

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MORATO – LITORAL DO PARANÁ

Matheus Felipe de Pádua Severino¹; Marcos Garcia Junior²; Jessica Mayara Siqueira Silva; Maycon Moraes Souza³; Marciel Lohmann⁴

Resumo: O presente trabalho diz respeito a uma análise morfométrica da Bacia do Rio Morato, situada na Serra do Mar paranaense, sendo caracterizada por altitudes e declividades acentuadas. Assim o presente estudo tem por objetivo analisar e caracterizar a morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Morato. Para tal, foram utilizados dados do Ministério da Defesa, para a caracterização altimétrica e a rede de drenagem. Desta forma, foram confeccionados os mapas: base, hipsométrico, curvatura das vertentes, hierarquia fluvial além dos perfis longitudinal e topográfico. Além da produção dos mapas, realizaram-se os cálculos morfométricos baseados em três tópicos: Análise linear, areal e hipsométrica. Com isso, notou-se que a maior parte dos rios dizem respeito às primeiras e segundas ordem, totalizando 43km, com a rede de drenagem em padrão dentrítico. Ademais, notou-se uma grande declividade no relevo e, com isso, influenciando no padrão dendrítico de drenagem. Conclui-se que o estudo abre outras oportunidades para planejamento e estudos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Morato.

Palavras-Chave: Relevo; Guaraqueçaba; morfometria.

INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica ou de drenagem diz respeito a uma porção de terra constituída pelo rio principal e seus afluentes, junto aos divisores de água, sendo um conjunto de superfícies que, através de um canal ou tributários, drenam águas das chuvas, carregando sedimentos ou líquidos superficiais, de modo que possui partes mais altas que são os divisores de águas e sua foz, parte mais baixa, que desagua em um rio, lago ou mar, formando vales. (GUERRA, 1993; BARRELA, 2001). Ademais, a bacia hidrográfica também pode ser entendida como um sistema, onde recebe e perde energia através dos processos fluviais. (LIMA & ZAKIA, 2000)

A bacia hidrográfica do Rio Morato localiza-se na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, criado pelo Decreto Federal nº 90.883 de 31/01/1985 (BRASIL, 1985), próximo ao município de Guaraqueçaba, na microrregião de Paranaguá, no estado do Paraná. Considerando que a bacia se localiza juntamente com a Serra do Mirante e a Serra do Morato, a área possui altitudes e declividades acentuadas, proporcionando assim as características altimétricas e a rede de drenagem presente. Ademais, tendo em vista que a área próxima à foz do rio principal localiza-se em altitudes baixas, infere-se que o local se encontra próximo ao oceano. Tendo em vista sua posição próxima ao mar, isto confere elevados índices de umidade e pluviosidade, em torno 2.600mm/ano, estando no subtipo climático Cfa. (VANHONI & MENDONÇA, 2008; KOTTEK et al, 2006)

¹ Discente, Universidade Estadual de Londrina, matheusf.severino@gmail.com.

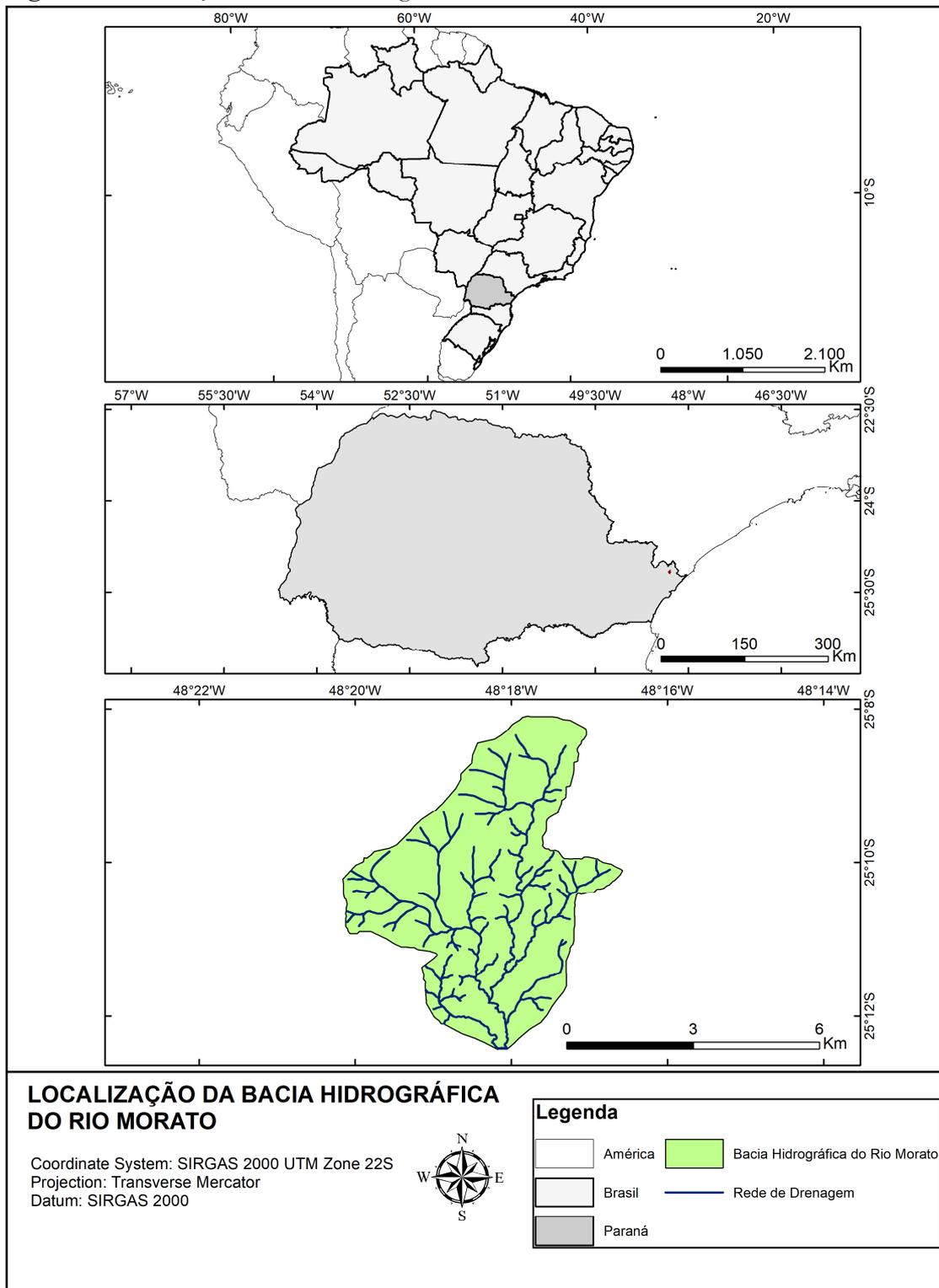
² Discente, Universidade Estadual de Londrina, marcosgj8@gmail.com.

³ Discente, Universidade Estadual de Londrina, maycon.moraes159@gmail.com.

⁴ Professor Adjunto, Universidade Estadual de Londrina, marciel@uel.br.

Todavia, apesar da importância socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Morato, não existem estudos que caracterizem geomorfologicamente a área da referida bacia. Desta forma, o estudo tem por objetivo analisar e caracterizar a morfometria da bacia hidrográfica do Rio Morato. Deste modo, a Figura 1 apresenta a localização da Bacia Hidrográfica do Rio Morato.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Morato.



Fonte: Base cartográfica do IBGE e dados SRTM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para tal, foram produzidos os mapas base, hipsométrico, de curvatura das vertentes e o de hierarquia fluvial, além dos perfis longitudinal e topográfico.

MAPA BASE

O mapa base foi produzido a partir da carta topográfica Ipanema do Norte, produzida pelo Exército Brasileiro, com escala 1:25.000. Com isso, a bacia hidrográfica do Rio Morato foi definida utilizando-se os divisores d'água do Rio Morato. Por fim, o Rio foi digitalizado utilizando a ferramenta *Feature Class*, sob o formato de linha, além de todos seus afluentes.

MAPA HIPSOMÉTRICO

Os mapas hipsométricos são utilizados para representar a topografia do relevo que, de acordo com Christofolletti (1980), preocupa-se em analisar as relações de um dado espaço horizontal e suas altitudes, de modo que apresenta uma proporção entre a área e as diversas variações altimétricas.

Para a construção do Mapa Hipsométrico, a partir dos dados altimétricos coletados pela The Shuttle Radar Topography Mission – SRTM (MIRANDA, 2005). Modelos Numéricos de Elevação (MDE) foram extraídas curvas de nível com equidistância de 10 metros e, em sequência, foi aplicada a ferramenta *Triangulated Irregular Network* (TIN). Deste modo, as classes de altitudes foram divididas em cinco, sendo: a cor verde para representar de zero a 50 metros, o amarelo de 50 a 200 metros, o laranja de 250 a 500 metros, o vermelho de 500 a 700 metros e o marrom de 700 a 910 metros.

MAPA DE CURVATURA DAS VERTENTES

Segundo Christofolletti (1980), as vertentes são superfícies não horizontais em que podem estar tanto na superfície quando submersas. Sua formação pode se dar a partir de diversas condições endógenas e exógenas. Silveira et al (2005) propõem um modelo descritivo de vertente: convexa, côncava e retilínea. Deste modo, a curvatura das vertentes é um fator primário para análises geomorfológicas tendo em vista sua influência nos graus de intensidade dos processos atuantes nas vertentes.

Com isso, a construção do Mapa de Curvatura das Vertentes, teve como base o Mapa Hipsométrico que, após sua transformação em arquivo *raster*, foi utilizada a ferramenta *Curvature* para a extração da curvatura das vertentes. As classes variaram de 1,31154 até -1,58767, sendo o menor valor representando as vertentes côncavas, os valores próximos à zero apresentando vertentes retilíneas e os maiores valores, vertentes convexas.

MAPA DE HIERARQUIA FLUVIAL

Para o Mapa de Hierarquia Fluvial, foi utilizado como modelo o Mapa Base. Através do método de Strahler (1952), foi estabelecido a ordem da Bacia Hidrográfica.

Perfil longitudinal

O perfil longitudinal de um rio se refere à relação existente entre a extensão do rio e sua altitude no terreno que, conforme exposto por Guedes et al. (2006), a altitude é transposta para o eixo vertical, assim como a distância do curso d'água é instalada na seção horizontal do produto cartesiano.

Utilizando como base o Mapa Hipsométrico, o Perfil Longitudinal foi construído pela função *Interpolate Line*, da ferramenta *3D Analyst*, em que foi traçada uma linha ao longo de todo o percurso do rio e, com a função *Profile Graph*, foi gerado o gráfico.

PERFIL TOPOGRÁFICO

O perfil topográfico de uma bacia hidrográfica diz respeito à relação entre as variadas altitudes da bacia em um transecto definido e a distância desta linha, estabelecidos em um gráfico de linhas. Ele é utilizado a fim de apreender sobre as diferenças topográficas e, assim, estudar a morfologia e as diferenças no relevo. (CARVALHO & LATRUBESSE, 2004)

CÁLCULOS MORFOMÉTRICOS

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Morato foi feita por meio de cálculos morfométricos baseados em três tópicos: Análise linear, areal e hipsométrica da rede hidrográfica.

A análise linear engloba as medições baseadas nos percursos dos rios dentro da bacia hidrográfica. Já a análise areal, além das medições lineares, são introduzidas as medidas planimétricas, levando em consideração toda a área da bacia. Complementando tais análises, a hipsométrica, utiliza-se das medições horizontais acrescidas das altitudinais ou verticais, passando a ter uma visão tridimensional da bacia. (CHRISTOFOLETTI, 1980). A Tabela 1 apresenta todos os cálculos feitos.

Para elaboração de todos os mapas bem como dos perfis longitudinal do rio principal e do topográfico, foi utilizado o *software* ArcMap 10.5 e, para a coleta dos dados, as bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018) e dados SRTM.

Tabela 1: Cálculos de morfometria.

a) Análise Linear		
Comprimento Médio dos Canais	$C_{mc} = C_n/N_m$	C_n – Comprimento dos canais. N_m – Núm. de canais de cada ordem.
Extensão do Percurso Superficial	$E_{ps} = 1/2.D_d$	E_{ps} - Extensão do percurso. D_d - Densidade de drenagem.
Percentual do Gradiente dos Canais	$G = (H-h/L).100$	H – Altitude da nascente. H - Altitude da foz. L – Comprimento do rio principal.
Índice de Sinuosidade	$I_{sin} = L/L_t$	L - Comprimento do rio principal. L_t - Comprimento do eixo da bacia.
Comprimento Médio dos Rios	$L_m = L_u/N_u$	L_u – Extensão total dos rios. N_u – Núm. de rios da bacia.
b) Análise Areal		
Forma da Bacia	$F_f = A/L^2$	A – Área da Bacia. L^2 – Comprimento do eixo elevado ao ² .
Índice de Compacidade	$K_c = P/2.\sqrt{3,14.A}$	P - Perímetro da bacia. A - Área da bacia.
Densidade de Drenagem	$D_d = L/A$	L – Comprimento total dos canais. A – Área da bacia.
Densidade dos Rios	$D_r = N/A$	N – Núm. de Rios. A – Área da Bacia
Coeficiente de Manutenção	$C_m = 1/D_d.1000$	D_d - Densidade de drenagem.
c) Análise Hipsométrica		
Amplitude Altimétrica	$H_m = N_A - A_F$	N_A – Maior altitude. A_F - Altitude da foz.
Relação de Relevô	$R_r = H_m/L_b$	H_m - Altitude máxima da bacia. L_b - Comprimento da bacia.
Índice de Rugosidade	$I_r = H.D_d$	H – Amplitude altimétrica. D_d – Densidade de drenagem.
Textura Topográfica	$T_t = 1,6582462/ D_d^{1,115}$	D_d – Densidade de drenagem (elevada à 1,115).

Fonte: Christofolletti, 1980.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos resultados obtidos, notou-se que as nascentes convergem de maneira rápida para o rio principal, sobretudo pela dimensão média dos rios de primeira e segunda ordem.. Ademais, nota-se um padrão de drenagem dentrítico dos rios, que se assemelha a uma ramificação arbórea, que, segundo Chistofolletti (1980), faz com que a bacia tenha o leito do rio principal correspondendo a um “tronco de árvore”, os rios tributários como seus “ramos ou galhos” e as menores correntes de água como as “folhas ou raminhas”. Estes “ramos”, dos rios tributários, se encontram formando ângulos agudos na superfície, o que é notado na bacia hidrográfica analisada. O tamanho da bacia hidrográfica é considerada mediana, com área de 21,7 km².

Tabela 2: Dados da Bacia do Rio Morato.

Medida do Rio Principal	8,5 km
Ponto de Maior Altitude	911 m
Ponto de Menor Altitude	9 m
Comprimento Total dos Canais	63,4 km

Cálculos feitos com base nos dados coletados.

A Tabela 3 apresenta a hierarquia da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Morato.

Tabela 3: Hierarquia da Rede de Drenagem do Rio Morato (Método de Strahler).

Ordens	Nº total de rios	Comprimento total (m)
Rios de 1ª ordem	76	30,4 km
Rios de 2ª ordem	20	12,6 km
Rios de 3ª ordem	6	15,7 km
Rios de 4ª ordem	2	3,3 km
Rios de 5ª ordem	1	1,4 km

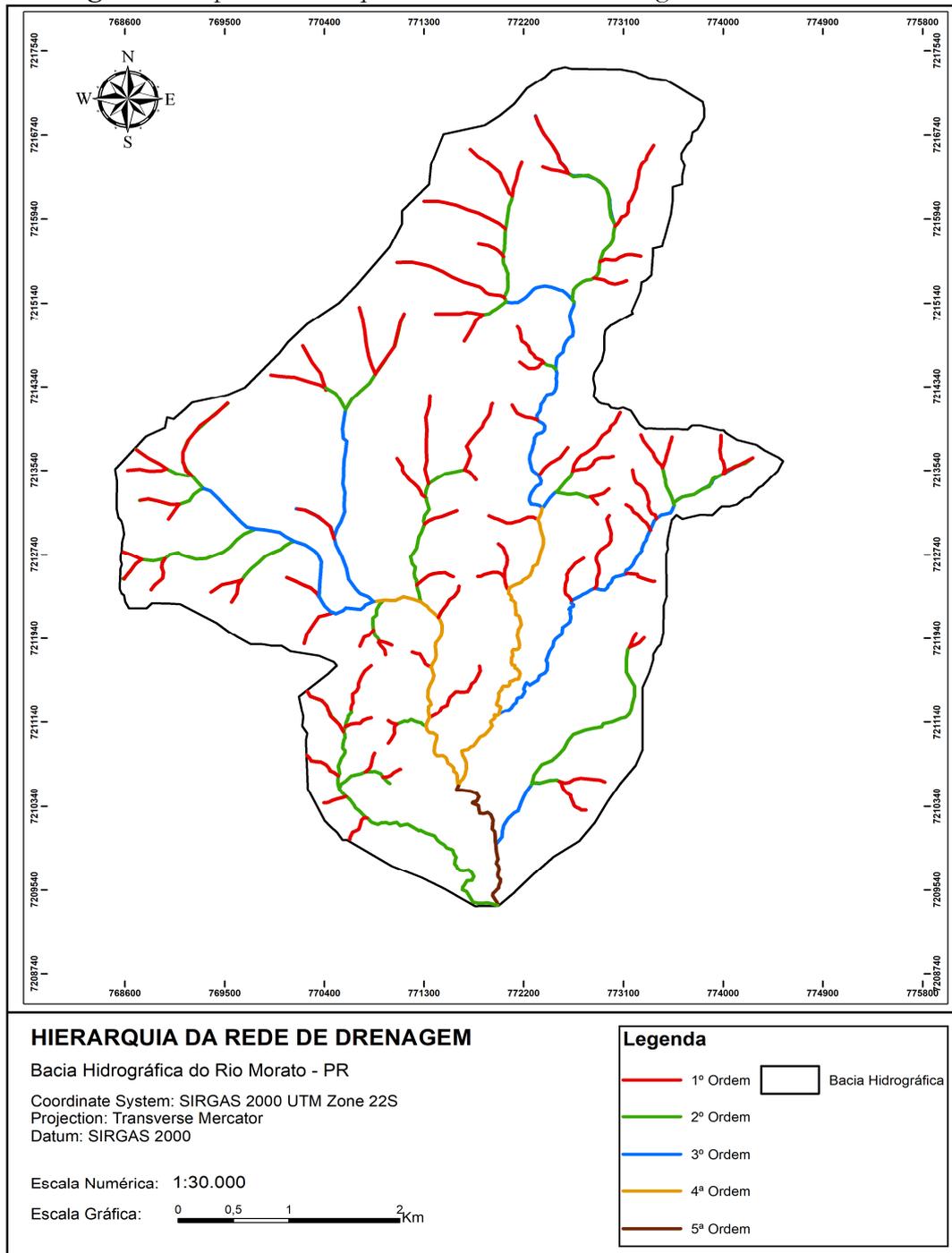
Cálculos feitos com base nos dados coletados

Já a Figura 2, apresenta o mapa contendo a hierarquia fluvial.

De acordo com os dados apresentados pela Tabela 2, a bacia hidrográfica do Rio Morato apresenta variação altimétrica de 902 m. No que tange aos resultados relacionados à ordem dos rios, a Tabela 3 nos mostra que a Bacia Hidrográfica do Rio Morato se caracteriza por uma rede de drenagem com hierarquia fluvial de 5º ordem, segundo a classificação de Strahler (1974). A

Bacia é composta por 76 afluentes de 1º ordem, com extensão 30,4 km, 20 afluentes de 2º ordem, com extensão 12,6 km, seis afluentes de 3º ordem, com extensão 15,7 km, dois afluentes de 4º ordem, com extensão 3,3 km e um afluente de 5º ordem com extensão de 1,4 km. O rio principal possui 8,5 km.

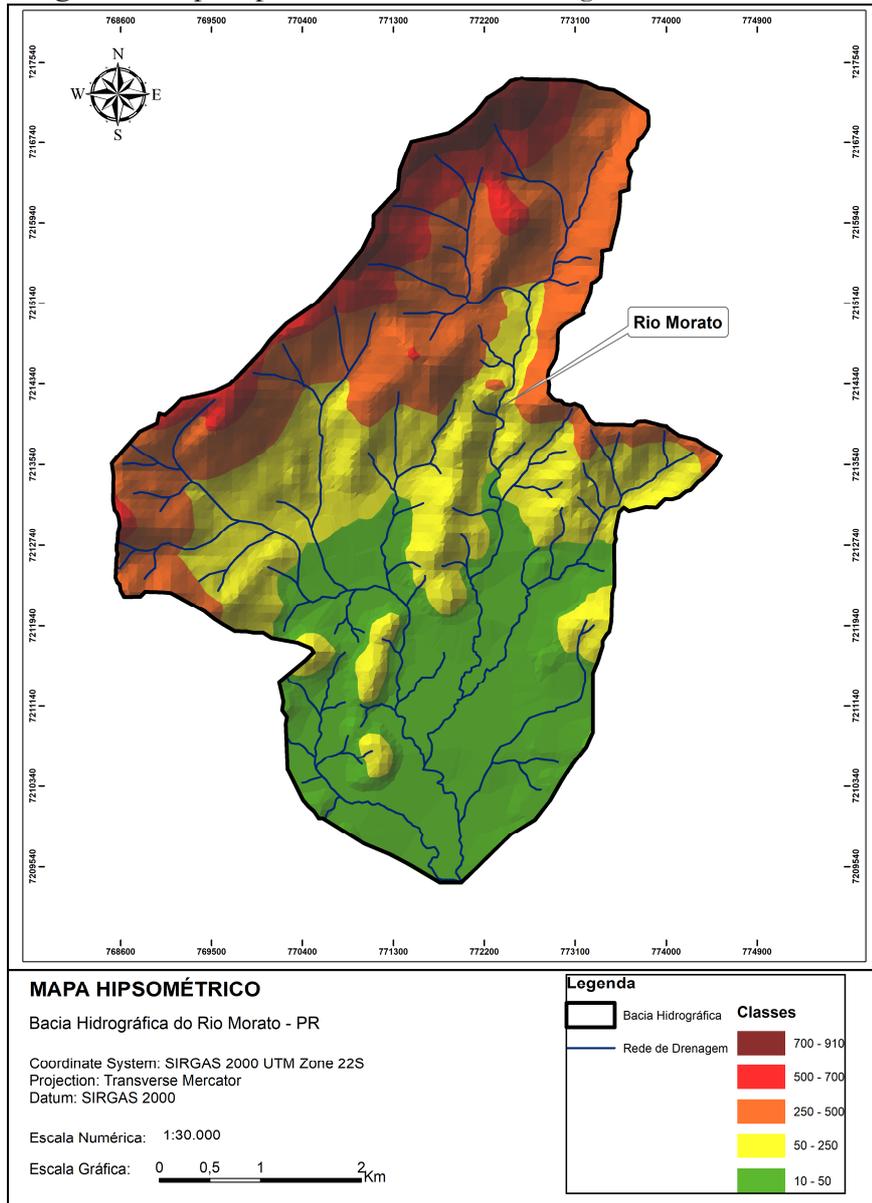
Figura 2: Mapa de Hierarquia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Morato.



Fonte: Bases cartográficas do IBGE e dados SRTM.

A Figura 3 apresenta o mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Morato.

Figura 3: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Morato.



Fonte: Bases cartográficas do IBGE e dados SRTM.

A Tabela 4 apresenta a análise hipsométrica da rede hidrográfica.

Tabela 4: Análise hipsométrica da rede hidrográfica

Hm: Amplitude Altimétrica máxima da bacia	902 m
Rr: Relação de Relevo	0,106 m m ⁻¹
Ir: Índice de Rugosidade	2,61
Tt: Textura Topográfica	0,502

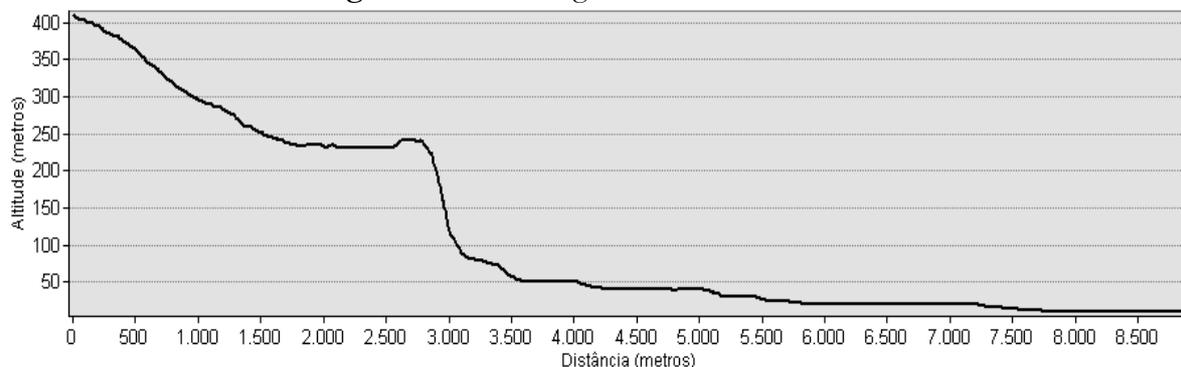
Cálculos com base nos dados coletados.

Com relação à análise hipsométrica, identificou-se a área de maior altitude com 911 metros. A relação do relevo é de 0,106 m/m⁻¹. Observou-se também o índice de rugosidade no valor de 2,61 e a

textura topográfica de 0,502. Analisando a Hm, nota-se um relevo bastante declivoso, na qual em menos de 8 km (medida do comprimento do eixo da bacia) a diferença de altitude é de quase 1000 metros. A Rr diz respeito a $0,106 \text{ m/m}^{-1}$

O Ir que leva em conta, segundo Strahler, (*apud* Christofolletti, 1980) a união da densidade de drenagem, amplitude altimétrica e as formas da vertentes, resultou no índice de 2,61, com isso, para se estabelecer um parâmetro para a análise segundo o autor citado, na medida em que a Dd aumente e a Hm se mantenha ou *vice-versa*, resulta em maiores declividades e menores distâncias horizontais superficiais, denotando alta rugosidade. Com relação à Textura topográfica, esta se mostra uma bacia de nível “grosso”, segundo França (1968), tendo em vista que o índice ficou abaixo de 4, com um total de 0,502.

Figura 4: Perfil Longitudinal do Rio Morato.



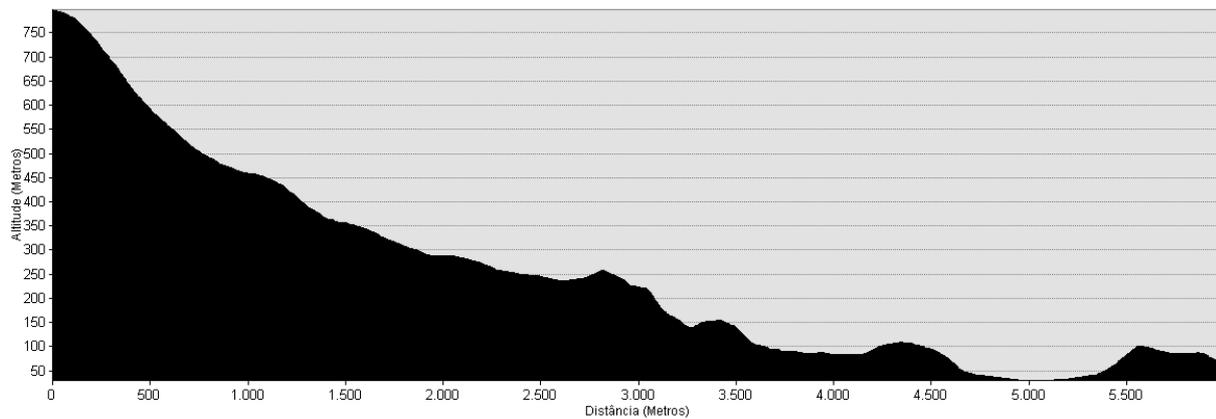
Fonte: Bases cartográficas do IBGE e dados altimétricos coletados pelo SRTM.

Em relação ao Perfil Longitudinal – Figura 4 - este possui 8.5 km de extensão. Nota-se primeiramente que sua nascente se encontra a uma altitude próxima de 400m e, subsequentemente, em 1.200m de extensão o curso d’água encontra-se próximo à altitude de 300m, evidenciando uma declividade considerável. Já com uma declividade menor entre as distâncias de 2.000m e 2.500m, o rio corre sobre um gradiente altimétrico de aproximadamente 10m..

Entretanto, convém ressaltar a ocorrência de uma abrupta queda na altitude do curso d’água entre 2.750m e 3.450, tendo em vista que seu nível passa de 250m para aproximadamente 80m acima do nível do mar, formando uma corredeira de altíssima declividade e energia das águas. Assim, se pode inferir que há a possibilidade de ocorrência de uma falha geológica em seu curso médio. Esta área também está propícia à eventos erosivos de maior impacto, já que o rio possui, nesta área, maior força para o transporte de materiais por sua maior velocidade de escoamento das águas. Ademais, no trecho final de sua extensão, o curso d’água tem uma diminuição na amplitude altimétrica – e, por consequência, em sua declividade – já que os níveis passam de, aproximadamente, 55m para o nível do mar em 4.000m de extensão. Assim, infere-se que, considerando que o relevo como um todo da bacia se encontra em locais de declives

característicos, tal fator é de grande contribuição para a definição não só do perfil longitudinal do curso do rio, bem como suas características relacionadas à vazão e capacidade erosiva.

Figura 5: Perfil Topográfico, com sentido noroeste-sudeste, da Bacia Hidrográfica do Rio Morato.

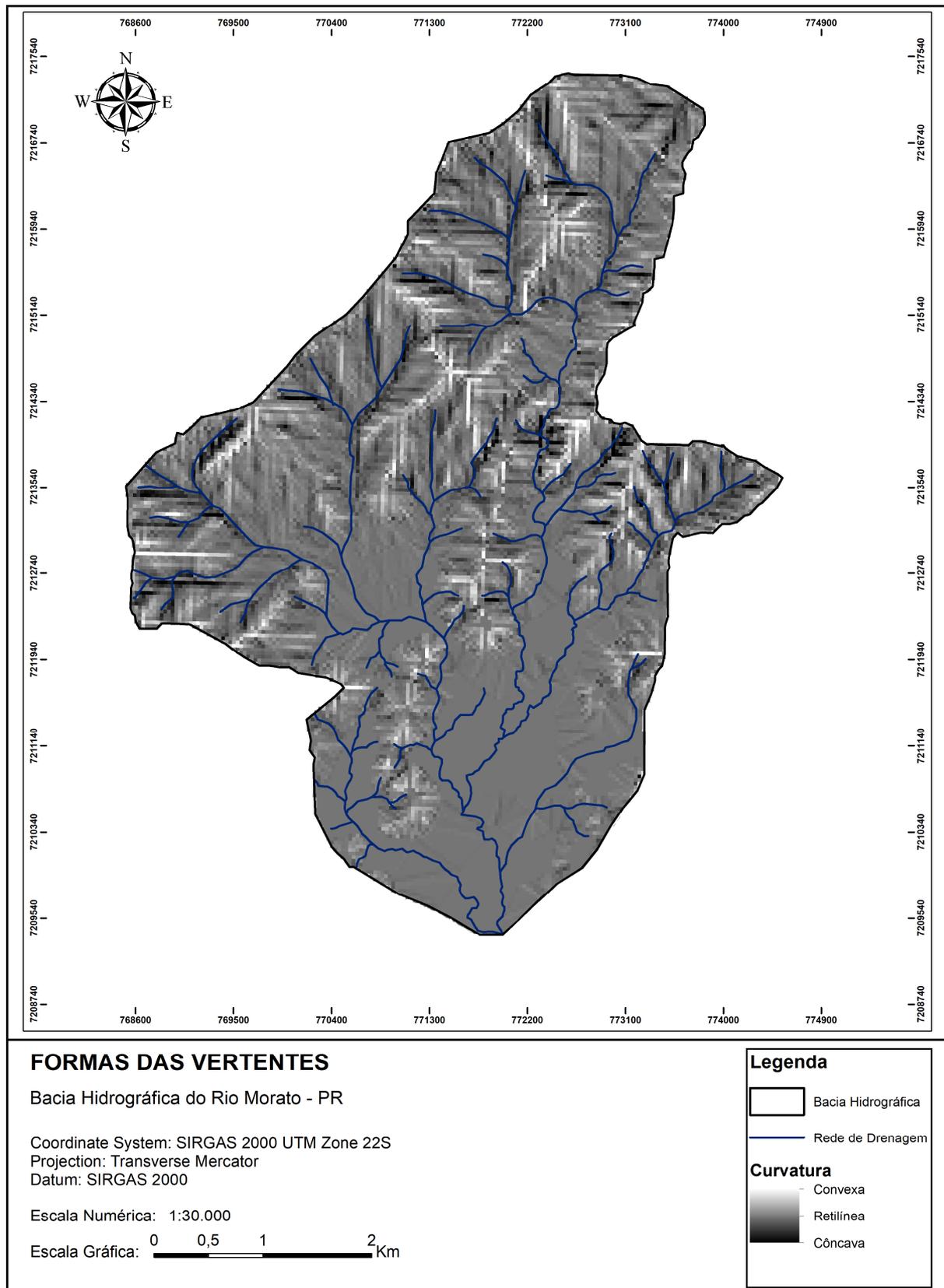


Fonte: Bases cartográficas do IBGE e dados altimétricos coletados pelo SRTM.

A topografia da bacia hidrográfica – demonstrado na Figura 5 - possui uma característica em especial tendo em vista que se encontra nas vertentes das serras do Mirante e Morato voltadas a sudeste. Desta forma nota-se que a montante as formas topográficas possuem declividades muito acentuadas, ao passo que, ao se aproximar da foz, além do gradiente altimétrico diminuir, a altitude chega próxima ao nível do mar. Em seus primeiros metros de distância percebe-se que o relevo inicia a aproximadamente 800m de altitude e, distanciando 1000m, ele se encontra próximo 475m. Isto demonstra que, apesar da pequena distância, o relevo próximo aos topos se caracteriza por uma alta declividade, o que pode ocasionar, dentre outras coisas, processos erosivos e de movimentação de massas mais fortes considerando a maior energia gerada pela força da gravidade nestas áreas. Tal gradiente altimétrico continua elevado até 1.500m de distância, quando o relevo se estabelece a aproximadamente 350m de altitude, entretanto, neste trecho, o declive não é linear como no trecho anterior. Entre as distâncias de 1.500m e 2.250m a diferença altimétrica diminui. Outro trecho de declividade acentuada se encontra a partir dos 3.000m de distância que, até próximo de 3.250m de distância, o relevo passa de 200m para menos de 150m.. Ao fim do transecto topográfico, o relevo se mantém no nível de 70m, com um grande aclave entre 4.250m e 4.750m, onde o relevo se encontra a 100m acima do nível do mar. Por fim, a partir de 5.000m de distância, a forma topográfica entra em um declive novamente até atingir o nível de base.

Desta forma, nota-se que o relevo da bacia hidrográfica, além de possuir trechos distintos no que tange a declividade, há também a presença de algumas formas residuais que, no transecto definido, se apresentou no segmento final.

Figura 6: Mapa de Formas das Vertentes da Bacia Hidrográfica do Rio Morato.



Fonte: Bases cartográficas do IBGE e dados SRTM

Como exposto pela Figura 6, nas porções de topo, a forma de vertente predominante é a retilínea, com uma vertente convexa e logo abaixo sendo comuns no formato côncavo. Na área mais central da bacia, há uma mescla de vertentes no formato côncavo e convexo, com ligeira predominância de

convexas. Na área mais baixa há especialmente várias vertentes convexas finalizando na a jusante com vertentes retilíneas. Segundo Christofolletti (1980), o formato típico de bacias tem a forma convexa no topo e côncava na parte inferior, no caso da bacia estudada não necessariamente segue esse modelo, pois apesar de iniciar predominantemente com formas retilíneas e convexas, na parte inferior as vertentes seguem predominantemente novamente o formato convexo.

Na Tabela 4 são apresentados os dados da análise linear da rede hidrográfica.

Tabela 4: Análise linear da rede hidrográfica.

	1ª ordem: 0,4 km
	2ª ordem: 0,63 km
CMC: Comprimento médio dos canais	3ª ordem: 2,6 km
	4ª ordem: 1,67 km
	5ª ordem: 1,4 km
L: Comprimento do rio principal	8,5 km
Eps: Extensão do percurso superficial	172,41 km
G: Gradiente dos canais	38,8%
<u>Isin</u> : Índice de sinuosidade	1,07
Lm: Comprimento médio dos canais	0,6 km

Cálculos com base nos dados coletados.

Na análise do CMC nota-se uma dimensão menor dos canais de primeira e segunda ordem que estão mais próximos à montante, se comparados aos mais distantes. Principalmente pelo fato desta bacia possuir um número razoável de rios, e conseqüentes confluências logo após as nascentes, fazendo estes canais possuírem ordens com uma pequena distância. À medida que se avança na jusante, a confluência entre rios é menor, fazendo com que as ordens seguintes aumentem sua distância média. Com relação ao G foi obtida uma média de gradiente dos canais de 38,8%, ou seja, não se trata de uma bacia hidrográfica sumariamente plana, mas sim de um relevo declivoso na qual a média de diferença altimétrica entre o ponto mais alto de um segmento fluvial com o mais baixo é notoriamente distinto. Já o Isin apresenta índice de 1, uma característica de rios pouco sinuosos, se enquadrando na classe retilínea de rios, como apresenta Schumm (1963). O comprimento médio dos canais da bacia também é relativamente pequeno não passando de 1 km. A análise areal da rede hidrográfica é exposta na Tabela 5.

Tabela 5: Análise areal da rede hidrográfica.

A: Área da Bacia	21,7 km ² ou 21 700 m ²
Ff: Fator forma da Bacia	349,94
Kc: Índice de Compacidade	0,049
Dr: Densidade de rios	3,5 rios km ⁻²
Dd: Densidade de Drenagem	2,93 km km ⁻²
Cm: Coeficiente de Manutenção	344 820 m ² m ⁻²

Cálculos com base nos dados coletados.

Para se analisar a forma da bacia, comparando-o com uma forma geométrica, é necessário levar em consideração o índice de compacidade e o fator forma da bacia. Nota-se um Kc baixo (0,049) e um alto índice do fator forma da bacia (349,94). Assim, tem-se um padrão de drenagem voltado para uma circunferência, sendo que em momentos de pluviosidade normal, é possível existir o risco de enchente, principalmente no rio principal próximo de sua jusante. A Dd com o índice de 2,93 km/km⁻² faz dessa bacia uma densidade de drenagem extremamente pobre, a presença de rochas resistentes no solo da bacia é um fator preponderante. A Dr também evidencia com o índice de 3,5 km⁻², uma presença razoável de rios por km quadrado. Por fim, o Cm tem um índice de 344 820 m²/m⁻² para que um canal fluvial seja mantido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises possibilitaram concluir que o padrão dentrítico presente na bacia hidrográfica possui a maior parte de seus rios de primeira e segunda ordem, de modo que estes totalizam 43km de extensão. Além disso, no que tange à hipsometria a se mostrou bastante declivosa nos locais de nascente, sendo demonstrados tanto pelo perfil longitudinal quanto pelo topográfico. Esta característica pode ser explicada pelo fato de que parte da Bacia se encontra na Serra do Mar e seu ponto exultório muito próximo ao mar. Em relação às vertentes, a Bacia possui uma distribuição maior de vertentes convexas, localizadas próximas ao topo, do que daquelas côncavas e, junto a isso, os locais retilíneos se localizam por toda a Bacia, tendo em vista sua proximidade com o mar e as baixas altitudes. Foi observado também uma maior média na extensão dos rios de última ordem. Por fim, percebeu-se que a drenagem dos rios é pobre, através do qual há a presença razoável de rios por km.

Em suma, a estudo de uma bacia hidrográfica se mostra pertinente a ser considerando a alta demanda atual no planejamento ambiental. Por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental e possuir um interessante e notável potencial turístico, os resultados deste trabalho poderão ainda auxiliar como base de dados para estudos futuros com foco na preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- 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**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 12, p. 87-207.
- BRASIL Decreto Federal nº 90.883 de 31/01/1985. Dispõe sobre a implantação da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, no Estado do Paraná, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 fev. 1985. Seção 1, p. 1917.
- CARVALHO, T.M; LATRUBESSE, E.M. Aplicação de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v.5, n.1, p. 85-93, 2004.
- CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151p. Tese de Doutorado – Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GUEDES, I.C; SANTONI, G.C; ETCHEBEHERE, M.L.C; STEVAUX, J.C; MORALES, N; SAAD, A.R. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. **Revista Geociências**, Rio Claro, v.5, n.1, p. 75-102, 2006.
- GUERRA, A.J.T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- IBGE. **Bases e referenciais**. Disponível em: <mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas.html> Acesso em: 20 ago. 2018.
- KOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, F. RUBEL. **World Map of KöppenGeiger Climate Classification**. 2006. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at>. Acesso em: 05 jan. 2018.
- 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**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p. 33-43.
- MIRANDA, E. E.. **Brasil em Relevo**. 2005. Disponível em: <www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 26 Ago. 2018.
- VANHONI, F; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.3, p. 49-63, 2008.
- SCHUMM, S.A. Sinuosity of Alluvial Rivers in the Great Plains. **Bulletin of the Geological Society of America**, McLean, v.74, n.9, p.1089-1100, 1963.
- SILVEIRA, C.T.; FIORI, A.P; OKA-FIORI, C. Estudo das unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial na APA de Guaratuba: subsídios para o planejamento ambiental. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v.57, p. 9-23, 2005.
- STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Bulletin of the Geological Society of America**, McLean, v.63, n.11, p. 111-1141, 1952.
- STRAHLER, A.N. **Geografia física**. Barcelona: Editora Omega, 1974.