



## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO RONCADOR, TIMON (MA)

## MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF RONCADOR STREAM SUB-BASIN, TIMON (MA)

## CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICO DE LA SUB-CUENCA DEL ARROYO DE RONCADOR, TIMON (MA)

**Josenete Assunção Cardoso**

Professora do curso de Geografia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI)  
[jsnt.cardoso@gmail.com](mailto:jsnt.cardoso@gmail.com)

**Claudia Maria Sabóia de Aquino**

Professora do Departamento de História e Geografia da Universidade Federal do Piauí (UFPI)  
[cmsaboia@gmail.com](mailto:cmsaboia@gmail.com)

### RESUMO

A necessidade de conservação dos recursos hídricos torna-se ainda mais evidente se considerarmos que apenas 3% do total da água doce do planeta são acessíveis ao homem. Neste contexto inserem-se os estudos em bacias hidrográficas a partir de parâmetros dimensionais correlacionados às suas características, tais como, forma, topografia, composição da drenagem, geologia, solos, cobertura vegetal, formas de uso etc. O trabalho objetiva apresentar as principais características da drenagem da Sub-bacia do Riacho do Roncador (SBRR), no município de Timon (MA), através da análise morfométrica. A análise revelou que a SBRR é de 3ª ordem e apresenta um padrão de drenagem dentrítica com um rio conseqüente. A Densidade de drenagem (Dd) da área é baixa, seguida por uma Densidade de rios (Dr) baixa, sendo necessária uma área mínima (Cm) de 1.470 m<sup>2</sup> para a manutenção de 1m de curso d'água. O Fator forma (Kf) indicou tratar-se de uma sub-bacia alongada, pouco sujeita a inundação, corroborada pelo Coeficiente de compacidade (Kc) e Índice de circularidade (Ic), com Extensão do percurso superficial (Eps) de 735 m. As informações geradas a partir dos dados aqui obtidos podem contribuir para elucidar questões relativas à dinâmica ambiental local, subsidiando ações futuras de planejamento ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sub-bacia hidrográfica; Análise morfométrica; Timon-MA.

---

### ABSTRACT

The need for conservation of water resources becomes even more evident if we consider that only 3% of the planet's fresh water is accessible to man. In this context, are inserted the studies in watersheds from dimensional parameters correlated to its characteristics such as shape, topography, drainage composition, geology, soils, vegetation cover, forms of use, etc.. The study presents the main characteristics of the Roncador Stream sub-basin drainage (SBRR) in the city of Timon (MA) through morphometric analysis. The analysis revealed that the RSSD is a 3rd order type and has a dendritic drainage pattern with a consequent river. The drainage density (Dd) of the area is low, followed by a low river density (Rd), which requires 1.470 m<sup>2</sup> minimum size (Cm) for maintaining 1m watercourse. The form factor (Kf) has indicated that this is an elongated sub-basin, unlikely to be flooded, corroborated by the compactness coefficient (Kc) and circularity index (Ic), with extension of the surface route (Eps) of 735 m. The information generated from the data obtained here may contribute to elucidate issues related to local environmental dynamics, subsidizing future environmental planning actions.

**KEYWORDS:** Hydrographic Sub-basin; Morphometric analysis; Timon-MA.

---

### RESUMEN

La necesidad de conservación de los recursos hídricos se hace aún más evidente si tenemos en cuenta que sólo el 3% del agua dulce del planeta son accesibles al hombre. En este contexto, se insieren los estudios en

cuencas hidrográficas a partir de parámetros dimensionales correlacionadas a sus características, tales como, forma, topografía, composición de drenaje, geología, suelos, cubierta vegetal, formas de uso, etc. El trabajo objetiva presentar las principales características del drenaje de la Sub-cuenca del Arroyo Roncador (SBRR), en el municipio de Timon (MA), a través del análisis morfométrico. El análisis reveló que SBRR es de 3er. orden y presenta un patrón de baja, seguida con un río consecutivo. La densidad de drenaje (Dd) de la zona es baja, seguida por una Densidad de ríos (Dd) baja, siendo necesaria una zona mínima (Cm) de 1.470 m<sup>2</sup> para manutención de 1m de curso de agua. El Factor forma (Kf) indicó tratarse de una sub-cuenca alargada, poco sujeta a inundación, corroborada por el Coeficiente de compacidad (Kc) y el Índice de circularidad (Ic), con Extensión de la ruta superficial (Eps) de 735 m. Las informaciones generadas a partir de los datos aquí obtenidos pueden ayudar para dilucidar cuestiones relativas a la dinámica ambiental local, subsidiando acciones futuras de planificación ambiental.

**PALABRAS-CLAVE:** Sub-cuenca hidrográfica; Análisis morfométrico; Timon-MA.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão dos recursos hídricos tem sido debatida sob um caráter preocupante frente aos problemas relacionados à manutenção da sua qualidade e elevados índices de escassez no cenário mundial (PNUMA, 2004). Neste contexto, a Agência Nacional das Águas - ANA (2011) informa que os sistemas de água doce superficiais respondem por quase metade do abastecimento de água potável mundial. Entretanto, os mesmos encontram-se entre os mais degradados do planeta. Nesta perspectiva, a contribuição dos estudos hidrológicos tem parcela importante na análise de questões ambientais, tais como a utilização dos recursos hídricos, a preservação do meio ambiente, a ocupação e uso do solo, a regularização para o controle da qualidade da água, impactos de obras sobre o meio ambiente aquático e terrestre, dentre outros exemplos, segundo informa Tucci (2002).

Segundo Silveira (2000), os estudos em bacias hidrográficas podem ser abordados sob o ponto de vista morfométrico ou dinâmico. Sob esse ponto de vista, os estudos em uma bacia de drenagem englobam principalmente as análises referentes à hierarquia fluvial, análise areal, linear e hipsométrica obtidas de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites que indicam a distribuição de toda a rede hidrográfica delimitada pelos seus divisores de água, notadamente os geomorfológicos.

De acordo com Christofolletti (1980), a análise quantitativa apresentou-se de forma mais objetiva a partir de 1945, com o trabalho de Robert Horton, que procurou estabelecer as leis que regem os rios em suas respectivas bacias, orientando uma nova concepção metodológica para a análise de bacias de drenagem sugerindo índices e parâmetros para o seu estudo analítico através da morfometria, conforme informa Guerra (1999).

O estudo morfométrico em bacias hidrográficas é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiologia da bacia e a sua dinâmica hidrológica, segundo Fiori *et al.* (2006). Para Freire (2006), a análise morfométrica é o exame *in situ* das propriedades do solo e de suas relações com o relevo, a vegetação, o material de origem e o clima, pois de acordo com Stipp *et al.* (2010),



as características físicas e bióticas de uma bacia hidrográfica desempenham papel de fundamental importância nos processos do ciclo hidrológico, exercendo influência na infiltração, no deflúvio, na evapotranspiração, e nos escoamentos superficial e subsuperficial. Para Latuf (2010), a análise morfométrica objetiva a mensuração de índices de relações numéricas sobre os atributos de drenagem da bacia e suas formas de relevo sendo, na opinião de Fritzsons (2009), uma metodologia bastante importante para o diagnóstico da susceptibilidade à degradação ambiental, além de serem importantes pressupostos para a preservação de enchentes no território da bacia, configurando instrumento para o planejamento e gestão territorial, conforme aponta Lindner *et al.* (2007).

De acordo com Pissarra *et al.* (2004), a bacia hidrográfica, entendida como a unidade de planejamento e disciplinamento do uso e ocupação do solo, é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram.

Albuquerque (2012) informa que, por serem o receptáculo de um recurso fundamental para a vida, as bacias hidrográficas representam um forte atrativo para diversos tipos de atividades, tais como irrigação, lazer, navegação, energia, uso doméstico, moradia e outras, de modo que a disponibilidade da água propicia a ocupação, muitas vezes desordenada, da bacia hidrográfica em, praticamente, toda a sua extensão, fato observável nas elevadas taxas de densidade de uso e ocupação de inúmeras bacias brasileiras. Neste contexto, Christofolleti (Ibid.) afirma que todos os acontecimentos que ocorrem numa bacia de drenagem repercutem direta ou indiretamente nos rios, de modo que tais usos devem ocorrer de forma a garantir a sustentabilidade deste recurso dada a sua importância, o que requer, necessariamente, a adoção do planejamento das atividades humanas.

Almeida *et al.* (2010) cita Guerra (2006), para informar que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nela desenvolvidas, uma vez que mudanças significativas em quaisquer partes da bacia podem gerar alterações, efeito e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída ou *outputs* (descarga, carga sólidas e dissolvidas), entre outras consequências.

Pinto Júnior e Rossete (2005) completam a afirmação de Guerra (Ibid.) quando discutem as formas de uso presentes em uma bacia, esclarecendo que as características morfométricas podem ser usadas na inferência sobre prováveis efeitos da interferência humana no sistema hidrológico, mensurando e analisando matematicamente as características do rio em uma bacia e a configuração de sua paisagem, além de ser possível a aquisição de dados dos recursos naturais em uma área remota ou em partes não monitoradas de áreas já desenvolvidas (RAFAELI NETO, 1994; BIGON; FERNANDES, 2010).



Antonelli e Thomaz (2007) afirmam que a combinação dos diversos dados morfométricos pode revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais. Destacam também sua importância nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.

Uma ampla revisão sobre variáveis morfométricas e sua aplicabilidade pode ser encontrada em Collares (2000) e Cherem (2008).

Diante da importância da análise morfométrica para estudos em bacias hidrográficas frente às questões ambientais enfrentadas pelas mesmas na atualidade, procurou-se quantificar os seguintes parâmetros morfométricos: Densidade de drenagem (Dd), Densidade de rios (Dr), Forma (Kf), Índice de circularidade (Ic), Coeficiente de compactidade (Kc), Coeficiente de manutenção (Cm) e Extensão do percurso superficial (Eps). O estudo foi conduzido na sub-bacia hidrográfica do riacho do Roncador (SBRR) localizada no município de Timon, interior do estado do Maranhão.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

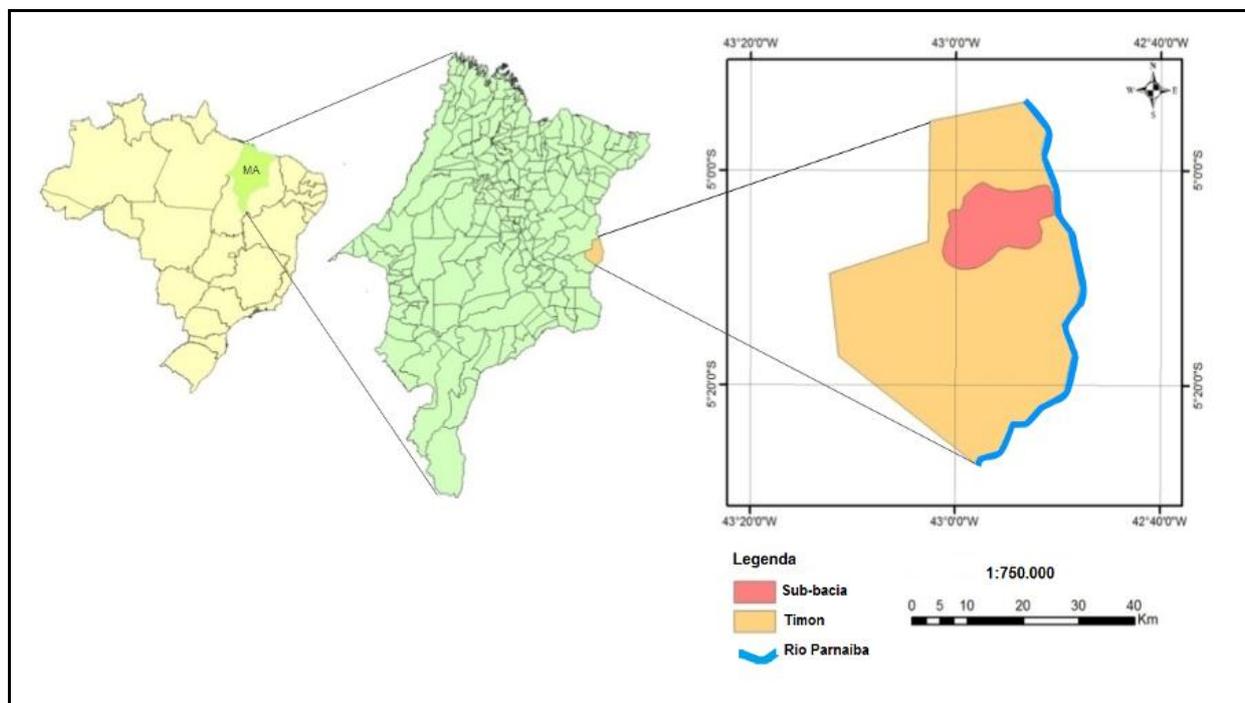
### 2.1 Localização e caracterização da área de estudo

Rocha (1991) considera que bacias hidrográficas não têm dimensões superficiais definidas, porém elas se subdividem em: bacia, quando têm mais de 3.000 km<sup>2</sup>; sub-bacia, quando variam entre 200 e 3.000 km<sup>2</sup> e microbacia hidrográfica, quando têm menos de 200 km<sup>2</sup> de área. Neste trabalho, o sistema hidrográfico em estudo será concebido como uma sub-bacia hidrográfica, pois sua área fica compreendida entre 200 e 3.000 Km<sup>2</sup>.

A sub-bacia do riacho do Roncador (SBRR) está localizada entre as coordenadas 43°01'18" e 42°50'27" de longitude oeste e 5°01'07" e 5°09'11" de latitude sul (Figura 1). Encontra-se inserida em sua totalidade na bacia hidrográfica do rio Parnaíba: uma bacia limítrofe com o estado do Piauí e que possui, em território maranhense, uma área de 69.000,00 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 21,15 % da área do Estado (IMESC, 2008). A SBRR apresenta grande atração com seus banhos naturais nos diversos riachos que cortam seu território (IMESC, 2008), constituindo uma das formas de lazer mais utilizadas pelas populações dessas localidades (IBGE, 1997).



Figura1- Localização da sub-bacia do riacho do Roncador



Fonte: Base de dados do IBGE – Elaboração: Felipe Ferreira Monteiro.

A área compreendida pela SBRR corresponde a 200,2 km<sup>2</sup> e encontra-se inserida em toda sua totalidade no contexto geológico da província sedimentar do Meio-Norte, no sítio deposicional da Bacia do rio Parnaíba. As formações geológicas predominantes da área de estudo correspondem à Pedra de Fogo (38,7%) e Corda (33,0%), datadas do Paleozóico (Permiano) e Mesozóico (Jurássico), respectivamente. As feições típicas são aquelas de bacias sedimentares, com vales pedimentados e superfícies estruturais pediplanadas convergindo para a calha fluvial. Apresenta relevo plano a suave ondulado e elevado grau de homogeneidade, com cotas altimétricas variando de 69 a 240 m (BRASIL, 1973; CPRM, 2011).

As principais classes de solos encontradas na área da SBRR são: Latossolos Amarelos, Plintossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e os Neossolos Flúvicos, com predomínio dos Plintossolos (43,7%) e Latossolos Amarelos (37,4%). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima Aw', ou seja, Tropical Chuvoso Sub – Úmido a Úmido, com precipitações variando de 1.200 a 1.400 mm. As altas temperaturas durante todo o ano e a grande amplitude diária marcam o regime térmico da região, com variação anual de: mínima de 21,6° C, média de 26,7° C e máxima de 32,9° C (EMBRAPA, 1996; MARANHÃO, 2002). Os campos, com presença de cerrado arbóreo-arbustivo e a mata de babaçu (*Orbignya phalerata*) e buriti (*Mauritia flexuosa*), compondo brejos e a vegetação ciliar, são as principais formações vegetais da área.

De acordo com levantamento feito por Cardoso e Aquino (2013), as principais atividades humanas desenvolvidas na área da sub-bacia são aquelas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Formas de usos e cobertura das terras da SBRR

<b>Classe</b>	<b>Área ocupada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Vegetação nativa	140,6	70,0
Loteamento	34,8	17,4
Agricultura	9,1	4,6
Solo exposto	4,2	2,1
Edificação urbana/rural	2,9	1,5
Água	1,2	0,6
Indústrias	0,9	0,5
Mineração	0,8	0,4
Reflorestamento	0,7	0,4
<b>Pontos Notáveis</b>	<b>Área ocupada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Pista de Pouso	0.38	0,2
L. T. CHESF	3.28	1,6
Lixão	0.22	0,1
Rodovias	1.16	0,6
Via. Férrea	0.02	0,01
<b>Total</b>	<b>200,2</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa direta (2012).

## 2.2 Metodologia empregada na pesquisa

Para a análise da SBRR, foram adotados os parâmetros abordados em Christofolletti (Ibid.). Foram analisados aspectos da hierarquia fluvial, aspectos lineares, areais e hipsométricos. Para determinação do comprimento dos canais da rede de drenagem (canal principal e segmentos hídricos) foi utilizado o software *Spring 4.3.3/GVsig*.

O Levantamento cartográfico foi necessário para delimitação e cálculo da área de estudo a partir da carta da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, disponível no site do IBGE, na escala de 1:100.000. A partir das cartas do DSG Folha SB 23 X-D-II, MI – 886, Teresina, PI/1984 e uma pequena porção da Folha SB 23 X-D-I, MI – 885, Buriti Cortado, MA/1974 e considerando as curvas de nível como divisores da bacia conforme critério proposto por Horton (1945), a área de estudo foi individualizada e posteriormente teve sua área mensurada.

Os dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) foram obtidos através da página da Embrapa Monitoramento por Satélite, com resolução espacial de 90 metros. As declividades foram extraídas do MDE, que representa o armazenamento digital das coordenadas xyz de uma superfície qualquer, com o auxílio do SIG ARCGIS/SPRING, através do módulo 3D analyst/ MDT.



Hierarquia fluvial:

Foi adotada a classificação dos rios inicialmente proposta por Horton (1945) e posteriormente modificada por Arthur Strahler (1952), que elimina o conceito de Horton de que o rio principal deva ter o mesmo número de ordem em toda sua extensão bem como a necessidade de se refazer a numeração dos rios a cada confluência.

Parâmetros Morfométricos:

O Quadro 1 apresenta os dados básicos quantificados para a área de estudo que foram utilizados para o cálculo dos parâmetros morfométricos.

**Quadro 1 – Características da área e da drenagem da SBRR**

Variáveis empregadas para análise da SBRR	Unidade	Variáveis empregadas para análise da SBRR	Unidade
Área	Km <sup>2</sup>	Distância vetorial do canal principal	km
Perímetro	Km	Comprimento da MBRR	km
Altitude máxima da bacia	m	Ordem da bacia	Ordem
Altitude mínima da bacia	M	Número de segmentos	Quantidade de segmentos
Altitude média	M	Comprimento dos canais	km
Amplitude altimétrica da bacia	M	Comprimento médio dos canais	km
Distância real do canal principal	Km	Comprimento total dos canais	km

Elaboração: Cardoso e Aquino, 2012.

O Quadro 2 apresenta os parâmetros morfométricos quantificados para a SBRR, conforme Christofolletti (Ibid.), sua fórmula, descrição, bem como o significado de cada um.

**Quadro 2 - Parâmetros morfométricos analisados para a SBRR**

Parâmetro	Equação	Termos da Equação	Unidade	Significado	Fonte
Densidade de drenagem (Dd)	$Dd = \frac{L_t}{A}$	$L_t$ é o comprimento total dos canais; A, a área da bacia;	Km/km <sup>2</sup>	É um importante indicador do escoamento superficial, evidenciando uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais, indicando ainda a natureza da litologia e dos solos, sendo importantes na identificação de fenômenos geológicos e ambientais. Baixa Dd < 5,0; Mediana Dd - 0,05 a 2,00; Alta Dd - 2,01 a 3,50 e Muito Alta Dd >3,50 km/km <sup>2</sup> .	Beltrame (1994).
Densidade de rios (Dr)	$Dr = \frac{N_t}{A}$	N é o número total de canais que compõem a drenagem; A, a área da bacia;	Canais/km <sup>2</sup>	Expressa o número de canais existentes em cada quilômetro quadrado de bacia, indicando o potencial hídrico da área e capacidade de gerar novos cursos d'água.	Christofolletti (1980).
Coefficiente de manutenção (Cm)	$C_m = \frac{1}{Dd} \cdot 100$	Dd é a Densidade de drenagem	m <sup>2</sup> /m	Indica a área mínima necessária para existir um metro de canal de escoamento, correspondendo à capacidade de manter cursos perenes.	Schumm (1956).
Extensão do percurso superficial (Eps)	$Eps = \frac{1}{2Dd} \cdot 10$	Dd é a densidade de drenagem	m	Representa a distância média percorrida pelas águas pluviais. Eps > 1000 m = Baixa; 1000m a 249m = Mediana; 248m a 142m = Alta; Eps < 142m = Muito Alta.	Horton (1945) e Sousa e Rodrigues (2012).
Forma (Kf)	$Kf = \frac{A}{L^2}$	A, é a área da bacia; L, o seu comprimento axial.	Adimensional	Indicativo da possibilidade de enchentes: uma bacia de fator forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma mais elevado.	Christofolletti (1980).
Coefficiente de compacidade ou índice de Gravelius (Kc)	$Kc = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	P, é o perímetro; A, a área da bacia	Adimensional	Relaciona a bacia a uma forma circular. Com valores próximos da unidade 1,0, a bacia tende a ser circular. Quanto mais irregular for a bacia, maior será este coeficiente e menos sujeita a enchentes ela será. (Kc=1 a 1,25 – redondas para ovaladas; Kc= 1,25 a 1,50- ovaladas; Kc=1,50 a 1,70 - blongas.	Vilella e Matos (1975).
Índice de circularidade (Ic)	$Ic = 12,57 \frac{A}{P^2}$	A, é a área da bacia; P, o perímetro;	Adimensional	Tende para a unidade em bacias circulares, diminuindo em bacias com formato alongado.	Christofolletti (1980).

Elaboração: Cardoso e Aquino, 2012.

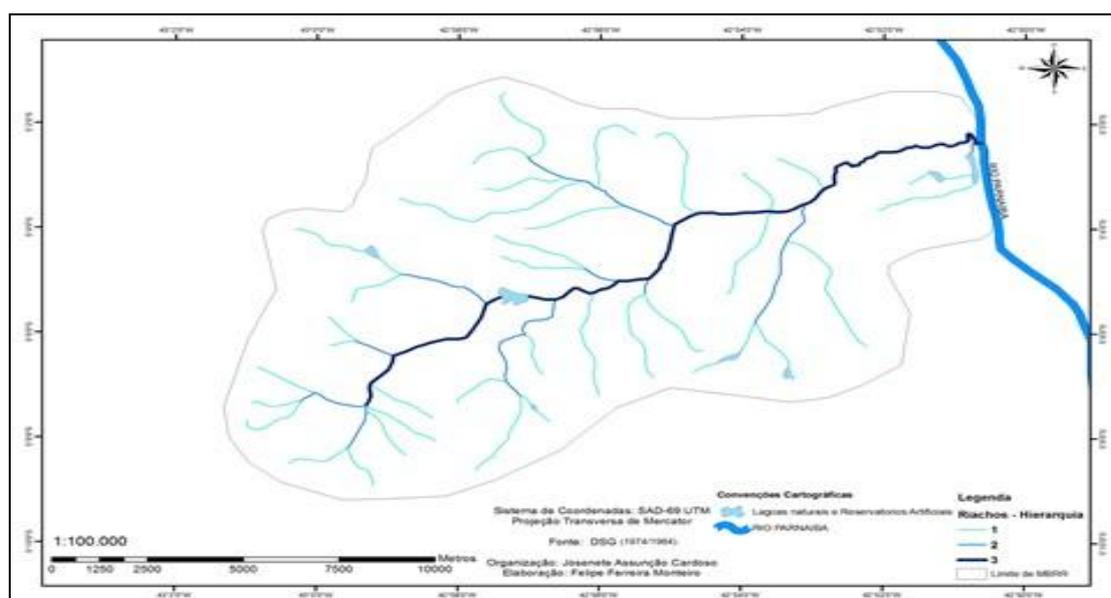


### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SBRR possui drenagem exorréica, uma vez que se trata de uma drenagem que se dirige diretamente para o rio Parnaíba que por sua vez deságua no oceano. Quanto ao arranjo espacial ou padrão de drenagem esta caracteriza-se como dendrítico ou arborescente, típico de áreas onde predominam rochas de resistência uniforme ou estratificadas a exemplo dos estratos componentes da bacia sedimentar do rio Parnaíba (REBOUÇAS, 2006). O escoamento geral do rio principal da sub-bacia respeita a inclinação das camadas geológicas que compõe a bacia hidrográfica no qual a sub-bacia está inserida, sendo por isso classificado com um rio consequente.

A hierarquia fluvial ou ordenação dos canais fluviais, ou ainda ordem dos rios, consiste numa classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. A classificação da drenagem que compõe a sub-bacia foi estabelecida a partir da proposta de Horton (Ibid.) e modificada por Strahler (1952), segundo o qual os canais de primeira ordem são aqueles que não recebem tributários, também chamados de correntes formadoras. A confluência de dois canais de primeira ordem dará origem a um canal de segunda ordem, e estes só receberão canais de ordem inferior. A confluência de dois canais de segunda ordem dará origem a um canal de terceira ordem, e que só receberá canais de ordem inferior (primeira e segunda ordens), e assim por diante, conforme Figura 2. De posse dessas informações realizou-se a quantificação e ordenação da rede de drenagem da SBRR, distribuídas conforme Tabelas 2 e 3.

**Figura 2 - Hierarquia Fluvial da SBRR**



**Tabela 2 - Composição da rede de drenagem da SBRR**

<b>Ordem dos segmentos</b>	<b>Nº de Segmentos</b>	<b>Comprimento dos segmentos (km)</b>	<b>Comprimento Médio dos segmentos (Km)</b>	<b>% de Segmentos</b>
1ª	36	89,69	2,49	76,60
2ª	10	23,85	2,38	21,27
3ª	1	22,23	22,23	2,13
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>135,78</b>	<b>-</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa direta, 2012.

De acordo com a hierarquia de Strahler (1952), o sistema de drenagem da SBRR é classificado como de 3ª ordem, significando uma baixa ramificação considerando-se a escala utilizada (1:100.000). Segundo a mesma metodologia, foram identificados 47 canais com um comprimento total de 135,78 km de extensão.

Pela análise dos resultados observou-se que 36 canais foram classificados como de primeira ordem, 10 de segunda ordem e 1 de terceira ordem. Os canais de primeira ordem correspondem a 89,699 km de extensão, com comprimento médio de 2,49 km. Para os de segunda ordem, a extensão total foi de 23,854 km, com comprimento médio de 2,38 km. O de 3ª ordem possui extensão total de 22,23 km. Pelos dados obtidos, observa-se que 76,6% da drenagem corresponde a canais de 1ª ordem, o que equivale dizer que, para a rede de drenagem em estudo, são necessários 36 (trinta e seis) canais de 1ª ordem e 10 (dez) canais de 2ª ordem para gerar apenas 1 (um) canal de 3ª ordem de 22,23 km de extensão. O perímetro da SBRR corresponde a 60,8 km, como pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3 - Dados dimensionais e altimétricos da SBRR**

<b>Dados</b>	<b>Unidade</b>
Área	200,2 Km <sup>2</sup>
Perímetro	60,8 Km
Altitude máxima	240 m
Altitude mínima	69 m
Altitude média	154 m
Amplitude altimétrica	171 m
Distância real do canal principal	24,0 Km
Distancia vetorial do canal principal	21,4 Km
Comprimento	21,9 Km
Ordem	3ª

Fonte: Pesquisa direta, 2012.



Ainda com base na Tabela 3, constata-se que o comprimento real do seu canal principal é de 24,0 Km, sendo que a distância vetorial (distância em linha reta) do mesmo é de 21,4 Km. A sub-bacia possui um comprimento total de 21,9 Km, medido em linha reta desde a foz até o ponto mais distante do espigão. A menor altitude registrada na área corresponde a 69 m, na margem esquerda do rio Parnaíba, próximo à foz; a maior altitude registrada foi de 240 m, localizada próximo à nascente mais distante da sub-bacia.

A seguir, têm-se os resultados dos principais parâmetros morfométricos calculados para a SBRR, conforme Tabela 4.

A densidade de drenagem (Dd) é constituída, segundo Cardoso *et al.* (2006), pelo rio principal e seus tributários, indicando a maior ou menor velocidade com que a água deixa uma bacia, fornecendo uma indicação da eficiência de sua drenagem.

**Tabela 4 - Parâmetros morfométricos da SBRR**

Parâmetros	Índices Quantitativos	Unidade
Densidade de drenagem (Dd)	0,68	Km/km <sup>2</sup>
Densidade de rios (Dr)	0,2	Canais/km <sup>2</sup>
Coefficiente de manutenção (Cm)	1.470	m <sup>2</sup> /m
Extensão do percurso Superficial (Eps)	735	M
Forma (Kf)	0,41	-
Índice de compacidade (Kc)	1,20	-
Índice de circularidade (Ic)	0,68	-

Fonte: Pesquisa direta, 2012.

O parâmetro Dd para a SBRR apresentou um valor de 0,68 km/km<sup>2</sup>. De acordo com Vilella e Mattos (1975), citado por Carvalho (2007), a área de estudo apresenta uma drenagem classificada como *regular* ( $0,5 \leq Dd < 1,5$  km/km<sup>2</sup>). Christofolletti (1969), citado por Silva *et al.* (2007), aponta valores abaixo de 7,5 km/km<sup>2</sup> como sendo de *baixa* Dd. Contudo, para Beltrame (1994), valores para Dd compreendidos entre 0,5 – 2,0 correspondem a uma Dd *mediana*. Pelas classificações citadas, conclui-se que o valor da Dd para a SBRR varia de *média* a *baixa*. Sobre este aspecto, Tornello (2006) informa que valores baixos para este índice estão predominantemente associados a regiões com presença de rochas permeáveis com elevada capacidade de infiltração, como é o caso das rochas sedimentares e dos Argissolos Vermelho-amarelos associados aos Latossolos Amarelos presentes em 50 % da SBRR.

De acordo com Christofolletti (1980), a Dd ainda guarda estreita relação com a declividade e o relevo. Os resultados da pesquisa indicam que em 77,1% da área de estudo há predominância de

relevo plano a suave ondulado (Tabela 5 e Figura 3), com faixas de altitude variando de 69 m a 240 m, sendo que a faixa de 80 m a 150 m ocupa 68,9% da área da sub-bacia, conforme Figura 4.

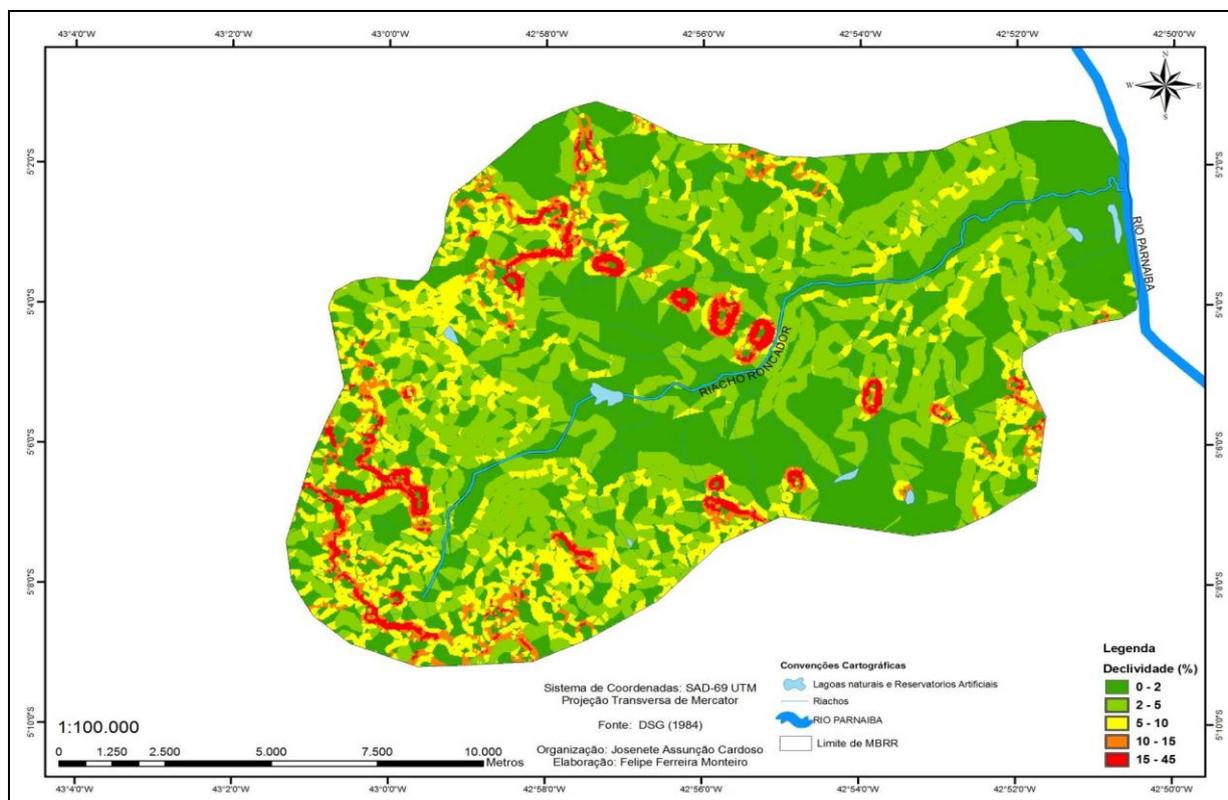
Christofolletti (Ibid.), quanto menores e mais inclinadas forem as vertentes, maior será a Dd de uma área; por outro lado, as vertentes mais longas e inclinadas condicionarão um ambiente com baixa Dd. A predominância de relevo plano a suave ondulado, portanto, corrobora a baixa Dd encontrada para a SBRR.

**Tabela 5 - Distribuição da declividade na SBRR**

Declividade %	(km <sup>2</sup> )	Limites percentuais (%)	Tipo de relevo (Lepsch, 1991)
< 2	85,6	42,8	Plano
2 – 5	68,9	34,3	Suave Ondulado
5 – 10	31,7	15,9	Moderadamente Ondulado
10 – 15	8,3	4,1	Ondulado
15 – 45	5,7	2,9	Forte ondulado
TOTAL	200,2	100	-

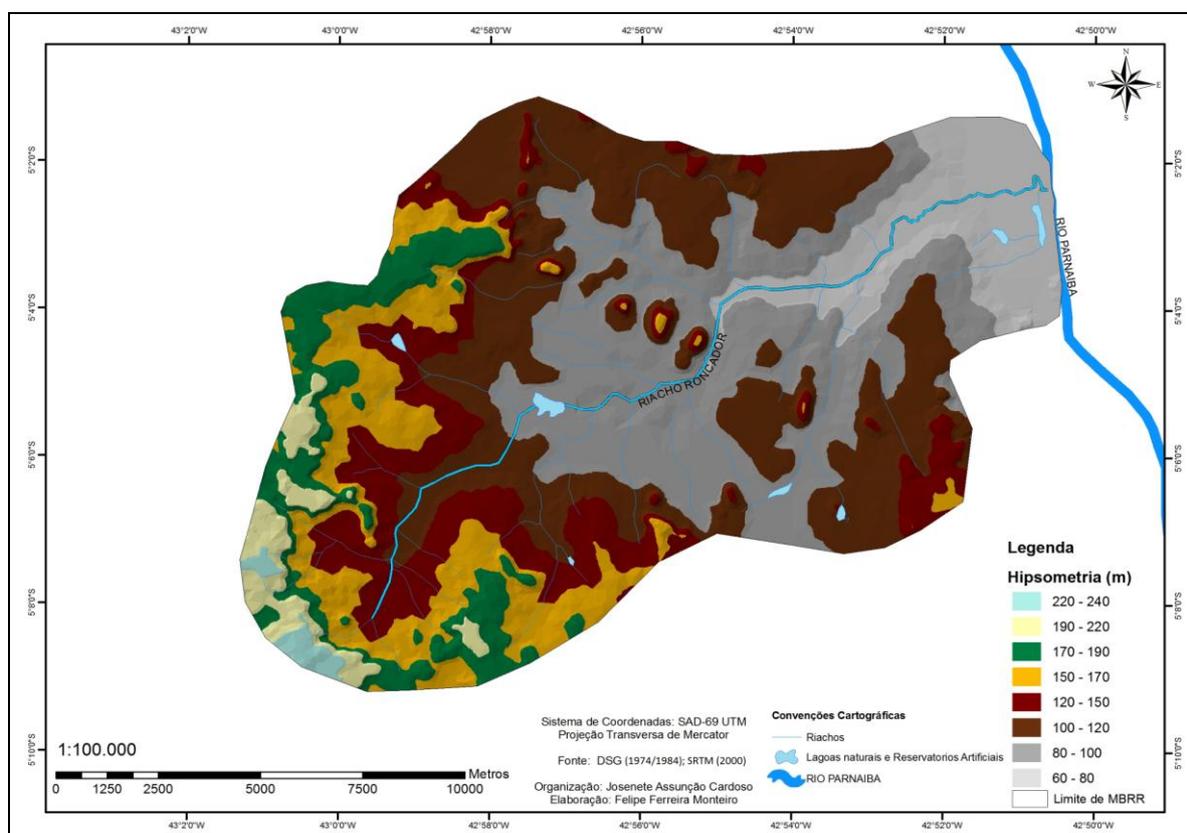
Fonte: Pesquisa direta, 2012.

**Figura 3 – Mapeamento Clinográfico da SBRR**



Fonte: Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, 1984.

Figura 4 - Hipsometria da SBRR



Fonte: Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, (1974/1984); SRTM, 2000.

A Dd baixa é também corroborada pelo valor da Densidade de rios ( $D_r$ ), que indica o número de rios por unidade de área ou a capacidade de determinada área de gerar novos cursos d'água. Para a SBRR este índice corresponde a  $0,2 \text{ canal/km}^2$ , ou seja, menos de um canal por  $\text{Km}^2$ . Este valor demonstra que a sub-bacia apresenta baixa capacidade de gerar novos cursos d'água de primeira ordem por  $\text{km}^2$  ou ainda, elevado espaço disponível para geração de novos cursos d'água, pois seu valor de  $D_r$  foi baixo. Por outro lado, é um valor que guarda estreita relação com o tipo de solo predominante na área, sugerindo uma boa infiltração e/ou permeabilidade, favorecida também pela cobertura vegetal ainda conservada (70%), especialmente na área próxima às cabeceiras. Segundo Lana (2001), uma área com elevada capacidade de gerar novos cursos d'água deve apresentar valores de  $D_r$  acima de  $2,0 \text{ canais/km}^2$ .

O Coeficiente de Manutenção ( $C_m$ ) representa a área mínima necessária para manter 1m de canal de escoamento, ou seja, corresponde à capacidade de manter cursos perenes, caracterizando o tamanho de uma área vazia em relação a um curso d'água. Quando o valor deste índice é elevado, significa que teremos uma área relativamente grande com um número baixo de canais fluviais. Este

parâmetro relaciona-se inversamente à Dd, ou seja, quanto maior o Cm, menor será a Dd, porque a capacidade de manter cursos d'água será baixa.

A SBRR apresentou um Cm igual a 1.470 m<sup>2</sup>/m, ou seja, é necessária uma área mínima de 1.470 m<sup>2</sup> para existência e manutenção de 1m de curso d'água na sub-bacia. Este valor é considerado elevado, considerando a área total da sub-bacia, indicando que a mesma não é rica em cursos de água. Valor próximo ao aqui obtido para o Cm foi encontrado por Morais e Almeida (2010), durante a análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú, na cidade de Palmas, estado do Tocantins, correspondendo a 1.227,96 m<sup>2</sup>/m, concluindo os autores que este valor é elevado para a área de estudo, e que a bacia não é rica em cursos d'água.

Ao se observar os valores da Dd e Dr constata-se que são valores baixos e que sugerem que a bacia de fato possui dificuldade em gerar novos cursos d'água, evidenciando a necessidade de um maior controle sobre as atividades humanas nela desenvolvidas, principalmente a especulação imobiliária e a agricultura que tendem a avançar para áreas cada vez mais distantes, pressupondo seu desmatamento inicial. Tal controle deve voltar-se notadamente, para as áreas de recarga ou cabeceiras, ou seja, as Áreas de Preservação Permanentes (APP's), presentes nestas propriedades no sentido de preservá-las segundo orientação do Código Florestal Brasileiro, garantindo sua função ambiental de alimentação dos lençóis subterrâneos e, conseqüentemente, a manutenção de toda a rede de drenagem, o que garantiria a disponibilidade de água.

Na SBRR, a agricultura representa-se como uma atividade que tem avançado sobre os cursos ainda existentes, embora favorecida pelo relevo plano e solos relativamente férteis, sua prática requer muitos cuidados, pois a mesma tradicionalmente instala-se nas margens dos cursos d'água (agricultura de vazante), removendo a mata ciliar. Esta é seguida pelas queimadas que eventualmente se transformam em incêndios e que são resultantes das formas tradicionais de manejo dessas pequenas culturas, sendo, portanto, formas de uso que também trazem prejuízos não só às áreas de recarga, como também ao ar e aos solos, diminuindo sua matéria orgânica e deixando-os vulneráveis aos processos erosivos, o que futuramente vem a soterrar pequenos cursos d'água, alterando o valor dos parâmetros morfométricos aqui obtidos, principalmente a Dr.

A Extensão do percurso superficial (Eps) é a distância ou comprimento, em linha reta, do caminho percorrido pelas águas pluviais até chegarem ao leito de um rio qualquer. Este parâmetro interfere na menor ou maior infiltração da água e tem uma relação direta com a densidade de drenagem (Dd). De acordo com análise de Sousa e Rodrigues (2012), o dado numérico deve ser interpretado correlacionando-o à declividade e ao comprimento das vertentes, pois, se o valor de Eps é elevado, significará que as enxurradas geradas pelos inputs de precipitação percorrerão uma



longa distância, sugerindo vertentes suaves, conforme teoria de Christofolletti (Ibid., p.60), favorecendo a infiltração. Portanto, valores elevados para Eps caracterizam vertentes suaves e que, por favorecerem a infiltração, sugerem uma baixa densidade de drenagem (Dd). Ao contrário, valores baixos para o parâmetro Eps significam que as enxurradas irão perfazer um percurso menor, deslocando-se rapidamente para alcançar um curso d'água mais próximo, caracterizando, portanto, vertentes mais íngremes, favorecendo o escoamento superficial.

Assim, quanto menor a declividade do terreno, maior será o percurso das enxurradas até chegarem o curso d'água mais próximo, de modo que quanto maior for este percurso, mais baixo será classificado o valor de Eps.

Para este índice, a SBRR apresentou um valor igual a 735m, o que indica que até encontrarem um curso de água qualquer, as enxurradas irão percorrer uma distância de 735m de comprimento. Este fator está fortemente relacionado com a cobertura vegetal, revelando-se como um fator controlador do escoamento superficial ou velocidade de escoamento, pois segundo Porto *et al.* (1999), numa área coberta por floresta, folhas e galhos, o escoamento superficial é dificultado, evitando que a água da chuva atinja o curso principal em um curto intervalo de tempo, evitando assim, enchentes. A análise deste parâmetro para a área de estudo, em face da significativa cobertura vegetal, combinada à estrutura geológica do tipo sedimentar, revela baixas velocidades de escoamento superficial e conseqüentemente menor erosão dos solos.

O Fator de forma (Kf) relaciona a forma de uma bacia à de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). É uma das características mais importantes de uma rede de drenagem, pois ela tem efeito direto sobre o comportamento hidrológico de uma bacia, como por exemplo, a tendência para enchentes, e o tempo de concentração, que é definido como o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial num determinado ponto de controle (CARVALHO *et al.*, 2007).

O Fator forma da SBRR apresentou um valor baixo, da ordem de 0,4, indicando que a microbacia não possui formato semelhante a uma circunferência, e sim tendendo a uma forma alongada ou elíptica (SILVA, *et al.*, 2010), portanto, pouco propensa a enchentes, pois quanto menor for o valor do Fator forma ou mais próximo de 0 (zero) estiver, mais longa será a bacia e menos sujeita estará a enchentes ou cheias repentinas; valores próximos de 1 (um) indicam bacias circulares (MACEDO, *et al.*, 2010). Valor semelhante ao aqui obtido foi encontrado por Tornello *et al.* (2006) e Macedo *et al.* (2010). Os valores obtidos pelos respectivos autores para o parâmetro

Forma da bacia foram da ordem de 0,409 e 0,47, respectivamente, permitindo caracterizá-las quanto a este parâmetro como *alongada*.

O Coeficiente de compacidade,  $K_c$ , relaciona o perímetro de uma bacia a uma circunferência semelhante à mesma, sendo que quanto mais irregular for o seu formato, maior será este índice e menos sujeita estará a enchentes, ao se distanciar da forma circular e do valor numérico 1 (um). Assim, os resultados obtidos para este índice demonstram se uma bacia é susceptível ou não a enchentes. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular, e para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1 (BIGON; FERNANDES, 2010). O Quadro 3 demonstra a classificação para este índice conforme proposta de Silva e Mello (2003).

Quadro 3 - Valores para o coeficiente de compacidade ( $K_c$ )

Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ )	Interpretação
$< 1,2$	Totalmente sujeito a enchente
$1,2 < 1,5$	Parcialmente sujeito a enchente
$> 1,5$	Não sujeito a enchentes

Fonte: Silva e Mello, 2003.

A SBRR apresentou para o  $K_c$  valor igual a 1,20. Na classificação de Silva e Mello (2003), este índice varia de menor que 1,2 a maior que 1,5. De acordo com a classificação adotada, a SBRR apresenta-se como “parcialmente sujeita a enchentes” considerando o coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) de 1,20, sendo uma bacia redonda tendendo para ovalada. Valor semelhante ao aqui obtido foi encontrado por Pollo *et. al.* (2012) ao analisar este parâmetro para a Microbacia do Ribeirão Água da Lúcia, em Botucatu (SP), encontrando valor de 1,33, indicando que a bacia é pouco susceptível a enchentes.

Na análise de Villela e Mattos (1975), as bacias alongadas possuem menor concentração de deflúvio, tendo como consequência, menor risco de enchentes nas condições normais de precipitação. Contudo, a análise deve considerar que o valor de  $K_c$  encontrado para a SBRR é muito próximo do limite utilizado na classificação de Silva e Mello (2003), sendo oportuna, portanto, a correlação deste parâmetro com o índice de circularidade.

O Índice de circularidade,  $I_c$  varia de acordo com o formato da bacia, tendendo para a unidade em bacias circulares e diminuindo em bacias com formatos alongados (TONELLO *et. al.*, 2006). Christofolletti (Ibid.), ao analisar o Índice de circularidade,  $I_c$ , que é a relação existente entre a área de um círculo e o perímetro da bacia, admite que bacias com  $I_c = 0,51$ , teriam escoamento moderado e pequena probabilidade de cheias rápidas; um  $I_c > 0,51$  corresponderia a bacias mais



circulares e que favoreceriam a inundações quanto mais próximo de 1 estiver; um  $I_c < 0,51$  indicaria uma bacia alongada, favorecendo o escoamento.

De acordo com os cálculos efetuados, a SBRR apresentou um  $I_c$  igual a 0,68, que, na classificação de Christofolletti (Ibid.), caracteriza-se como uma bacia tendendo à inundação, sugerindo a ocorrência de cheias em determinados pontos da SBRR.

Para a SBRR, a análise dos parâmetros  $K_f$ ,  $K_c$  e o  $I_c$  revela que a área não está suscetível a grandes enchentes. Combinado a estes fatores, agregam-se ainda, à drenagem natural, aspectos relativos à significativa conservação da cobertura vegetal, ao relevo (Plano a Suave ondulado) e à geologia (estruturas sedimentares), que favorecem a infiltração das águas pluviais. Entretanto, Scarlato e Pontin (1999) salientam que, nas cidades, a drenagem natural foi/é “desmantelada” e substituída por galerias pluviais subterrâneas, de modo que pequenos córregos e riachos foram soterrados e várzeas expropriadas de seus rios para dar lugar à urbanização, trazendo sérios transtornos ao cotidiano da população, especialmente nas cidades de países tropicais.

Assim, vale ressaltar que a exemplo de outras regiões do país, no município de Timon já se observa que a área é alvo da seletividade espacial de alguns produtores do espaço, como analisa Corrêa (1989), quando do direcionamento de vetores de crescimento urbano para a periferia da cidade ao incorporar espaços antes rurais, revelando o seu crescimento tanto em termos demográficos quanto espaciais, demandando cada vez mais terras para habitação, o que pode ser evidenciado em Maranhão (2002), no Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável de Timon, que projeta a expansão da cidade para a área da sub-bacia, sendo este processo acompanhado do aterramento de corpos d'água, compactação e revestimento do solo, soterrando pequenos canais que ao longo do tempo podem desencadear problemas de abastecimento de água e enxurradas urbanas.

## CONCLUSÃO

A partir das interpretações e correlações dos dados gerados pela análise morfométrica foi possível compreender algumas das particularidades que regem a conservação e manutenção dos recursos naturais, em especial a água, na área da SBRR.

Observou-se que quanto maior a área da bacia, mais tempo as águas pluviais irão demorar para chegar a seu exutório; em solos permeáveis a infiltração será favorecida, e com a presença da vegetação típica (cerrado e cocais) será ainda potencializada. Nestas condições, a  $D_d$  para a área apresentou-se como regular/mediana, favorecida pelo relevo pouco movimentado, apresentando também uma baixa  $D_r$ , e baixa susceptibilidade a enchentes.

A preservação das cabeceiras, locais que dão origem aos canais de 1ª ordem, é de extrema importância mediante o fato de serem destes sensíveis canais que todos os outros terão sua origem, constituindo assim toda a rede drenagem da SBRR e sua magnitude de 3ª ordem e garantia de água para povoados.

As análises lineares aliadas às análises areais e ainda à análise hipsométrica da SBRR constituem instrumentos norteadores para fins de planejamento ambiental e ordenamento racional das formas de uso da terra, de modo a minimizar os problemas ambientais inerentes à urbanização e ao crescimento econômico das regiões que inevitavelmente avançam sobre áreas cada vez mais distantes da cidade.

Análises morfométricas, a exemplo da aqui realizada, podem, quando consideradas pelos gestores públicos e/ou pelos atores responsáveis pelo crescimento urbano, elucidar questões relativas à dinâmica ambiental local, adequando o planejamento urbano a tal dinâmica. Deve-se ressaltar na atualidade a contribuição valorosa dos Sistemas de Informação Geográfica na obtenção de dados morfométricos, uma vez que estes potencializam a aquisição de maior número de características dimensionais da área de estudo, bem como de representação cartográfica em curto espaço de tempo e com maior comodidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA/ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos** – Brasília, 2011.
- ALMEIDA, R. S.; ARAÚJO, N. S. P.; LATUF, M. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio de ondas. **I Simpósio Regional de Geografia do Cerrado – SIREGEO**. Barreiras, 2010.
- ALBUQUERQUE, A. R. da C. Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental. **Revista Geonorte**, Manaus, UFAM, v.4, n.4, p. 201-209, 2012.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga - PR. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, UFU, v.8, n.21, p.46-58, 2007.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BIGON, J. D; FERNANDES, L. F. R. Análise Física da Microbacia Hidrográfica do Córrego Barão de Ibitinga, Socorro - SP. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Bauru (SP)**, 2010.
- BRASIL. Ministério da Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: levantamento de recursos naturais. **Folha SB 23 Teresina e Folha SB 24, Jaguaribe**. Rio de Janeiro, 1973.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p.35-64, 1969.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.



- COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari-SP.** 2000. 211 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B; MARTINS, S. V. Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.241-248, mar./abr. 2006.
- CARDOSO, J. A.; AQUINO, C. M. **Aspectos físicos e conflitos decorrentes do uso das terras da microbacia do riacho do Roncador em Timon (MA).** 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Piauí/Programa de Pós-graduação em Geografia, UFPI /PPGEO, Teresina, 2013.
- CARVALHO, D. F; MELLO, J. L. P; SILVA, L. D. B. **Hidrologia.** Apostila do curso de Hidrologia Aplicada. SP, 2007.
- CHEREM, L. F. P. **Análise Morfológica da Bacia do Alto Rio das Velhas – MG.** Universidade Federal de Minas Gerais/Instituto de Geociências Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Belo Horizonte, 2008.
- COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Estado do Maranhão – Relatório Diagnóstico do Município de Timon.** Teresina, 2011.
- CORREA, R. L. **O Espaço Urbano.** São Paulo: Ática, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999.
- FIORI, A. P.; NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C. Propriedade Morfológicas e aspectos Físicos da Bacia Hidrográfica do rio Atuba. Curitiba (PR). **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional conference on Geomorphology.** Goiânia, 2006.
- FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais.** Botucatu: FEPAF – Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 2006.
- FRITZSONS, E; MANTOVANI, L. E; RIZZI, N. E. **Relação entre Índices Morfológicos de Bacias Hidrográficas e Índices de Integridade de Floresta Ciliar na Bacia do Alto Capivari, Primeiro Planalto Paranaense.** Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2009.
- GUERRA, A. J. T; SILVA, A.S; BOTELHO R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- GUERRA, J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 6ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, **Geol. Soc. America Bulletin**, v.56, n3, p.275-370, 1945.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manuais técnicos em geociências divulgam os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências.** Rio de Janeiro, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas Topográficas.** Folha: Teresina/PI. SB-23 X-D-II/886. Brasília: IBGE, 1984. (Escala 1:100.000), disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso: 18 de abril de 2011.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas Topográficas**. Folha: Buriti Cortado/MA SB-23 X-D-I/885. Brasília: IBGE, 1984. (Escala 1:100.000), disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso: 18 de abril de 2011.
- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS (IMESC). **Desenvolvimento econômico recente do Maranhão: uma análise do crescimento do PIB e perspectivas**. São Luís, 2008.
- LANA, C. E. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Tanque, Minas Gerais, Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.54, n.2., 2001.
- LEPSCH, I. F; BELLINAZZI, R; BERTOLINI, D; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. 5ª Aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.
- LINDNER, E; GOMIG, K; KOBIYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe, SC. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. Anais. Florianópolis: INPE, p. 3405-3412, 2007.
- MACEDO, F. L; PEDRA; W. N, MELLO JÚNIOR. Caracterização Fisiográfica da Sub-bacia do riacho Jacaré – SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v.3, n3, p.163-169, 2010.
- MORAIS, F. M.P A, L. M de. Geomorfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú, Palmas, estado do Tocantins. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Uberlândia, v.1, n.2, p. 331-351, jul./dez, 2010.
- PINTO JUNIOR, O. B, ROSSETE, A. N. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira, MT - Brasil. **Revista Geoambiente**. Campus Avançado de Jataí – GO, 2005.
- PISSARRA, T. C. T., POLITANO, W. E 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-MG, v.28, n. 2, p.297-305, 2004.
- PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Capítulo 2 – Estado do Meio Ambiente e Retrospectivas Políticas: 1972-2002. (In): **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial – 2002/GEO 3: Passado, Presente e Futuro**. 2004. Disponível em <[http://www.wwiuna.org.br/geo\\_mundial\\_arquivos/capa\\_pretexto.pdf](http://www.wwiuna.org.br/geo_mundial_arquivos/capa_pretexto.pdf)>. Acesso em 25 de out. 2012.
- POLLO, R. A; BARROS, B. S. X.; BARROS, Z, X.; CARDOSO, L. G.; RODRIGUES, V. A. Caracterização Morfométrica da Microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava, PR, v.5, n. 1, p.163-174, 2012.
- PORTO, R. L. L; ZAHED FILHO, K; SILVA, R. M. **Apostila da disciplina de Hidrologia Aplicada: Bacias Hidrográficas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: Publicação do Dpto. de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 1999.
- RAFAELI NETO, S. L. **Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas**. 1994. 138f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 1994.
- REBOUÇAS, A.C. *et al.* **Águas Doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 1991.
- SCARLATO, F. C; PONTIN, J. A. **O ambiente urbano**. São Paulo: Atual, 1999.



SCHUMM, S.A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. **Bulletin of Geological Society of America**, v.74, n.9, p.1089-1100, 1963.

SILVA, L; LIMA, E. R. V; ALMEIDA, H. A; COSTA FILHO, J. F. Caracterização Geomorfométrica dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v.3, n.2, p.112-122, 2010.

SILVA, A; MELLO, C. R. **Hidrologia**. UFLA, 2003.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ABRH), 2000, p.35-51.

SOUSA, F. A. de; RODRIGUES, S. C. Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e susceptibilidade erosiva dos solos. **Revista Mercator**, Fortaleza, UFC, v.11, n.25, p. 141-151, mai./ago., 2012.

STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; CAVIGLIONE, J. H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal da Cartografia**, Londrina v.3, n.1, p.105-124, 2010.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Bull. Geol. Soc. Am.**, n. 63, p.111-1141, 1952.

TORNELLO, K.C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.5, p.849-857, set./out. 2006.

TEODORO, V. L. I; TEXEIRA, 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**, Araraquara-SP, n.20, p.137-156, 2007.

TUCCI, E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2002.

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

Recebido em 09 de agosto de 2014  
Aprovado em 13 de janeiro de 2016