

Geoprocessamento aplicado ao estudo da análise morfométrica: o caso da microbacia do rio Coisa Boa – Igatu – Chapada Diamantina – Ba

Danusa da Purificação Rodrigues¹

Marjorie Cseko Nolasco¹

Taise Bonfim de Jesus¹

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS/PPGM

Avenida Transnordestina, s/n, Campus Universitário, Módulo 5 - fundos, Prédio PPGM,

Bairro: Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP: 44036-900, UEFS

{ danusadpr, marjorie.nolasco } @gmail.com

taisebj@hotmail.com

Abstract. The aim of this study is to analyze the River Watershed Coisa Boa in the region of Igatu, Chapada Diamantina-Ba, from morphometric analysis: hierarchical, linear, areal and hypsometric its drainage network. The parameters analyzed were the order of channels, numbers and length of channels of each order, bifurcation ratio, length of main channel (Lm), basin area (A); basin perimeter (P) form factor (F) ; compactness coefficient (Kc), the basin length (L) shape of the basin (Ic), density of rivers (Dr), drainage density (Dd), minimum altitude of the basin, maximum altitude of the basin, maximum amplitude of the altimetry basin relief ratio, roughness index. These indices were chosen since they allow a greater relationship between the characteristics of rock, soil and topography, with the drainage network. For this analysis was created a geographic database, using the Application: Arc Gis 9.3, which contains the MDT / SRTM, maps hypsometric and slope, contours, spot elevations, boundary of the watershed, drainage system, hierarchy of channels and points of GPS data that tabular. It was found about the bifurcation ratio values found for each order of the channels, it is said that most of the channels have strong dissection and amorite areas and has an elongated shape , which allows greater speed in the dispersion of pollutants.

Keywords: morphometric analysis, river watershed Coisa Boa, GIS

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual foi implementada pela Lei 9.433/97, incorpora questões sobre a gestão de recursos hídricos, em que a bacia hidrográfica é adotada como unidade de estudo e gestão. Assim, esta se constitui como uma das formas de planejar um espaço, e, Botelho e Silva (2007) afirmam que a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 60. A referida unidade pode ser setorizada em subacias e microbacias, apresentando conceituação diferenciada e podem ser analisadas por índices e parâmetros que expressem sua hierarquia fluvial e permitam analisar areal, linear e hipsometricamente.

Nesta pesquisa optou-se por utilizar o termo microbacia hidrográfica e observa-se na literatura que não há consenso sobre uma definição nem sobre a dimensão de qual seria suas áreas mínimas e máximas. O supracitado termo é amplamente utilizado por profissionais da ciência agrônoma, mas de acordo com Botelho e Silva (2007), o termo microbacia tem sido preferencialmente utilizado para bacias de tamanho menor, mas não uma regra.

Assim, essa pesquisa objetiva analisar a Microbacia do Rio Coisa Boa a partir das análises morfométricas: hierárquica, linear, areal da rede de drenagem e hipsométrica.

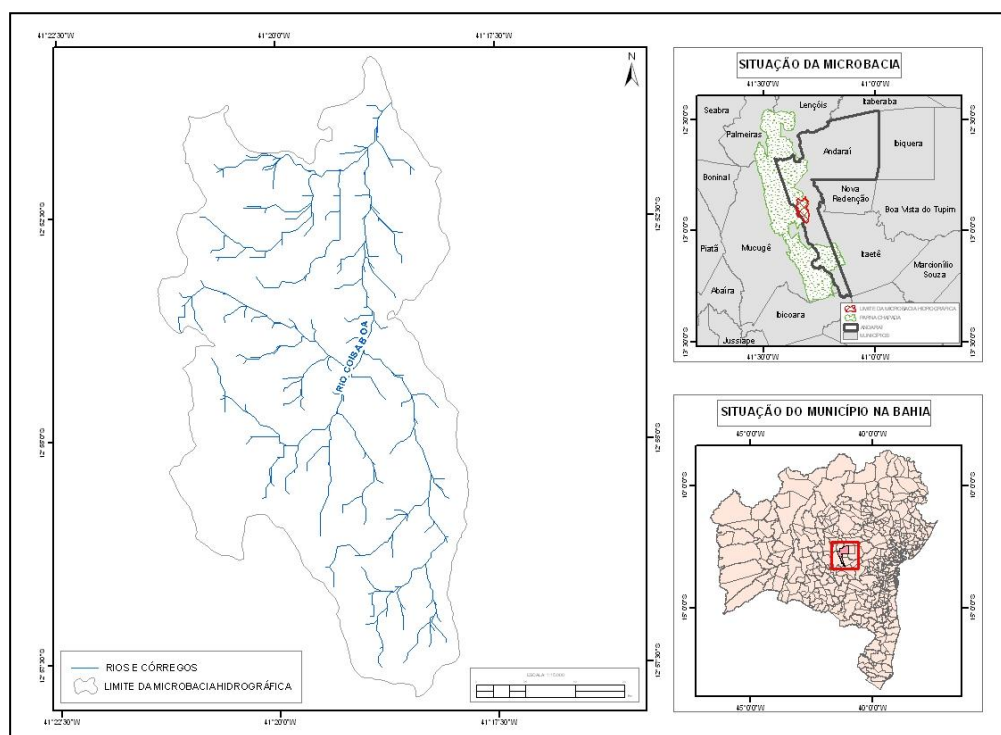
Segundo Christofolletti (1980), a análise das características físicas de uma bacia hidrográfica tem aplicação nas seguintes áreas: escolha de fontes para abastecimento de água; projeto e construções de obras hidráulicas; projetos de drenagem; irrigação; regularização de

corpos d'água e controle de inundações; controle da poluição; controle de erosão; navegação; aproveitamento hidroelétrico; operação de sistemas hidráulicos complexos; recreação e preservação do meio ambiente e preservação e desenvolvimento da vida aquática.

2. Metodologia de Trabalho

O distrito de Igatu, pertencente ao município de Andaraí, tem como sede a vila de mesmo nome, que significa “água boa”, fundada por garimpeiros no século XIX. Localizada nos limites do Parque Nacional da Chapada Diamantina, tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), possui uma população de aproximadamente 370 habitantes. De acordo com Nolasco (2000), a vila tinha no garimpo sua principal fonte de renda, sendo que hoje está sendo substituída pelo turismo, embora haja garimpo artesanal de serra em pequena escala. O acesso a partir de Salvador é efetuado pelas rodovias BR-324, BR-116, BR-242 e BA-142 num percurso total de 414 km, distando 410 Km da capital baiana e 310 Km de Feira de Santana, aproximadamente.

A microbacia do Rio Coisa Boa, inserida no supracitado distrito, encontra-se localizada entre as coordenadas de latitude sul 247150 e 249702 e de longitude oeste 8578320 e 8565662 e uma altitude média de 824m (Figura 1). Pertence à bacia do Paraguaçu, o qual é considerado o maior rio genuinamente baiano, com nascentes diamantíferas e margens férteis. O nome Paraguaçu é de origem indígena e significa "água grande, mar grande, grande rio". A referida microbacia também está inserida no município de Andaraí, no distrito de Igatu, a qual encontra-se quase totalmente inserida no Parque Nacional da Chapada Diamantina e pertencendo ao território de identidade da Chapada Diamantina.



Fi.gura 1: Localização da área de estudo

Quanto à etapa metodológica, inicialmente gerou-se as curvas de nível com intervalos de 10m da área de estudo e pontos cotados, os quais favoreceram a identificação dos divisores topográficos. Posteriormente, traçou-se uma linha divisora de água que liga os pontos mais elevados - topos - da região em torno da drenagem considerada, delimitando a microbacia da

área de estudo. A delimitação da rede de drenagem se utilizou dos dados da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com 30m de resolução espacial, bem como os processos anteriores. Posteriormente, foi realizada a validação em campo com aparelho de GPS, para checagem tanto dos limites topográficos da área de estudo, quanto da rede hidrográfica, comparando-a com arquivos vetoriais de hidrografia em formato *shapefile* (.SHP), da carta topográfica da SEI(qual folha?), na escala 1:100.000.

O software ARCGIS 9.3 foi utilizado para gerar as curvas de nível, delimitação da microbacia, rede de drenagem, elaborar a análise morfométrica, hierarquia dos canais de acordo com Strahler (1952), linear, areal da rede de drenagem e a análise hipsométrica, permitindo dessa forma a construção de um banco de dados geográfico da área de estudo, conforme figura 2.

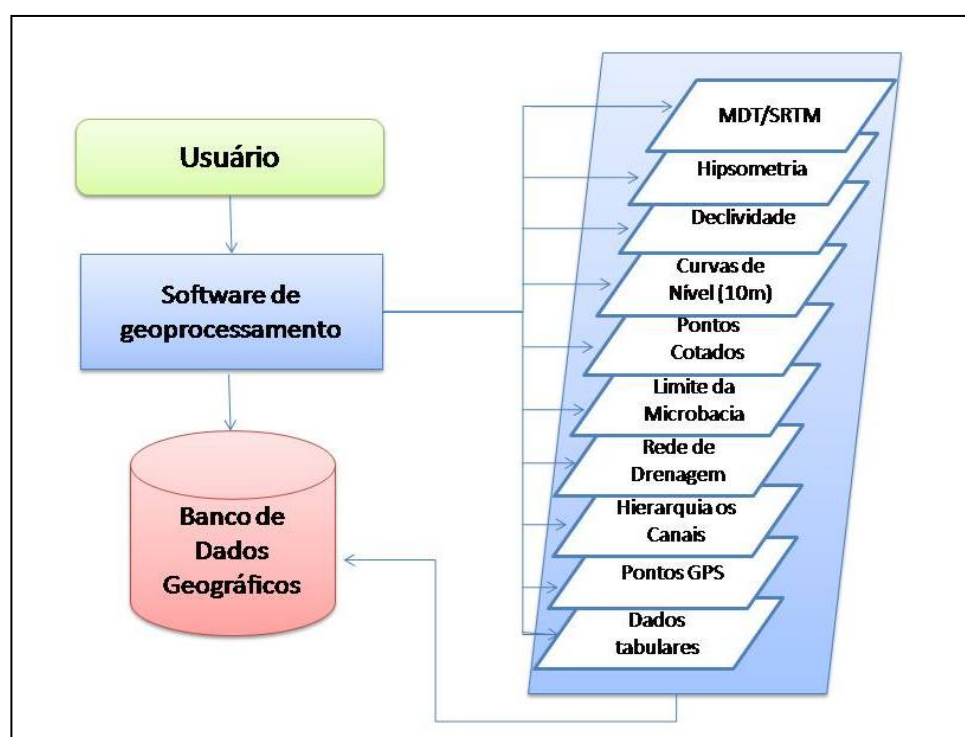


Figura 2: Banco de dados geográfico referente à área de estudo

Os parâmetros que se destacam na hierarquia da rede de drenagem são: ordem dos canais; números e comprimento total dos canais de cada ordem.

As análises linear e areal se processam após ter sido realizada a ordenação de canais fluviais e a hierarquia fluvial.

Os índices lineares e areais utilizados nesse trabalho são: relação de bifurcação; comprimento do canal principal (L_m); área da bacia (A); perímetro da bacia (P); fator forma (F); coeficiente de compactidade (K_c); comprimento da bacia (L); forma da bacia (I_c); densidade de rios (D_r); densidade de drenagem (D_d). (Quadro 00). Estes índices foram escolhidos visto que permitem uma maior relação entre as características de rocha, relevo e solos, com a rede de drenagem.

Quanto aos parâmetros relativos ao relevo da bacia foram escolhidos a partir do trabalho de Aguiar (2009). Assim, os parâmetros foram: altitude mínima da bacia, altitude máxima da bacia, altitude mediana da bacia, amplitude altimétrica máxima da bacia, relação de relevo, índice de rugosidade.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a hierarquização realizada da rede de drenagem, esta microbacia é classificada como de 5^a ordem, de acordo com a hierarquia de Strahler, possuindo 253 ligamentos totais, ou seja, número total de canais de escoamento. Assim, quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem.

A tabela 1 apresenta a hierarquia da MCB, com número de segmentos de canais para cada ordem hierárquica e seu comprimento total e a figura 3, apresenta o limite da bacia hidrográfica, rede de drenagem extraída de forma automática e hierarquização dos trechos e drenagem.

A hierarquização e contagem do número de canais em cada ordem foi útil para outros cálculos morfométricos tais como: relação de bifurcação, densidade dos rios e o índice de bifurcação. Lembrando que todos os cálculos são cumulativos, ou seja, um cálculo depende do outro para ser efetuado.

Tabela 1: Hierarquia da BRCB com número de seguimento de canais para cada ordem hierárquica e seu comprimento total

HIERARQUIA	NÚMERO DE CANAIS	COMPRIMENTO TOTAL (Km)
1 Ordem	137	39,7
2 Ordem	25	21,95
3 Ordem	8	19,15
4 Ordem	2	7,18
5 Ordem	1	1,18
Total	253	89,16

A utilização do MDT/SRTM possibilitou o levantamento e mensurações das variáveis morfométricas: linear, areal e hipsométrica. Os índices lineares e areais utilizados nesse trabalho são: relação de bifurcação; comprimento do canal principal (Lm); área da bacia (A); perímetro da bacia (P); comprimento da bacia (L); fator forma (F); coeficiente de compactidade (Kc); índice de circularidade (Ic); densidade de rios (Dr); densidade de drenagem (Dd); coeficiente de manutenção (Cm).

Quanto a relação de bifurcação da BRCB, os resultados encontrados foram: 5,48 para a relação entre o número de canais de primeira e de segunda ordem, para a razão entre os canais de segunda e terceira ordem o resultado foi 3,13, a relação de bifurcação entre os canais de terceira e quarta ordem foi de 4,00 e a entre quarta e quinta ordem foi 2. Todos os resultados foram superiores ou iguais a dois ($Rb \geq 2$) como estabelecido por Strahler. (Tabela 2)

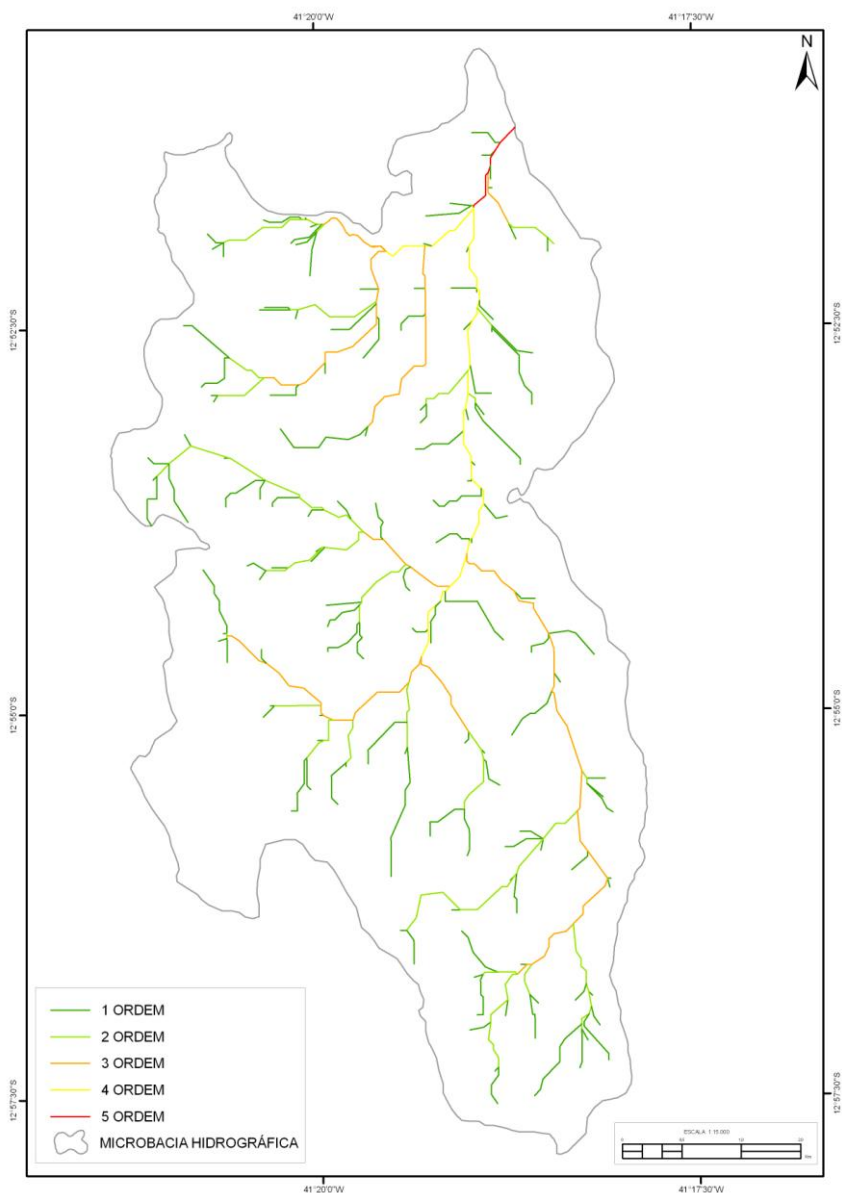


Figura 3: Limite da microbacia hidrográfica, rede de drenagem extraída de forma automática e hierarquização dos trechos e drenagem.

Tabela 2 – Hierarquia dos canais, Número de canais e o índice de bifurcação da BRCB

HIERARQUIA	NÚMERO DE CANAIS	ÍNDICE DE BIFURCAÇÃO
1 Ordem	137	-----
2 Ordem	25	5,48
3 Ordem	8	3,13
4 Ordem	2	4,00
5 Ordem	1	2,00

Segundo Silva et al. (2003), o valor desse parâmetro é maior para áreas amorreadas, com bacias de drenagem muito dissecadas, sendo o índice de bifurcação de 3 a 4 e em áreas colinosas, somente 2. De acordo com a afirmação desse autor, a maior parte dos canais apresentam forte dissecção e áreas amorreadas.

No que diz respeito a outro índice de análise linear, o comprimento do rio principal, que neste caso é um canal de 5ª ordem, possui uma extensão de 10 km.

Em se tratando dos índices que fazem parte da análise areal, a área da MCB foi classificada como unidade pequena, pois sua área de drenagem é de 50,04 Km² e o perímetro é de 36,77 Km.

A forma da bacia é determinada por índices que relacionam com formas geométricas conhecidas, como o fator forma (F), que relaciona a um retângulo e o coeficiente de compacidade (Kc), que relaciona a um círculo. Conforme afirma Tonello et al (2006), a forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante na determinação do tempo de concentração, ou seja o tempo necessário para que toda bacia contribua para a sua saída após uma precipitação. Assim, o fator de forma da bacia é de 4,06 e o coeficiente de compacidade é de 1,46, esses valores indicam que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, correspondendo portanto, a uma bacia alongada. De acordo com Vilela e Mattos (1975), as bacias alongadas possuem menor concentração do deflúvio, assim a MCB apresenta baixo risco de enchentes nas condições normais de precipitação, o que se reforça ao observar a baixa sinuosidade do curso d'água principal, que além disso, possibilita maior velocidade na dispersão de poluentes.

Quanto ao comprimento da bacia, cujo cálculo foi feito considerando a foz e o ponto mais distante do perímetro, foi de 12,3.

De acordo com Barbosa et al, o índice morfométrico referente à densidade de rios é de extrema importância, pois representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um dos seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água. Assim, a densidade de rios BRCB é de 5,05 canais por km².

Quanto ao resultado obtido com o cálculo da densidade da drenagem foi de 1,78 km/km², e ao comparar o resultado encontrado com uma tabela desenvolvida por Christofolletti (1969) apud Silva et al.(2003), pode-se inferir que a BRCB possui uma baixa densidade de drenagem, apesar de possuir uma forte dissecção em seus canais. (Tabela 3)

Tabela 3: Classes de interpretação para os valores da densidade de drenagem.

Classes de valores (km (km²)⁻¹)	Interpretação
Menor que 7,5	Baixa densidade de drenagem
Entre 7,5 e 10	Média densidade de drenagem
Maior que 10	Alta densidade de drenagem

Fonte: Christofolletti (1969 apud Silva et al., 2003).

E, para finalizar a morfometria da MCB, o último item é a análise hipsométrica. Quanto aos parâmetros relativos ao relevo da bacia foram escolhidos a partir do trabalho de Aguiar (2009) e de Vilela e Mattos (1975). Assim, os parâmetros foram: altitude mínima da

bacia, altitude máxima da bacia, amplitude altimétrica máxima da bacia, relação de relevo, índice de rugosidade.

A altitude mínima da microbacia hidrográfica é igual a 321m e a altitude máxima é de 1327m e a altitude média é de 824m. Observa-se, portanto, que a amplitude altimétrica é de 1.006m. A tabela 4 apresenta o resumo das características hipsométricas da MCB, Igatu-Ba.

Tabela 4: Análises das características hipsométricas da MCB, Igatu – BA.

Altitude mínima(m)	Altitude média(m)	Altitude máxima(m)	Amplitude altimétrica(m)	Relação de relevo	Índice de rugosidade
321	824	1327	1.006	0,08	565,16

A tabela 5 apresenta resumo dos parâmetros da análise morfométrica da MCB: hierárquica, linear, areal da rede de drenagem e hipsométrica.

Tabela 5: Características dos parâmetros morfométricos da MCB

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	UNIDADE	VALORES
Ordem da Bacia	----	5
Comprimento do canal principal		10 Km
Área da bacia		50,04 Km ²
Perímetro da Bacia	Km	36,77 Km
Comprimento da Bacia	Km	12,3 Km
Fator Forma	----	4,06
Coefficiente de Compacidade		1,46
Índice de Circularidade		0,46
Densidade de Rios		5,05
Densidade de Drenagem		1,78
Coefficiente de Manutenção		555,55
Altitude mínima	m	321
Altitude média	m	824
Altitude Máxima	m	1327
Amplitude Altimétrica	m	1006
Relação de Relevo	Km	0,08
Índice de Rugosidade		565,16

4. Conclusões

Dessa forma afirma-se que os índices apresentados nesse trabalho foram escolhidos uma vez que permitem uma maior relação entre as características de rocha, relevo e solos, com a rede de drenagem. Entre os principais conclusões tem-se: uma bacia de 5ª ordem, cujo rio principal possui uma extensão de 10 km de acordo com a hierarquia de Strahler, possuindo 253 de canais de escoamento, uma área de drenagem de 50, 04 Km² e o perímetro é de 36,77 Km. Quanto aos valores da relação de bifurcação encontrados para cada ordem dos canais,

afirma-se que a maior parte dos canais apresentam forte dissecação e áreas amorreadas. O fator de forma da bacia é de 4,06 e o coeficiente de compacidade é de 1,46, e esses valores indicam que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, correspondendo portanto, a uma bacia alongada, o que possibilita maior velocidade na dispersão de poluentes e não propensão a enchentes. A análise dos gradientes altimétricos da bacia é importante pois permite verificar que a área de estudo possui um desnível topográfico superior a 1000m, com altitude mínima de 824m e máxima de 1327m. Assim, conclui-se que o software ArcMap 9.3 se mostrou uma boa ferramenta para a caracterização física de bacias hidrográficas.

Agradecimentos

- À FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia), pelo financiamento à pesquisa de mestrado através do Projeto Garimpando o Diamante da Inclusão para a Convivência com o Meio Ambiente.
- Aos bolsistas de Iniciação Científica: Leila Thaise Santana de Oliveira Santos e Murilo Pinho Vasconcelos
- Aos bolsistas de Iniciação Científica Júnior da comunidade de Igatu: Rosana Alves Souza, Jaqueline e Rodrigo Bonfim.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A.M. de. Análises Hidrogeomorfológicas e hidrossedimentológicas para Comparação de Duas Bacias Hidrográficas contribuintes do reservatório de Itaipu. São Paulo. Programa de Pós-graduação em Geografia Física do departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Mestrado. 141p. (2009)
- BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In.: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.p.153-192.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. 2.ed. rev. e ampl Sao Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p
- SILVA, A. M. et al. Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos: RiMa, 2003.p. 140.
- VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. Sao Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p