

**ANÁLISE AREAL COMO SUBSÍDIO AOS ESTUDOS INTEGRADOS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ (RN/PB)**

Manoel Cirício **PEREIRA NETO**

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará

Email: ciricio.ufrn@yahoo.com.br

RESUMO: A bacia hidrográfica é uma unidade essencial de análise e planejamento. Esse estudo tem como objetivo caracterizar os aspectos morfométricos, relacionados à análise areal da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB), a saber: área, densidade de drenagem e o fator da forma. A extração e delimitação da bacia hidrográfica foi realizada a partir das técnicas de geoprocessamento e auxílio da ferramenta hidrology do programa de sistema de informações geográficas (SIG) ArcGis 9.3 (ESRI) e das imagens SRTM (SB-24-Z-B e SD24-Z-B). Para a análise areal foram seguidas as proposições de Christofolletti (1980). Os parâmetros morfométricos relacionados a análise areal revelaram-se de grande potencial de uso subsidiário à realização de estudos geoambientais no semiárido brasileiro, com destaque para as regiões do Seridó potiguar e paraibano.

Palavras-chaves: drenagem, morfometria, Seridó.

**AREAL ANALYSIS AS SUBSIDY TO THE INTEGRATED STUDIES OF THE
RIVER BASIN OF SERIDÓ (RN/PB)**

ABSTRACT: The river basin is an essential unit of analysis and planning. This study aims to characterize the morphometric aspects, related to areal analysis of the river basin of Seridó (RN/PB) as drainage density and form factor. The extraction and delineation of the river basin were defined with the aid of the geoprocessing techniques and hidrology tools of program of geographic information system (GIS) ArcGis 9.3 (ESRI) and SRTM (SB-24-Z-B and SD24-Z-B). For the areal analysis were followed propositions of Christofolletti (1980).

Morphometrics parameters related to areal analysis proved to be of great relevance and potential for alternative use geo-environmental studies integrated in the Brazilian semi-arid region, with emphasis on the regions of Seridó potiguar and paraibano.

Key words: drainage, morphometric characteristics, Seridó

ANÁLISIS AREAL COMO SUBSIDIO A LOS ESTUDIOS INTEGRADOS DE CUENCA DEL RÍO SERIDÓ (RN/PB)

RESUMEN: La cuenca es una unidad fundamental de análisis y planificación. Este estudio pretende caracterizar los aspectos morfométricos, relacionados con el análisis areal de cuenca del río Seridó (RN/PB), a saber: área, densidad de drenaje y factor de forma. La extracción y la delineación de la cuenca se llevó a cabo desde las técnicas de geoprocesamiento y asistencia del herramienta hidrología del programa de sistema de información geográfica (SIG) ArcGis 9.3 (ESRI) y SRTM (SB-24-Z-B y SD24-Z-B). Para el análisis areal fueron seguidas las propuestas de Christofolletti (1980). Los parámetros morfométricos relacionados con análisis areal demostraron ser de gran potencial para el uso alternativo de estudios geo-ambiental en la región semiárida brasileña, con énfasis en las regiones del Seridó potiguar y paraibano.

Palabras-claves: drenaje, características morfométricas, Brasil

INTRODUÇÃO

É a bacia hidrográfica uma unidade atualmente adotada e entendida como sendo essencial para a análise e planejamento ambiental. Essa emerge dentro de um contexto sistêmico, em diferentes áreas do conhecimento, perante a necessidade de estudos integrados.

No que se refere à caracterização morfométrica dessa unidade sistêmica – a bacia hidrográfica – essa se torna uma das primeiras etapas executadas para o entendimento da estrutura e dinâmica ambiental (TEODORO et al, 2007). De modo que, referente à análise areal das bacias hidrográficas, essa se sobressai como de fundamental importância ao entendimento das características geoambientais em questão (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Nesse caso, destaca-se como recorte espacial dessa pesquisa a bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB) justificada por compreender um interessante complexo geoambiental

característico do semiárido brasileiro (ver Fig. 01). Acrescente-se a esse contexto, ser essa região então caracterizada como um dos núcleos brasileiros de desertificação.

Sobre essa assertiva, segundo é destacado por Pereira Neto e Fernandes (2016), evidencia-se a necessidade de reflexão dos aspectos potenciais de degradação ambiental, relacionadas ainda à instabilidade emergente sobre o recorte espacial dessa pesquisa.

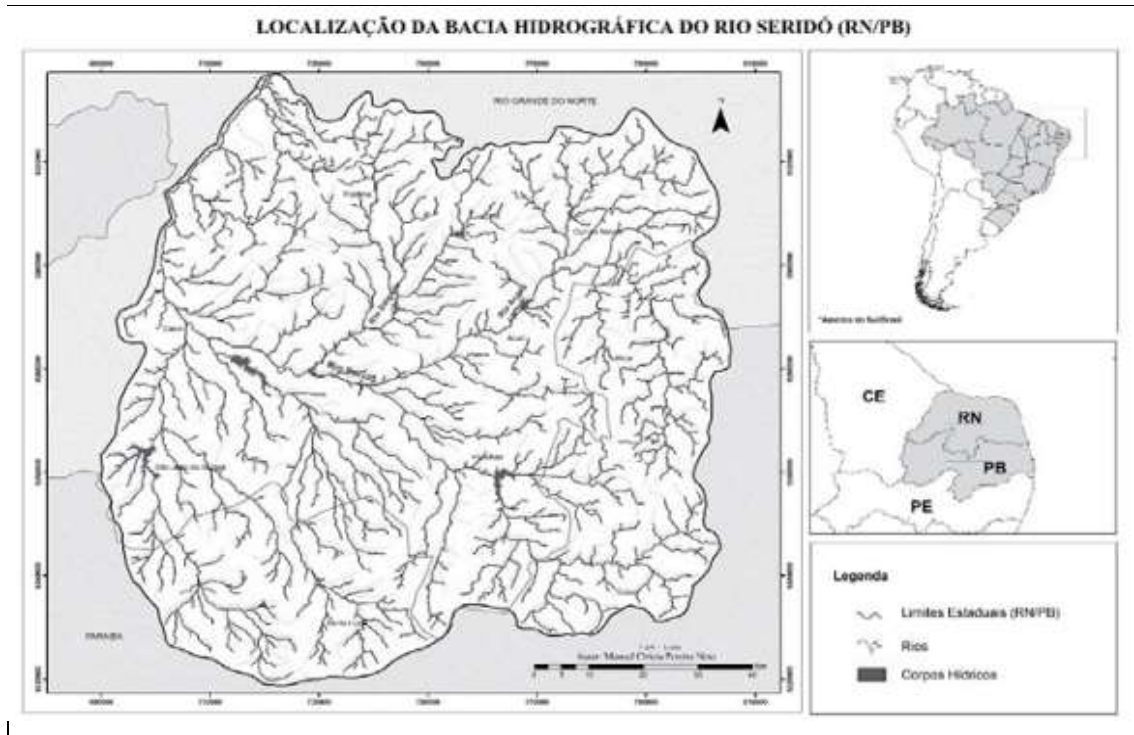


Figura 01: Localização e rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Seridó

Fonte: Pereira Neto e Fernandes (2015)

Destarte, o estudo dos aspectos morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Seridó (PB/RN), com destaque para a análise areal pretendida, esse tende a possibilitar importantes subsídios à realização de possíveis outros estudos integrados no contexto regional.

A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE SISTÊMICA E A ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Conceitualmente, segundo é destacado por Guerra e Cunha (2003), um sistema hidrográfico de drenagem é caracterizado pela formação de encostas, topos, fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea entre outros. De modo que essas características se interligam através dos fluxos de água e sedimentos para o canal fluvial.

Igualmente interessante, a bacia hidrográfica aparece melhor definida como sendo um conjunto de terras drenadas por um rio e seus tributários, circunscritas e delimitadas por divisores de água. Ao passo que, em sua área de influência as águas pluviais escoam superficialmente pelas vertentes abaixo formando os rios e riachos, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001; BOTELHO, 2010; CRISTOFOLETTI, 1974). Nesse sentido, conforme ainda acrescentam Ross e Del Prette (1998, p. 101):

A bacia hidrográfica, embora se constitua em um sistema natural cujo referencial é a água, não se torna automaticamente um único sistema ambiental, seja do ponto de vista natural, quando se levam em conta as demais componentes da natureza, como relevo, solos, subsolo, flora e fauna, seja do ponto de vista social, quando se consideram as atividades econômicas e político-administrativas.

É, portanto, através do conceito de bacia hidrográfica que se encontram favoráveis condições para a avaliação da forma integrada das ações humanas e suas consequências ao restante de todo o sistema (BOTELHO; SILVA, 2011). Neste contexto, Santos (2004) ainda destaca que toda e qualquer ocorrência sobre este sistema intervirá diretamente em sua dinâmica hidrológica e conseqüentemente em sua quantidade e qualidade.

Trata-se assim de um sistema que possui ainda uma histórica relação e/ou associação com diversas estruturas e desenvolvimento de contextos sociais, então relacionados à presença do recurso hídrico. No Brasil, por exemplo, segundo argumentam Almeida e Pereira (2009), este é um contexto que se apresenta materializado através do ordenamento territorial, historicamente relacionado com a distribuição dos recursos hídricos e sua utilização como via de penetração para o interior.

Algo que pela tamanha complexidade, ainda conforme ressaltam Teodoro et al (2007), se reflete na própria política nacional de recursos hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97, de modo a incorporar princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e de planejamento.

Especificamente, com relação a análise dos aspectos morfométricos, essa pode ser caracterizada e definida, segundo Santos e Morais (2014, p. 617), como sendo “um conjunto de procedimentos metodológicos que tem como orientação, a investigação e compreensão científica dos componentes naturais de uma bacia hidrográfica”.

Algo que para Costa, Passos e Souza Filho (2014, p. 02) objetiva o estabelecimento das “relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes, que por sua vez, evidenciarão situações e valores que subsidiarão à

elaboração de indicadores para uma gestão ambiental”. De acordo com Christofolletti (1999), é uma análise que tende a possibilitar a caracterização dos aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, atuando como indicadores referentes à forma, arranjo estrutural e à relação com sua geomorfologia fluvial.

Nesse caso, o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica em função de suas características como a forma, o relevo, a área e a rede de drenagem, podem ainda ser mensuradas através do cálculo dos parâmetros morfométricos (LIMA, 1986). De modo que, essa análise conexas ao uso da terra possibilita a classificação e tipologia de áreas homogêneas, com as possíveis alterações ambientais (ANTONELLI E THOMAZ, 2007).

Nesse sentido, Tonello (2005) destaca como aspectos morfométricos de bacias hidrográficas, a saber: a) características geométricas; b) características do relevo; e c) características da rede drenagem (ver Quadro. 01). Algo classificado anteriormente por Christofolletti (1980), como sendo propriedades das análises linear, areal e hipsométrica.

Quadro 01: Características morfométricas de bacias hidrográficas

Características geométricas	Área total Perímetro total Coeficiente de Compacidade (Kc) Fator de Forma (F) Índice de circularidade (IC) Padrão de drenagem
Características do relevo	Orientação Declividades mínima, média e máxima Altitudes mínima, média e máxima Declividade média do curso principal
Características da rede drenagem	Comprimento do curso d'água principal Comprimento total dos cursos d'água Densidade de drenagem (Dd) Ordem dos cursos d'água

Fonte: Tonello (2005)

METODOLOGIA

Foram seguidas as fases reconhecidas em análise morfométrica de bacia hidrográfica, a saber: definição e conceptualização; delimitação de rede de drenagem; amostragens; definição e mensuração dos aspectos morfométricos; e análise.

Essas etapas envolveram a produção dos dados primários de todos os dados a serem analisados. Nesse contexto, para a delimitação da bacia hidrográfica foi extraída e delimitada a rede de drenagem da bacia hidrográfica em questão, a partir das técnicas de geoprocessamento através do programa de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGis 9.3 (ESRI) e a partir de imagens SRTM (SB-24-Z-B e SD24-Z-B), disponíveis na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Além disso, para a correção e adequação de alguns cursos d'água, resultantes da modelagem hidrológica proveniente do geoprocessamento, foram ainda utilizadas cartas topográficas da SUDENE.

Em termos gerais, procurou-se basear a análise areal pelas proposições de Christofolletti (1980) então relacionadas aos aspectos morfométricos de bacias hidrográficas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo a ser classificada hierarquicamente inferior à bacia do rio Piranhas-Assu, uma das mais importantes do estado potiguar em termos socioambientais, a bacia hidrográfica do Rio Seridó abrange uma área de drenagem estimada nesse trabalho em torno de 10.386 km², entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

Nessa contextualização, assim como a grande maioria dos rios da região semiárida brasileira, os rios da bacia hidrográfica do Rio Seridó apresentam um dominante caráter de intermitência, onde permanecem secos a maior parte do ano, com um baixo potencial de vazão. Este fato decorre senão, pois, pela escassez e irregularidade de chuvas aliada à estrutura geológica do cristalino, que dificulta o armazenamento dos recursos hídricos em possíveis reservas subterrâneas.

Conforme é ainda ressaltado por Ab'Saber (1999), sobre o contexto do semiárido brasileiro, há sobretudo uma predominância da sazonalidade e intermitência do funcionamento hidrológico dos cursos fluviais dessa região. Algo então decorrente, em parte, pelo ritmo pluviométrico definido pelas estações de seca e de chuvas. Nesse caso, segundo acrescenta o referido autor (op. cit, p.13) “das cabeceiras até as proximidades do mar, os rios autóctones [...] permanecem secos por cinco a sete meses do ano”.

Sobre essa assertiva, poder-se-ia ainda acrescentar como exceção, por vezes, a jusante de grandes reservatórios públicos que adquirem grande potencial de vazão e perenidade, graças ao incremento da pluviosidade em determinados espaços de tempo.

Ademais, igualmente importante, atenta-se à caracterização de dois importantes aspectos morfométricos da bacia hidrográfica do rio Seridó, segundo as proposições de Christofolletti (1974), os quais podem servir como importantes subsídios ao entendimento de diferentes elementos geoambientais deste sistema. Entre estes destacam-se os aspectos relacionados à densidade de drenagem (Dd) e à forma da bacia hidrográfica.

A densidade de drenagem (Dd) permite conhecer o potencial da bacia com relação para um maior ou menor escoamento hídrico superficial, e conseqüentemente a uma maior ou menor susceptibilidade e/ou intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais fluviais (BELTRAME, 1994; MACHADO E TORRES, 2012).

Nesse caso, sobre a bacia hidrográfica em questão, encontrou-se um valor menor que 0,50 (aproximados 0,40), então considerado como de baixa densidade de drenagem, corroborando com as proposições de Grannell-Perez (2001) e Rocha e Kurtz (2001). Conforme ainda acrescenta Machado e Torres (2012, p. 57), uma Dd baixa é um importante aspecto indicador de uma “disponibilidade hídrica superficial escassa, rochas resistentes, solos com alta infiltração, cobertura vegetal densa ou relevo suave” – o que condiz, em grande parte, com a realidade do recorte espacial desta pesquisa.

No que diz respeito ao fator de forma (F) da bacia hidrográfica, essa se apresenta como sendo, segundo Christofolletti (1974), a relação existente entre a área da bacia hidrográfica e a área do círculo de mesmo perímetro. O valor máximo a ser obtido é igual a 1,0 e quanto mais próximo a esse valor mais próxima da forma circular estará à bacia de drenagem e quanto menor, mais estreita e alongada.

Como acrescentam Villela e Mattos (1975), a forma de uma bacia hidrográfica é importante devido ao tempo de concentração que o escoamento hídrico superficial, a partir do início da precipitação, leva para percorrer toda a sua extensão desde suas cabeceiras até a foz. Gardiner (1990) destaca ainda que o maior potencial pode ser realizado se torna possível reconhecer a área contribuinte hidrológicamente ativa para um determinado magnitude do evento de descarga, ao invés de empregar a bacia conforme definido pelo seu perímetro.

Sobre esta contextualização, Machado e Torres (2012, p. 60) ainda ressaltam que há, sobretudo, uma maior probabilidade e riscos da ocorrência de enchentes em bacias circulares, pois o aporte hídrico no canal fluvial tende a se concentrar em um menor espaço de tempo (com o pico de vazão ou deflúvio). Nas bacias mais alongadas e estreitas, segundo

Grannell-Pérez (2001), o mesmo fenômeno pluviométrico gera um escoamento melhor distribuído no canal fluvial ao longo do tempo, o que diminui consideravelmente o risco de enchentes, embora o nível de alta vazão dure mais.

Sobre a bacia hidrográfica do Rio Seridó encontrou-se um valor próximo aos 0,61, de uma escala que vai até 1,0. Este se caracteriza senão, pois, por um típico formato intermediário, aproximando-se ligeiramente da forma circular, com repercussões estritamente associadas às proposições aqui anteriormente ressaltadas. Esses valores podem ser melhor observados, em termos gerais, na tabela abaixo (ver Tab. 01):

Tabela 01: análise areal da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB)

Características Físicas	Resultados
Área da Bacia Hidrográfica (Km ²)	10.386
Forma da Bacia (F)	0,61
Densidade de Drenagem (Dd)	0,40

Fonte: elaborado pelo autor

Além disso, a drenagem da bacia hidrográfica do Rio Seridó, sob influência do relevo escarpado do Planalto da Borborema, apresenta um padrão típico de drenagem radial com configuração centrípeta. Para este padrão, Christofolletti (1980) descreve como sendo “os rios convergem para um único ponto ou área central, então localizada em posição topograficamente mais baixa”, então representada pela Depressão Sertaneja.

Nesse caso, conforme o escoamento advém das áreas topograficamente mais elevadas para as áreas mais baixas avançando pela Depressão Sertaneja, esta começa a apresentar um padrão típico de drenagem ramificada (ou dendrítica) com a aparência de “raízes de árvores” segundo a natureza litológica e topográfica da região. Esta, segundo acrescenta ainda Christofolletti (1980), se distribui em todas as direções sobre a superfície do terreno e se unem formando ângulos agudos com variadas graduações.

Assim, a escala de bacia, gradiente e forma e geometria da rede e a extensão pode representar separado, se não é estatisticamente independente, elementos da forma de bacia, que são de geomorfológico e prático valor fundamental.

Acerca da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Seridó, a sua distribuição e padrões de direção encontram-se diretamente atrelada às formas estruturais do relevo, as

quais funcionam também como divisores da bacia hidrográfica, assim como pela própria estrutura litológica do cristalino através dos lineamentos de falhas. Neste sentido, por caminhos mais diversos, a maioria das cabeceiras da bacia hidrográfica em questão sai das bordas do Planalto da Borborema percorrendo toda a extensão da Depressão Sertaneja até chegar ao Rio Piranhas-Assu.

Sobre esta contextualização, Felipe (1978) acrescenta para o fato de que este fenômeno na região condiciona o surgimento de vales totalmente encaixados, sugerindo pequenos canhões ou ainda a existência de boqueirões, estreitos e gargantas escavados pelos rios. São exemplos o boqueirão de Parelhas no Rio Seridó, e o antigo boqueirão de Gargalheiras ('fechado' artificialmente pelo açude Gargalheiras) no Rio Acauã.

Segundo destaca Howard (1967) cada padrão de drenagem apresenta um significado litoestrutural, morfoestrutural e morfotectônico. Destarte, conforme corroboram Pissara et al (2004) *apud* Teodoro et al (2007, p.143), é então que a morfometria fluvial reflete "algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial" dos elementos da superfície terrestre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros morfométricos relacionados a análise areal revelaram-se como sendo de grande relevância e potencial uso subsidiário à realização de estudos geoambientais integrados da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB). De modo então adequados e condizentes com a realidade encontrada sobre o recorte espacial da pesquisa.

São resultados que se constituem em interessantes indicadores local e regional para o planejamento e gestão territorial ambiental, destacando-se na unidade da bacia hidrográfica como ferramenta de estudo e análise. Nesse contexto, apesar desse trabalho focar apenas a análise areal ressalta-se ser essa de grande interesse e de fundamental importância subsidiária para a caracterização de outras variáveis geoambientais da bacia hidrográfica em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Sertões e sertanejos**: uma geografia humana sofrida. Estudos avançados, São Paulo, v. 13, n. 36, Aug. 1999.

ALMEIDA, F. G. de; PEREIRA, L. F. M. O papel da distribuição e da gestão dos recursos hídricos no ordenamento territorial brasileiro. In: ALMEIDA, F. G. de; SOARES, L. A. A. (orgs.). **Ordenamento territorial: coletânea de textos com diferentes abordagens no contexto brasileiro**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009, p. 85-115.

BALDWIN, J. H. Environmental Planning and Management. Bolder, Westview Press, 1981 *apud* CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo, Editora Blucher, 1º edição, 1999.

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**. 2º ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R. G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In.: **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.153-192.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. Da Universidade de São Paulo (USP), 1974.

_____. **Geomorfologia**. 2º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher ltda, 1999.

COSTA, S.B.; PASSOS, M.M.; SOUZA FILHO. A análise morfométrica da bacia hidrográfica do córrego água da Marilena: uma contribuição para à gestão ambiental das bacias hidrográficas do extremo noroeste do estado do paraná. **Revista Geonorte**, 4, V.10, N.1, 2014, p.1-6. Edição Especial.

CUNHA. L. H.; COELHO. M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA. S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **A questão ambiental – diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2007.

- FELIPE, J. L. A. **Aspectos naturais da região do Seridó**. Coleção mossoroense, 1978.
- GARDINER, V. Drainage basin morphometry. In: GOUDIE, A. (org.) **Geomorphological techniques**. British Geomorphological Research Group, 2ª ed., 2005.
- GRANNEL-PÉREZ, M.C.G. **Trabalhando Geografia com as cartas topográficas**. Juí: Editora INIJUÍ, 2001.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- HOWARD, A. D. **Drainage analysis in geologic interpretation: A summary**. AAPG Bulletin, v. 51, p. 2246-2259, 1967.
- MACHADO, P. J. O; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n.13, 2015.
- PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Instabilidade emergente e aspectos de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista de Geografia (Recife)**, Vol. 33, n. 1, 2016.
- PISSARA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciências do Solo**, Viçosa, n.28, p.297-305, 2004.
- ROCHA, J. S. M. da; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4ª edição. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120p.
- ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: Âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia/USP**. n.12, 1998. p. 89-121.
- SANTOS, D. A. R; MORAIS, F. de. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio lago verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de lagoa da confusão – TO. **Revista Geonorte**, V.3, N.4, p. 617-629, 2012. Edição Especial.
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo, Oficina de Textos, 2004.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 245p, 1975.