a gestão racional do ambiente.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfªÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências Bibliográficas

- ADAMI, R. M.; CUNHA, Y. M.; Caderno Educador ambiental das bacias dos rios Araranguá e Urussanga. 2 ed. Blumenau: Fundação agencia de Água do Vale do Itajaí, 2014. 140 p.
- BACK, A. J. Análise morfométrica da bacia do rio Urussanga - SC. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 7, n. 2, p.107-115, 2006.
- BACK, A. J. Bacias hidrográficas: Classificação e caracterização física. (com Programa HidroBacias para cálculos). 1 ed. Florianópolis: Epagri, 2014. 162p.
- BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994.
- BORSATO, F. H. Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2005.
- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. Revista Acta Scientiarum, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.
- CALIL, P.M. Potencial de uso por atributos morfométricos dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013. 336p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- GOMES, J. V. P.; BARROS, R. S. A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 1287.
- HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. New York: Geological Society of American Bulletin, 1945. v.56. p. 807-813.
- MILLER, V.C. A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area. Virginia, Tennessee: Dept. Geology, Columbia University. 1953. (Technical report 3).

PISSARA, T. C.; 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, Viçosa, v.28, n.2, p.297-305, 2004.

ROSSI, M.; PFEIFER, R.M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). Bragantia, Campinas, v. 58, n.1, p.141-156, 1999.

SCHUMM, S.A. The evolution of drainage systems and slopes in Badlands at Perth Amboy. Geological Society America Bulletin, v.67, p.597-646, 1956.

SILVA, L. P. da. Hidrologia: Engenharia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 330p.

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

WISLER, C. O.; BRATER, E. F. Hidrologia. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1964.