

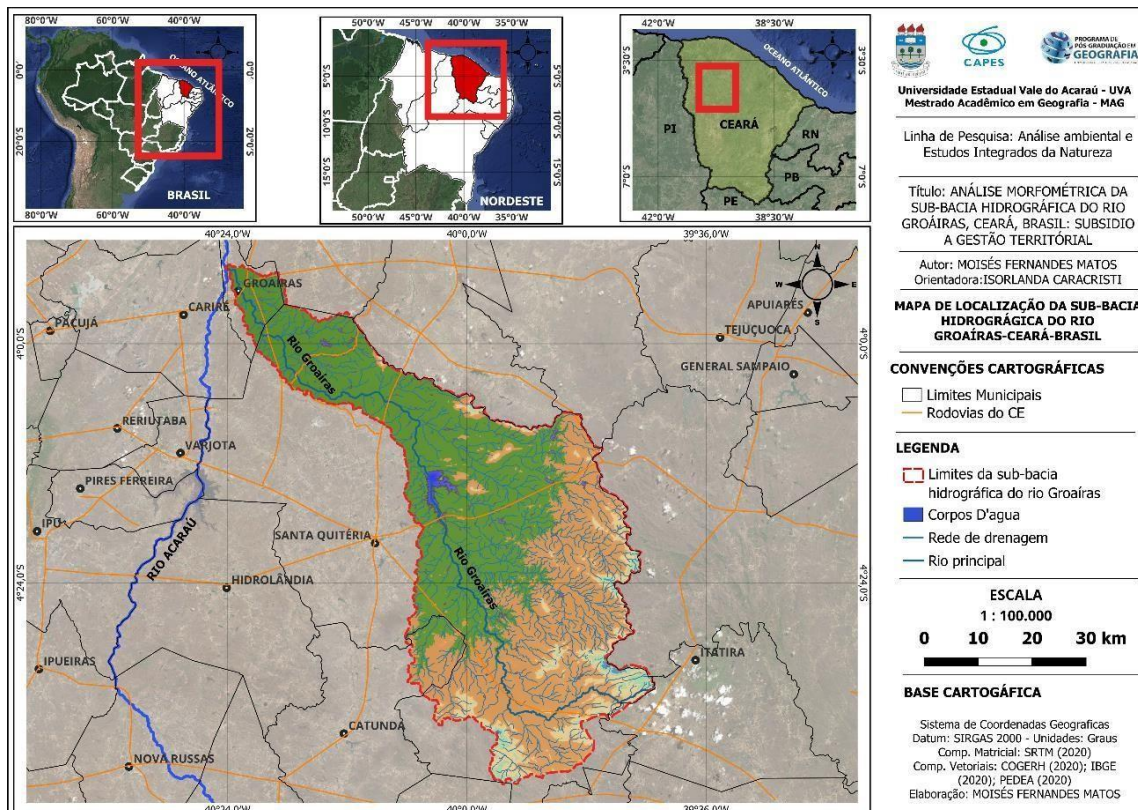
ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GROAÍRAS, CEARÁ, BRASIL: SUBSÍDIO À GESTÃO TERRITORIAL

Moisés Fernandes Matos¹
Isorlanda Caracristi²

INTRODUÇÃO

A área analisada diz respeito à sub-bacia hidrográfica do rio Groaíras, que está inserida na bacia do rio Acaraú, localizada na região Noroeste do estado do Ceará, a aproximadamente 262 Km da capital, Fortaleza e a 243 Km da cidade Sobral. O acesso a área da sub-bacia, é feito pelas rodovias estaduais: CE- 179; CE- 4CE-253; CE-362; CE-257; e CE-366. Trata-se de uma área com aproximadamente 2838,742 Km², entre as coordenadas 40°24'13'' / 39 °40'59'' longitude e 3°51'48'' / 4°44'19'' latitude (Mapa 01). A extensão da área, abrange de forma predominante, o município de Santa Quitéria, e em menores áreas, os municípios de Catunda, Groaíras e Forquilha.

Mapa 01: Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do rio Groaíras-Ceará-Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, moisesfernandes215@email.com;

² Pós-doutora e Professora Associada do Centro de Ciências Humanas – CCH (curso de geografia e mestrado acadêmico em geografia) da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, isorlanda_caracristi@uvanet.br;

No contexto do semiárido brasileiro, os estudos com foco na análise de bacias hidrográficas, tornam-se relevantes, principalmente em função da escassez natural dos recursos hídricos, que inclusive, leva a diversas práticas de convivência com essa realidade climática, seja por meio de construções de obras hídricas, represas, adutoras, ou por meio da utilização de técnicas de produção que atendam as demandas econômicas. Esse cenário fortalece, de forma acentuada, a necessidade da aplicação de modelos computacionais e matemáticos, que possam simular os processos hidrológicos e as demais variáveis que os configuram, objetivando determinar seus padrões para a gestão sustentável dos recursos hídricos em áreas onde prevalece a escassez, como também colaborar na conservação e preservação do meio ambiente (SOUSA, 2016).

Este trabalho, servirá como instrumento de apoio relacionado a políticas públicas eficientes, com metas que tenham como objetivo reduzir danos socioeconômicos aos municípios, a partir da adoção de medidas de gestão de uso da água, que sejam compatíveis com as demandas das comunidades locais, dando importância aos aspectos ambiental, econômico e social.

As bases teóricas para a realização desse estudo estão condidas nas abordagens dos seguintes autores: Horton (1945); Strahler (1952); Freitas (1952); Miller (1953); Schumm (1956); Christofolletti (1980); Garces e Alvarez (1998); Castro e Lopes (2001); Castro e Alves (2003); Pinto Junior e Rossete (2005); Costa e Lança (2011), entre outros. De modo geral, os parâmetros morfométricos são bastante relevantes para o entendimento dos fatores que impactam a dinâmica hidro-ambiental das bacias, auxiliando a tomada de decisão e idealização dos planos de gestão. Além do que, os produtos resultantes da pesquisa, como os produtos cartográficos, com informações mais específicas da área, podem ser utilizadas pela comunidade local como suporte a programas ambientais e geoeconômicos já existentes ou futuros.

Nesse contexto, o trabalho teve por objetivos, caracterizar o perfil morfométrico da sub-bacia hidrográfica do rio Groaíras – CE, a partir de parâmetros extraídos com uso do geoprocessamento de imagens de satélites. Por meio desse processo, foi possível agrupar dados pré-existentes em imagens de satélite e dados vetoriais para a delimitação e caracterização da sub-bacia hidrográfica, os valores encontrados podem gerar informações e modelos de representação cartográfica, subsidiando o planejamento regional e a gestão territorial, a partir da sub-bacia hidrográfica, como unidade administrativa e atendendo a eventuais demandas de preservação e conservação ambiental da área.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a análise dos parâmetros morfométricos da sub-bacia do rio Groaíras, inicialmente, procedeu-se a obtenção de bases de dados matriciais da área estudo, obtidas a partir do projeto TOPODATA (Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM). Os dados vetoriais foram obtidos nos bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Com a utilização do software QGIS 3.28 firenze, foi executado o pré-processamento do Modelo Digital de Elevação - MDE, e a partir destes, a delimitação da área de interesse.

Outros procedimentos técnicos adicionais foram realizados com os complementos SAGA GIS, GRASS GIS e ferramentas, por meio dos quais foi possível organizar, processar, analisar e interpretar os dados geoespaciais da sub-bacia do rio Groaíras, extraindo parâmetros morfométricos das características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem (Tabela 01). A partir dos dados, foram elaborados tabela e material cartográfico, bem como as discussões e diagnósticos ambientais para a área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados morfométricos revelam que, a sub-bacia do rio Groaíras, tem: Área (A) de aproximadamente 2.838,742 km²; Perímetro (P) de 424,033 km; Canal Principal (L_{cp}) com comprimento de 167,851 km, apresentando um perfil longitudinal disposto no sentido sudoeste (a montante) e noroeste (a jusante), concentrando uma rede de drenagem de 2.671,008 km de canais (Tabela 01).

Tabela 01: Dados morfométricos da sub-bacia do rio Groaíras, Ceará, Brasil

Características morfométricas	Valores	Metodologia	Autor (a) / SIG
Área da Sub-bacia (A)	2838,742 Km ²	<i>alculadora decampo</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Perímetro (P)	424,033 Km	<i>alculadora decampo</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Comprimento axial da bacia (L)	145,040 Km	SIG (<i>calculadora de campo</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Índice de compacidade (K _c)	2,228	$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A \text{ km}^2}}$	Garces e Alvarez (1998)
Índice de circularidade (I _c)	0,198	$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2}$	Miller (1953) <i>apud</i> Christofolletti (1980)
Fator de forma (K _f)	0,00013	$K_f = \frac{A}{L^2}$	Costa e Lança (2011)

Altitude máxima(Hmx)	1088,873 m	SIG (<i>gdal: hypsometriccurves</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Amplitude altimétrica (H)	1012,209 m	$H = AM^x - AM^m$	Christofoletti (1980)
Ralação de relevo (Rr)	0,00697	$H = \frac{Hmx}{L}$	Schumm (1956)
Gradiente de canais (Gc)	6,4871 %	$Gc = \frac{Hmx (m)}{Lcp (km)}$	Horton (1945); Freitas (1952), <i>apud</i> Castro e Alves (2003)
Canal principal (Lcp)	167,851 km	SIG (<i>calculadora de campo</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Rede de drenagem (Lt)	2671,008 km	SIG (<i>native: creattributeindex</i>)	Strahler (1952), <i>apud</i> stro e Alves (2003) /Qgis 3. 28 firenze
Índice de sinuosidade (Is)	1,157	$Is = \frac{Lc}{L}$	Freitas (1952), <i>apud</i> Laszlo Manoel e Rocha (2014)
Total de canais de drenagem (Td)	780	SIG (<i>calculadora de campo</i>)	Qgis 3. 28 firenze
Hierarquia de canais	5ª Ordem	SIG (<i>native: creattributeindex</i>)	Strahler (1952) / Qgis 3.28 firenze
Padrão de drenagem	Dendrítico	Visualização	Chistofoletti (1980)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O padrão de drenagem predominante para a sub-bacia, é o do tipo dendrítico (Mapa 01). Para Christofoletti, esse padrão também é chamado de arborescente, por ter semelhança com o formato ramificado de uma árvore. O padrão espacial dendrítico se desenvolve em função de estruturas rochosas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontalmente distribuídas.

No caso da sub-bacia rio Groaíras, o contexto geológico da área é caracterizado por rochas do embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana, representado por gnaisses e migmatitos diversos, calcários, quartzitos, xistos, bem como por rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica sob os depósitos aluvionares de idade Quaternária, formados por areias, argilas, siltes e cascalhos ao longo da calha do rio Groaíras (CPRM, 1998).

O sistema de drenagem está classificado como de 5ª ordem. Strahler (1957), coloca que, quanto mais ramificada é a rede, mais eficiência terá o sistema de drenagem. A 5ª ordem atribuída à sub-bacia, coloca a mesma como uma drenagem de capacidades médias.

Conforme a classificação de Beltrame (1994), que fixa os valores de 0,5 à 2,00 como média capacidade de drenagem por km^2 , como é o caso da sub-bacia do rio Groaíras, onde seus valores de densidade de drenagem (Dd), chegam a aproximadamente $0,94091 \text{ km} / \text{km}^2$, reforçando o parâmetro obtido no ordenamento dos canais.

O valor referente ao Gradiente de Canais (Gc) é de aproximadamente 6,48%. Segundo Santos e Morais (2012), esse parâmetro constata a declividade média do canal analisado. Esse valor pode ser expresso em porcentagem ou em graus, onde 100% corresponde a 45° de inclinação. No caso da sub-bacia do rio Groaíras, o valor encontrado evidencia que a sub-bacia possui moderada capacidade de escoamento relacionado à declividade, apenas em alguns pontos a montante, em áreas de cabeceiras, existem maiores variações altimétricas e acentuada declividade, não sendo esses valores os predominantes.

O Índice de Compacidade (Kc) da sub-bacia é de aproximadamente 2,228, classificando o formato da sub-bacia como não propensa a grandes enchentes. Segundo Costa e Lança (2011), valores entre 1,00 e 1,25 apresentam alta propensão a grandes enchentes, entre 1,25 e 1,50 média propensão e valores superiores a 1,50 representam bacias não propensas a grandes enchentes, como é o caso da sub-bacia em questão.

Valores para o Índice de Circularidade (Ic) foram de 0,1998. Alves e Castro (2003), definem que esse parâmetro indica que uma bacia alongada, com valores abaixo de 0,51, favorecem o escoamento, e se estiver acima de 0,51, a bacia tem formato geométrico mais circular, reduzindo o escoamento e aumentando a probabilidade de cheias. Para a sub-bacia do rio Groaíras, os valores encontrados estão abaixo de 0,51, favorecendo um bom escoamento superficial e menores probabilidades de enchentes, corroborando com o valor encontrado para os dados de densidade.

O Fator de Forma (Kf) de 0,00013, também indica baixas propensões a enchentes para área de estudo. Conforme Filho e Maciel (2013), essa escala classifica que, uma bacia não propensa a enchentes obtém valores menores que 1,00, e propensa a enchentes, quando se tem valores iguais ou superiores.

Os valores altimétricos da sub-bacia, apresentam média (Hm) de 300,856 m, com altitude mínima de 76,664, com variações ao longo do terreno que chega uma máxima (Hmx) de 1088,873 m, com amplitude altimétrica (H) de 1012,209 m. Nas áreas do baixo e médio curso (Mapa 01), as altitudes possuem variações entre 77 e 480 m, onde essas cotas predominam sobre maior parte da sub-bacia, já em áreas do alto curso, possuem variações

entre 480 e 886 m, chegando em alguns pontos, em áreas de cabeceira, a aproximadamente 1088 m. Os valores referentes a relação de relevo (R_r) é de 0,00697. Schumm (1956), estabelece que entre 0,0 a 0,10 - baixa relação do relevo; entre 0,11 a 0,30 – média relação de relevo; e de 0,31 a 0,60 - alta relação do relevo. Os valores para a sub-bacia, indicam baixa relação do relevo, conferindo um escoamento com velocidades variando de baixa a moderada, conforme indicam outros parâmetros.

O clima para a área de estudo se caracteriza como quente e semiárido, de seca acentuada, com deficiência hídrica entre sete a oito meses, determinando a sazonalidade dos períodos chuvoso e seco durante o ano. (MUNIZ; CARACRISTI, 2021). A pluviosidade anual para a área de estudo, de acordo os dados da FUNCEME, chega a uma média anual de 777,7 mm. Essa condição climática, associada a uma rede de drenagem de média capacidade de distribuição, condiciona a uma dinâmica fluvial intermitente.

No entanto, o canal principal possui um barramento (Açude Edson Queiroz), com capacidade de 254,000 hm^3 , a uma cota de 200,81 m, atingindo atualmente um volume de 97%, com vazão de perenização de 280,00 L/s, tornando o leito do rio perenizado durante todos os meses do ano (FUNCEME, 2024).

É encontrado ao longo da área da sub-bacia do rio Groaíras, solos do tipo: Areias quartzosas (Aluvião); Neossolos flúvicos; Planossolos; Vertissolos; Luvisolos; Neossolos Litólicos. E a sua vegetação corresponde a do tipo Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (IPECE, 2017). Os tipos de solos, densidade de drenagem e as cotas altimétricas, determinam o potencial erosivo da bacia, que é baixa, mas que se acentua no período chuvoso.

A vegetação corresponde do tipo Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (IPECE, 2017). A retirada de areia para a construção civil, e argila para uso em olarias, a retirada da cobertura vegetal para fins de agricultura e pecuária, potencializam a degradação da sub-bacia e acelera os processos de desertificação para a área, devido às altas temperaturas (média anual de 28°C) e os baixos índices pluviométricos (média anual inferior a 800mm). A declividade e a cobertura vegetal são fatores importantes a serem considerados no manejo de bacias hidrográficas, pois estão diretamente associados a processos de erosão oriundos dos eventos pluviométricos.

Parâmetros como ordem dos canais, densidade, fator de forma índice de compactidade e circularidade, produzem dados que podem diagnosticar a condição hidro- ambiental em que se encontra a sub-bacia, como a condição de uso inapropriado em relação ao tipo de solo e vegetação, que pode tornar a sub-bacia susceptível à atuação de processos de degradação.

Esses parâmetros evidenciam médias capacidades de escoamento, dado ao formato mais alongado da sub-bacia, reduzindo as probabilidades inundações, com baixo potencial de erosão por escoamentos superficiais em períodos de seca, aumentando o potencial de degradação ambiental em conjunto com os tipos de uso e ocupação da área. Os índices de gradiente de canais, amplitude altimétrica e relação do relevo, apresentam valores relativamente baixos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados morfométricos obtidos para a sub-bacia do rio Groaíras, trata-se de uma bacia de médias dimensões. O coeficiente de compactidade, demonstra um tempo de concentração no interior da sub-bacia perdure por um período de tempo maior, considerando que valores acima da unidade, favorece a uma bacia de formato alongado. O índice decircularidade é considerado baixo, também favorecendo um formato alongado, que melhora o escoamento e diminui as probabilidades de picos de enchentes. O fator de forma da sub-bacia, indica ainda, a um formato alongado da sub-bacia, que juntamente com os baixos índices de chuvas e sua mal distribuição ao longo do tempo e do espaço, favorecem a poucas chances de enchentes.

A área apresenta altitudes variando de 76,664 m a 1.088,873 m, com uma média de 300,856 m e amplitude de 1.012,209 m. A variação altimétrica exerce influência direta na declividade do relevo. O valor da razão de relevo indica uma declividade predominantemente de suave a médio ondulado, com valores pontuais de declividade acentuada apenas em áreas cabeceiras a montante da sub-bacia. O gradiente de inclinação do canal principal, demonstra que área drenada, não sofre naturalmente, com a erosão fluvial, sendo confirmado pelos valores de relevo para a área. A rede de drenagem possui baixo grau de ramificações e classificação hierárquica de 5ª ordem, considerada de baixa capacidade. A sinuosidade do canal principal é predominantemente anastomosado, com um padrão de drenagem dendrítica.

Considerando os resultados e as formas de uso e ocupação, com suas variadas atividades econômicas associadas à sub-bacia do rio Groaíras, é importante destacar que, para desacelerar os processos de degradação dos solos e de sua vegetação, é essencial o combate ao desmatamento, com controle da retirada de recursos mineiras (areia e argila), assim como, mapear e proteger as nascentes, deste importante afluente no contexto da bacia do Acaraú.

Palavras-chave: Análise morfométrica; Sub-bacia Hidrográfica; Semiárido; Planejamento Territorial.

AGRADECIMENTOS: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n.2, p. 117-124, 2003. Disponível em: <https://papegeo.igc.usp.br/portal/index.php/rbg/influencia-de-feicoes-geologicas-na-morfologia-da-bacia-do-rio-do-tanque-mg-ba-seada-no-estudo-de-parametros-morfometricos-e-analise-de-padroes-de-lineamentos/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2°. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

COSTA, T. D.; LANÇA, **HIDROLOGIA DE SUPERFÍCIE**. FARO: INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA, 2011.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2024. Disponível em: <http://www.funceme.br/hidro-ce-zend/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1988.

LANA, C. E.; ALVES, M. D. P.; CASTRO, P. D. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **REM - International Engineering Journal**, v. 54, n. 2, p. 121-126, junho 2001.

LASZLO MANOEL, J.; ROCHA, PC. Composição Hierárquica dos Canais Fluviais das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. In: X SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2014, Manaus. **Anais** [...] Manaus: 2014. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2014/trabalhos/6/6-111-1099.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MUNIZ, Francisco Gerson Lima; CARACRISTI, Isorlanda. Análise da variação da temperatura e umidade no período de pré-estação chuvosa na cidade de Sobral/CE. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, ano 2021, n. 17, p. 1-14, 26 dez. 2021.

PINTO JUNIOR, O; ROSSETE, A. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão cachoeira, mt-brasil. **Geoambiente On-Line**, (4), 01-16 pág. Mato Grosso, 2005. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25872/14862>. Acesso em: 25 ju n. 2024.

PINTO at al., David Mendes Macelli; SOUZA, Elnatan Bezerra de; LIMA, Ernane Cortez. Caracterização dos Aspectos Fisiográficos de um trecho do Médio Curso do Rio Groaíras, Ceará. In: Encontro Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Geografia, XIV., 2021, Virtual (on-line). **Anais** [...]. Virtual (on-line): Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (ANPEGE). 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78089>. Acesso em: 30 jun. 2024.

QGIS. **QGIS**. A liderança do SIG de código aberto. Brasil: Free and Open Source Software (FOSS), 2022. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em: 25 ju nho. 2024.

SALIS, H. H. C.; COSTA, A. M.; VIANA, J. H. M.; SCHULER, A. E. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Do Marinheiro, Sete Lagoas – MG. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 186 - 201, 2019.

SCHUMM, S. A.; **Evolution of drainage systems and slopes in badlands of American Bulletin**. 1956.