



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

RELEVO E FISIOGRAFIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CAPIVARA, IMPERATRIZ, MARANHÃO

Maria Carla Bandeira Sousa ¹
Tiago da Silva Andrade ²
Antonio Queres da Silva Neto ³
Elza Ribeiro dos Santos Neta ⁴
Liriane Gonçalves Barbosa ⁵

RESUMO

Este relatório apresenta resultados da pesquisa sobre parâmetros morfométricos e de drenagem e a criação de uma base de dados geográfica da caracterização morfométrica e morfológica da Bacia Hidrográfica do Riacho Capivara. O texto inclui os resultados do mapeamento geológico-geomorfológico da bacia e sua rede de drenagem, trazendo uma atualização da área da bacia, além da caracterização fisiográfica da BH. Bacias hidrográficas são consideradas sistemas complexos, compostas por elementos biofísicos e humanos, cuja organização em conformidade com o relevo influencia o comportamento do escoamento superficial, definindo padrões de drenagem não apenas por processos naturais, mas também sociais, decorrentes do uso e ocupação do solo. Como unidade de paisagem e planejamento, a bacia reflete dupla função: espaço físico e sistema onde fluxos de matéria e energia são controlados pelo ciclo da água — por escoamento, infiltração ou evaporação. Quando estudada de forma sistêmica, oferece uma abordagem integrada e voltada à sustentabilidade ambiental (DOUROJEANNI et al., 2002; DE LA ROSA et al., 2021; DRAKE e HOGAN, 2013; BROOKS et al., 2013). A bacia hidrográfica apresenta múltiplas definições, conforme o objetivo do estudo: na interação superfície-atmosfera, é área de captação de água precipitada (TUCCI, 1993); na relação hidrosfera-litosfera, um sistema fluvial com zonas de fornecimento de sedimentos, rede de transporte e áreas de deposição; e, na relação sociedade-natureza, unidade territorial com infraestrutura e impactos no regime fluvial (COELHO NETTO, 1998; CHRISTOFOLETTI, 1980), devendo ser considerada unidade de gestão. A rede de transportes de uma bacia forma um conjunto de canais inter-relacionados, definindo padrões de drenagem fluvial. Junto a outras bacias, compõe o sistema de drenagem de uma região e, em sua relação com o relevo, atua na dissecação e modelação da paisagem, redefinindo topografias e declividades a partir da retirada, transporte e deposição de sedimentos.

INTRODUÇÃO

Bacias Hidrográficas são consideradas sistemas complexos, constituídas por um conjunto de elementos biofísicos e humanos, cuja natureza e arranjo em conformidade com o relevo, induzem o comportamento do escoamento superficial das águas em sua área de abrangência, definindo padrões de drenagem, não apenas em função das leis físicas e processos mecânicos naturais, mas também daqueles processos de ordem social, que resultam do modo de ocupação e usos que cada comunidade faz da bacia onde vive.

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, mariasousa.20190000957@uemasul.edu.br;

² Graduando pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, tiago.andrade@uemasul.edu.br;

³ Graduando pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, antonio.queses@uemasul.edu.br;

⁴ Doutora em Geografia - Universidade de Brasília - UnB, elza.ribeiro@uemasul.edu.br;

⁵ Professor orientador: Doutora em Geografia UNESP/FCT, Professora adjunta da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, UEMASUL, liriane.barbosa@uemasul.edu.br.



Como unidade de paisagem e territorial uma bacia hidrográfica reflete dupla interação e função: é um espaço físico e um sistema complexo onde os fluxos de matéria e energia são controlados pelo ciclo da água que nela se realizam, seja por escoamento superficial ou por infiltração ou evaporação, e; quando estudada de forma sistêmica, pode se tornar unidade básica de planejamento e gestão do território oferecendo uma abordagem integrada e uma visão de sustentabilidade ambiental (Dourojeanni et al., 2002; De La Rosa et al., 2021, Drake e Hogan, 2013; Brooks et al., 2013).

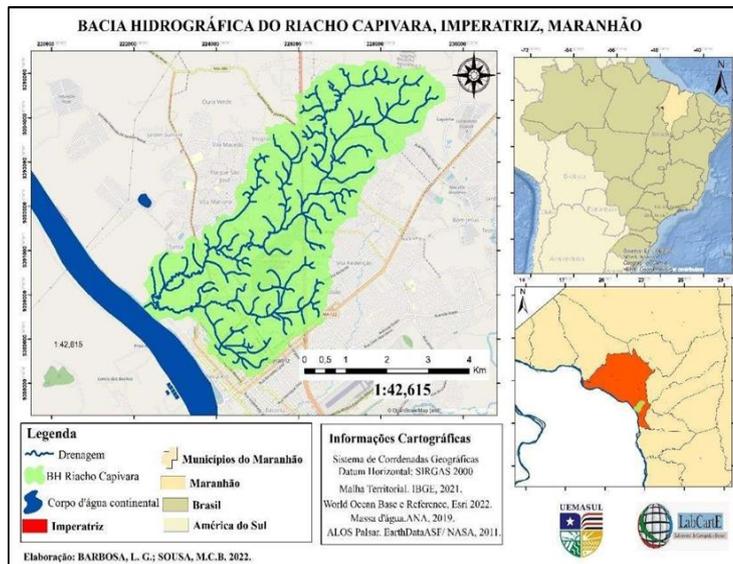
A Bacia Hidrográfica apresenta múltiplas definições, a depender do objetivo de estudo: na interação superfície-atmosfera é uma área de captação de água precipitada (Tucci, 1993); na relação hidrosfera-litosfera, especialmente hidrogeomorfológica, um sistema fluvial que comporta, ao mesmo tempo, zonas fonte (fornecimento) de sedimentos, em função dos processos erosivos, rede de transportes e escoamento de matéria (água e sedimentos) e áreas de deposição sedimentar e; na relação da sociedade com a natureza, forma uma unidade territorial onde se desenvolvem atividades e infraestruturas humanas com consequências no regime fluvial e na intensidade de cheias (Coelho Netto, 1998; Christofolletti, 1980), devendo ser considerada unidade de planejamento e gestão.

A rede de transportes de uma bacia hidrográfica, forma um conjunto de canais de escoamento interrelacionados, definindo os padrões de drenagem fluvial que, somada a outras bacias circunvizinhas, formam o sistema de drenagem fluvial de uma região e, na sua relação com o relevo são responsáveis pela sua dissecação e modelação redefinindo topografias e declividades a partir do processo de retirada, transporte e deposição de sedimentos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar a relação entre a morfometria do relevo, a fisiografia e a drenagem fluvial da Bacia Hidrográfica do Riacho Capivara, localizada na cidade de Imperatriz, Maranhão, figura 1.

A BHRC é uma das principais bacias urbanas de Imperatriz e apresenta alto percentual de cobertura e uso urbano. No mapa da figura 1 é possível observar a área de abrangência da bacia com a drenagem sobreposta. A bacia abrange 10 bairros da cidade em seu percurso, desde a nascente até sua foz.

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autoras, 2023.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base no mapeamento morfométrico, geológico-geomorfológico e no cálculo de parâmetros fisiográficos da bacia e sua rede de drenagem, seguindo etapas de processamento e edição cartográfica de dados espaciais e geométricos em conjunto com a interpretação e análise das variáveis mapeadas.

Os dados matriciais e vetoriais para o mapeamento da bacia foram adquiridos nas bases cartográficas da ANA e IBGE (2019;2021), IBGE/ RADAM Brasil (2018), IBGE (2021) e JAXA/EORC/ALOS-3 Advanced Land Observing Satellite. Para obtenção dos dados morfométricos foi utilizado Modelo Digital de Elevação (MDE) Alos 3D30 Prism da AJAX, com resolução espacial de 30 metros. Para o mapeamento geológico-geomorfológico foram usadas as folhas SB23_geol e SB23_geom na escala de 1:250.000, do Projeto RADAM Brasil.

Limite da bacia e extração da drenagem: com o intuito melhorar a representação do limite bacia e da sua rede de drenagem em relação a base da ANA (2019), optou-se pela aplicação de um conjunto de técnicas de modelagem hidrológica. Essa fase do mapeamento foi realizada em várias etapas, usando algoritmos da ferramenta de modelagem *Hidrology* e álgebra de mapas do ArcGis e o método *watershed* no GRASS/QGIS: a) reprojeção do MDT (Modelo Digital do Terreno) para o DATUM oficial do Brasil e correção/remoção de pequenas imperfeições; b) geração da direção do



escoamento superficial da área (direção de fluxo); c) geração do fluxo de acumulação dos canais de drenagem; d) cálculo da rede de drenagem usando álgebra de mapas (ArcGis) e valor de densidade de drenagem; e) delimitação da área da Bacia do Capivara usando a técnica de criação do ponto de exultório; f) recorte da drenagem no limite da área da bacia e; g) correção da drenagem e da área da bacia a técnica de sobreposição ao BaseMap do ArcMap e o Google satélite no QGIS.

Geologia e Geomorfologia- após a aquisição das folhas foi realizada a edição cartográfica no limite da área da bacia e em seguida foi aplicado o cálculo de área com a finalidade de calcular a área de abrangência das unidades mapeadas em km e porcentagem. Após a etapa de cálculo e após a elaboração dos layouts finais dos dois mapas foram gerados gráficos, utilizando as ferramentas relatório e gráfico da tabela de atributo dos mapas no ArcGis.

Fisiografia da BH e morfometria do relevo-Nesta etapa foi feita a extração dos valores de declividade em porcentagem e do sombreamento do relevo, e aplicadas as classificações da declividade e hipsometria. A hipsometria foi compartimentada em cinco classes com intervalos de 20 metros. A amplitude altimétrica da região variou de 80 a 189 metros de altitude. A declividade foi classificada em 4 classes, seguindo a classificação da EMBRAPA (1979).

Os cálculos das variáveis fisiográficas e geométricas da bacia foram realizados no QGIS usando estatística zonal e calculadora de campo na tabela de atributo do limite da bacia, aplicando as fórmulas indicadas em Christofolletti (1980) e trabalhos mais recentes de Souza et al (2021), Oliveira (2020) e Trajano et al (2012). Os cálculos de área das outras variáveis mapeadas foram aplicados fazendo a junção dos polígonos de cada classe ou unidade de feição em um só, adicionando campos de valores na tabela de atributo de cada mapa e calculando a área mapeada por classe/unidade em km e porcentagem, aplicando a fórmula a seguir: $Area (\%) = \frac{area\ mapeada}{area\ total} * 100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BHRC possui área de 22,64 km² com perímetro 31,69 km. É uma bacia de 6^a ordem fluvial (ANA, 2019), dentrítica (Christofolletti, 1981), com densidade hidrográfica e de drenagem baixa, 4,5 e 2,3, respectivamente. Apresentou índice de rugosidade muito baixo, 0,19, o que expressa pouca variação nas formas da superfície do relevo, com

poucos desníveis, uma vez que a declividade predominante variou de 0 a 8% apenas.

A Razão de Textura (Rt) do relevo foi de 3,25 um.km, indicando que há 3,25 “segmento de curso d’água a cada km do perímetro da bacia” (Trajano et el, 2012, p. 24) e maior número de canais no terreno. Os índices de forma da bacia (fator forma, índice de circularidade, índice de compacidade e razão de alongação) mostraram que a bacia possui forma mais alongada do que arredondada.

Tabela 1-Parâmetros fisiográficos analisados na BHRC

Parâmetro	Sigla	Descrição
Forma da rede de drenagem	---	Dentrítica
Área da bacia	A	22,64 km ²
Perímetro da bacia	P	31,69 km
Altitude média	Alt_mean	136,6 m
Altitude mínima	Alt_min	80 m
Altitude máxima	Alt_max	189 m
Amplitude altimétrica	ΔH_{rang}	
	e	109 m
Comprimento do eixo axial (comprimento da bacia)	L1	10,12 km
Comprimento do canal principal	L-Cp	12,2 km
Comprimento total da drenagem	L-Ctd	52,4 km
Número de Canais	Nc	103
Índice de Compacidade	Kc	1,86
Fator de forma	Kf	0,22
Índice de circularidade	Ic	0,28
Razão de alongação	Re	0,52
Densidade de drenagem	Dd	2,31 km/ km ²
Razão de relevo (declividade do rio principal)	Rr	0,0084 km
Índice de rugosidade	Ir	0,19
Densidade hidrográfica	Dh	4,5
Extensão média do escoamento superficial	Lm	0,10 km
Índice de sinuosidade	Is	1,21%
Razão de textura	Rt	3,25 seg.
Declividade predominante	Dp	0 a 8%
Ordem fluvial	--	6ª ordem

Fonte: Autoras, 2023

Em relação a estrutura geológica a BHRC apresenta sedimentos depositados no Eon Fanerozóico, em duas eras e dois períodos distintos. Terrenos da Formação Codó, depositados no período Cretáceo (Inferior Aptiano) da era mesozoica, a mais de 100 milhões de anos, e os depósitos sedimentares recentes, Aluviões Holocênicos do Quaternário Holoceno, da era Cenozóica. Os terrenos da Formação Codó representam quase toda a área da bacia, 91, 1%, enquanto os depósitos aluviões ocupam menos de 9% (tabela 2). Os Aluviões Holocênicos são depósitos sedimentares depositados no baixo

curso da bacia, próximo a foz do rio, devido a ação do escoamento superficial das águas e do rio.

Tabela 2- Cálculo de área e unidades geomorfológicas da BHRC

Tempo Geológico	Unidade	Unid. (km)	Unid. (%)
	Corpo d'água continental	0.018	0.08
Fanerozoico Cenozoica Quaternário Holoceno	Aluviões Holocênicos	1.928	8.7
Fanerozoico Mesozoica Cretáceo Inferior Aptiano	Formação Codó	19.998	91.1

Fonte: Autoras, 2023.

Os terrenos da Formação Codó estão associados ao período de surgimento e dominação das plantas angiospermas e a extinção de grandes animais como os dinossauros durante o Cretáceo, entre 145 e 65 milhões de anos (Bandeira, 2013). As rochas dessa formação são constituídas por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcários e arenito com gipso (Lindoso, 2016, Bastos et al, 2014, Bandeira, 2013, Gonçalves et al, 2006, Ramos et al, 2006), depositados em uma “sequência sedimentar potencialmente geradora de hidrocarbonetos, ocorrência de extensos depósitos de gipsita e calcário, além de sua notória riqueza fossilífera” (Lindoso, 2016, P.22).

A BH apresenta duas unidades de relevo: planícies, e terraços fluviais e depressão de Imperatriz. A área da unidade de depressão corresponde a 91,9% da área total da bacia. Essa unidade de relevo apresenta formas de relevo dissecadas com topos tabular e é parte do Domínio da Depressão do Rio Tocantins, que se caracteriza por apresentar superfícies de aplainamento alternadas por formas residuais (mesetas e pequenos morros ou platôs) retrabalhados pela rede de drenagem, que no caso da BHRC apresenta baixa densidade na área de ocorrência da Depressão de Imperatriz (IMESC, 2019; RADAM Brasil/IBGE, 2018). As Planícies e Terraços Fluviais representam somente 8% de toda a BH estudada e são áreas rebaixadas que correm na área da foz da bacia.

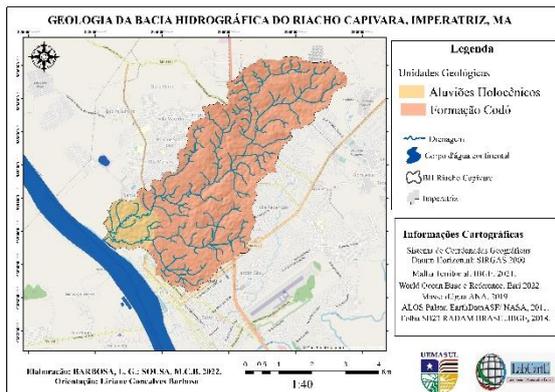
Tabela 3- Cálculo de área e unidades geomorfológicas da BHRC

Unidade de Relevo	Planícies e Terraços Fluviais	Depressão de Imperatriz
Área (km)	1.763	20.181
Área (%)	8.03	91.9
Densidade da Drenagem	Média	Baixa
Forma	Topo convexo	Topo tabular
Característica	Dissecação homogênea ou diferencial	

Natureza	Deposicional	Dissecação
Categoria	Convexa	Tabular
Unidade geomorfológica	Depressão de Imperatriz	
Região geomorfológica	Depressão do Rio Tocantins	
Domínio geomorfológico	Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas	

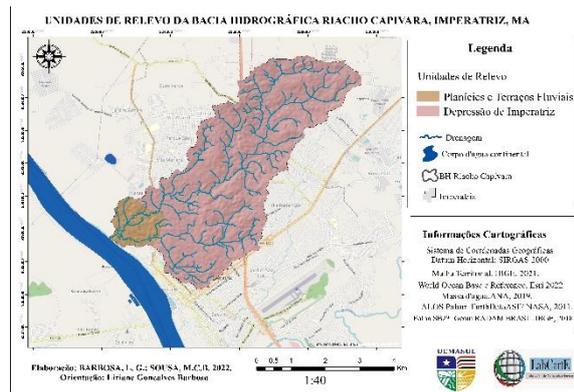
Fonte: Autoras, 2023

Figura 2- Mapa de Geologia da BHRC



Fonte: Autoras, 2023.

Figura 3- Mapa de Geomorfologia da BHRC



Fonte: Autoras, 2023.

A amplitude altimétrica do relevo da bacia foi segmentada em cinco níveis altimétricos com intervalos de 20 m (com exceção do último nível), resultando em cinco classes de hipsometria (tabela 5, gráfico 3 e figura 4). A altitude do relevo da bacia variou de 80 a 189 m, porém quase 80% da área está em uma altitude entre 100 e 140 m. As menores altitudes, pouco mais de 15%, estão localizadas nas proximidades da área da foz do rio, se caracterizando como superfície de acumulação de sedimentos e detritos conduzidos e depositados pela rede de drenagem. As altitudes predominantes, classes 2 e 3, encontram-se no médio e alto curso da área da bacia. As demais classes, 4 e 5 compreendem pouco mais de 5% da área total da bacia.

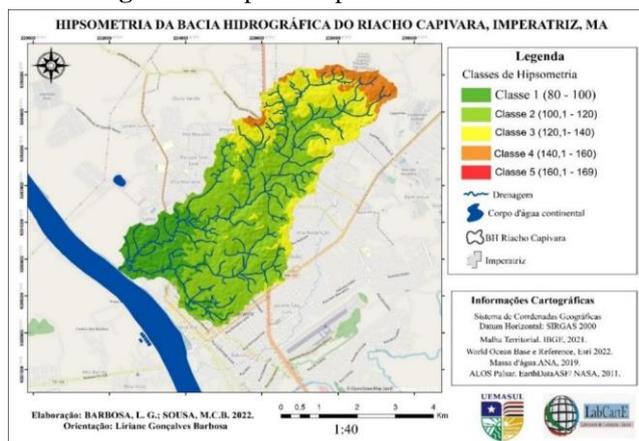
O mapa de declividade da BHRC está classificado em 4 classes percentuais seguindo a classificação da EMBRAPA, 1979. A maior parte do relevo da bacia, 70%, apresenta declive suave. Somado esse percentual com as superfícies de relevo plano, 20,4%, mais de 90% do relevo da bacia possui baixa (até 8%) ou nenhuma declividade (0%). Pouco mais de 9% das superfícies do relevo apresentam declividade acima de 8%. São encostas de morros residuais um pouco mais íngremes, que apresentam vertentes fortemente onduladas.

Tabela 4- Cálculo de área e classes de hipsometria e declividade da BHRC

Hipsometria			Declividade		
Classes	Unidade (km)	Unidade (%)	Classes	Área (km)	Área
1	3.385	15.4	1- Plano	4.4	20.4
2	12.497	56.9	2- Suave Ondulado	15.3	70
3	4.791	21.8	3- Ondulado	2.06	9.4
4	1.271	5.7	4- Forte Ondulado	0.01	0.08
5	0.000.45	0.002			

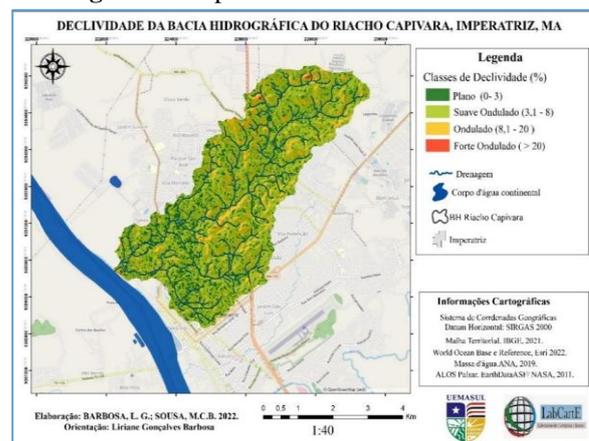
Fonte: Autoras, 2022.

Figura 3- Mapa de Hipsometria da BHRC



Fonte: Autoras, 2023.

Figura 4- Mapa de declividade BHRC



Fonte: Autoras, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na pesquisa contribuem para melhor caracterizar da BHRC. Pela classificação do RADAM Brasil/IBGE (2018) usada, a Bacia do Capivara apresenta pouca diversidade de formas de relevo e de estrutura geológica. Apenas duas unidades geológicas e duas unidades de relevo. O relevo da BHRC tem baixos desníveis, “projetada sobre o plano horizontal” (Trajano et al, 2012, p.18), predominando superfícies planas e com declives suave, que favorece o processo de infiltração em relação ao escoamento superficial, que no caso de superfícies muito planas ocorre de maneira menos intensa e com maior dispersão da água.

Considerando os valores de declividade e de amplitude altimétrica com o valor do Índice de Rugosidade (diferença altimétrica entre a foz e maior altitude da bacia), que expressa a relação entre a disponibilidade do escoamento hídrico superficial e seu potencial erosivo, o valor baixo do Ir com os baixos desníveis indicam baixo risco natural de ocorrência de processos de degradação na bacia (Trajano et al, 2012).

Quando considerados o Índice de Circularidade (Ic), a Razão de Elongação (Re), Coeficiente de Compacidade (Kc) e Fator de Forma (Kf), os valores obtidos indicam que



a área da bacia tende a ser mais alongada e menos circular, sendo uma bacia mais alongada. Características geométricas que não favorecem a ocorrência de processos de inundação com picos de cheias. Os valores dos cálculos da extensão média do escoamento superficial, da razão de textura e da Densidade de Drenagem expressam a característica de ramificação da rede de drenagem e alta densidade de canais.

De forma geral, o mapeamento realizado possibilitou espacializar padrões geomorfológicos e geológicos e atualizar a base cartográfica da bacia, que servirá para a criação de um WebSIG da área na Plataforma ArcGis HUB.

Com o uso DEM com resolução de maior precisão e a aplicação de técnicas de geoprocessamento e interpretação combinadas de foi possível realizar uma delimitação mais precisa da área da bacia, em uma escala de maior detalhe em relação a base disponibilizada pela ANA (2019;2021), mostrando-se eficiente na obtenção de novos indicadores fisiográficos da bacia e sua rede drenagem, de forma automatizada e semiautomatizada. Contudo, é necessário que pesquisas futuras avancem na realização de levantamentos topográficos que permitam uma melhor e mais precisa delimitação da área da bacia e definição de sua rede de drenagem.

REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional de Água. **Base Hidrográfica**. Brasília: geonetwork, 2019. Escala 1:100.000.
- BANDEIRA, I. C. N. Geodiversidade do estado do Maranhão. Teresina, PI : CPRM, 2013.
- BASTOS, L. P. H.; PEREIRA.E.; CAVALCANTE, D. DA C.; RODRIGUES, R. Estratigrafia química aplicada à Formação Codó nos furos de sondagem UN-24-PI e UN-37-PI (Aptiano/ Albiano da Bacia do Parnaíba). **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 289-312, jul./dez. 2014.
- BROOKS, K. N.; FOLLIOTT, P. F. & J. A. **Hydrology and the management of watersheds**. 4^a ed. State Avenue, Ames, Iowa, USA:Wily-Blackwell, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2013.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2^a ed.- São Paulo: Edgar Blucher, 1980.
- DE LA ROSA, A., VALDÉS-RODRÍGUEZ, O. A., VILLADA-CANELA, M., MANSON, R.; MURRIETA-GALINDO, R. “Characterizing water security with a watershed approach: Case study Veracruz, Mexico”. **Ingeniería del agua**. vol 25, n.3, 2021, p.187-203.
- DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A.; CHÁVEZ G. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. **Série Recursos Naturales e Infraestructura**. Santiago de Chile: División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL/ECELAC, 2002.
- Drake, K.; Hogan, M. **Watershed management guidebook: a guide to outcome-based watershed management**, Integrated Environmental Restoration Services E.U.A.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Súmula da 10. Reunião**



- Técnica de Levantamento de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1, 1979.
- GONÇALVES, D. F.; ROSSETTI, D. de F.; TRUCKENBRODT, W.; MENDES, A. C. **Argilominerais da Formação Codó (Aptiano superior), Bacia de Grajaú, Nordeste do Brasil.** Latin American journal of sedimentology and basin analysis. v.13 n.1 La Plata ene./jul. 2006.
- IMESC, Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos Cartográficos. **Relatório técnico de Geologia, Geomorfologia e Hidrogeologia do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) - Etapa Bioma Amazônico.** São Luís: IMESC, 2019.
- LINDOSO, R.M. A biota da Formação Codó (Aptiano, Bacia do Parnaíba), nordeste do Brasil: aspectos paleoambientais e paleobiogeográficos. Tese (Doutorado em Geologia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia. Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2016.
- LUPINACCI, H.; SIMON, C. M.; LUÍS, A. **A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento** [recurso eletrônico]. /— Pelotas, Ed. da UFPel. 2019.
- RAMOS, M. I. F.; ROSSETTI, D. de F.; PAZ, J. D. S. Caracterização e significado paleoambiental da fauna de Ostracodes da Formação Codó (Neoaptiano), leste da Bacia de Grajaú, MA, Brasil. Revista Brasileira de Paleontologia. vol. 9, n 3, p. 339-348, set/dez de 2006.
- RODRIGUES, M. L. G. B.; SANTOS, L. C. A.; BARBOSA, R. S Fomento do Empreendedorismo pela Gestão Pública: Estudo de Caso do Município de Tietê. **Rev. FSA**, Teresina, v.16, n. 6, art. 9, p.174-189, nov./dez. 2019.
- SOUSA, R.C.de. Efeitos da expansão urbana na Microbacia do Riacho Capivara, Imperatriz, Maranhão. - **Dissertação** (Mestrado)-Faculdade Alves Faria. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Goiânia, GO, 2016.121f.
- SOUZA, Ê. G.F.; NASCIMENTO, A. H. C.; CRUZ, E. A.; PEREIRA, D. F.; SILVA, R. S.; SILVA, T. P. DA; FREIRE, W. A. Delimitação e caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho do Navio, Pernambuco, a partir de dados SRTM processados no QGIS. Revista Brasileira de Geografia Física v.14, n.03, 2021, p. 1530-1540.
- TRAJANO, S. R. R. DA S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALTIO, J.; MARTINHO, P.R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. DE O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA, F. S. Análise morfométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.** Campinas, SP: EMBRAPA Gestão Territorial, 2012
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia ciência e aplicação.** Porto Alegre, RS: Editora da Universidade-ABRH-EPUSP, 1993
- VALERIANO, M. M. **Topodata:** guia para utilização de dados Geomorfológicos locais. Projeto de Produtividade em Pesquisa “Modelagem de dados topográficos SRTM”, 2008
- VEIGA JÚNIOR, J. P. São Luís NE/SE, Folhas SA- 23-X e SA-23-Z: Estados do Maranhão e Piauí: escala 1:500.000. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos – PLGB.** Brasília, DF: CPRM, 2000.