

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DE LUCRÉCIA, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Morphometric characterization of the microhydrographic basin of the Lucrécia dam, state of Rio Grande do Norte, Brazil

Caracterización morfométrica de la cuenca microhidrográfica de la presa de Lucrécia, estado de Rio Grande do Norte, Brasil



Ingrid Eduarda Alves Paiva 

Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)

E-mail: eduarda.ingrid@hotmail.com

Rodolpho Pereira de Araújo Maia 

Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)

E-mail: rodolpho.maia@alunos.ufersa.edu.br

Adriana Maria Alves 

Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)

E-mail: adriana_eduardo25@hotmail.com

RESUMO

O planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões semiáridas são de extrema importância. Este estudo teve como objetivo caracterizar a Microbacia Hidrográfica da Barragem de Lucrécia, localizada no Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Através da aplicação de Modelos Digitais de Elevação (MDE), foi realizada a delimitação automatizada da bacia, permitindo uma análise detalhada dos aspectos físicos e morfométricos, como a forma geométrica, o relevo e a rede de drenagem. A microbacia abrange os municípios de Lucrécia, Frutuoso Gomes, Martins e Antônio Martins, sendo influenciada pelas áreas de altitude das serras da região. Os resultados indicam que a bacia apresenta uma densidade de drenagem regular, o que sugere uma menor propensão a enchentes significativas em comparação com outras microbacias da região, que frequentemente apresentam densidades maiores. Essa característica é benéfica para a agricultura local, reduzindo o risco de danos relacionados a inundações. Além disso, a declividade do canal principal é baixa, o que favorece a infiltração da água no solo. Essas características tornam a microbacia propícia para atividades agropecuárias, como a agricultura e a pecuária, devido à sua baixa tendência a grandes enchentes e ao rápido acúmulo de água no reservatório de Lucrécia. Diante disso, é fundamental adotar um planejamento estratégico e ambiental para a ocupação do território da bacia, garantindo o uso sustentável dos recursos hídricos e a preservação da qualidade da água.

Histórico do artigo

Recebido: 31 março, 2025
Aceito: 23 julho, 2025
Publicado: 22 agosto, 2025

Palavras-chave: Recursos hídricos; Geoprocessamento; Sistema de Informações Geográficas (SIG).

<https://doi.org/10.33237/2236-255X.2025.6956>



ABSTRACT

Sustainable water resource planning and management, especially in semiarid regions, are of utmost importance. This study aimed to characterize the Lucrécia Dam Micro-Watershed, located in the semiarid region of Rio Grande do Norte, Brazil, using geoprocessing and remote sensing techniques. Through the application of Digital Elevation Models (DEM), the basin was automatically delimited, allowing a detailed analysis of the physical and morphometric aspects, such as geometric shape, relief and drainage network. The microbasin covers the municipalities of Lucrécia, Frutuoso Gomes, Martins and Antônio Martins, and is influenced by the high altitude areas of the region's mountain ranges. The results indicate that the basin has a regular drainage density, which suggests a lower propensity for significant flooding compared to other microbasins in the region, which often have higher densities. This characteristic is beneficial for local agriculture, reducing the risk of flood-related damage. In addition, the slope of the main channel is low, which favors water infiltration into the soil. These characteristics make the micro-basin suitable for agricultural activities, such as agriculture and livestock farming, due to its low tendency to major flooding and the rapid accumulation of water in the Lucrécia reservoir. In view of this, it is essential to adopt strategic and environmental planning for the occupation of the basin's territory, ensuring the sustainable use of water resources and the preservation of water quality.

Keywords: Water resources; Geoprocessing; Geographic Information System (GIS).

RESUMEN

La planificación y gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en las regiones semiáridas, es fundamental. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la microcuenca de la presa Lucrécia, ubicada en la región semiárida de Rio Grande do Norte, Brasil, mediante técnicas de geoprocесamiento y teledetección. Mediante la aplicación de Modelos Digitales de Elevación (MDE), se delimitó automáticamente la cuenca, permitiendo un análisis detallado de los aspectos físicos y morfométricos, como la forma geométrica, relieve y red de drenaje. La microcuenca abarca los municipios de Lucrécia, Frutuoso Gomes, Martins y Antônio Martins, siendo influenciada por las áreas de alta altitud de las sierras de la región. Los resultados indican que la cuenca presenta una densidad de drenaje regular, lo que sugiere una menor propensión a inundaciones significativas en comparación con otras microcuenca de la región, que suelen presentar densidades más altas. Esta característica es beneficiosa para la agricultura local, reduciendo el riesgo de daños relacionados con las inundaciones. Además, la pendiente del canal principal es baja, lo que favorece la infiltración de agua en el suelo. Estas características hacen que la microcuenca sea adecuada para actividades agropecuarias, como la agricultura y la ganadería, debido a su baja tendencia a grandes inundaciones y a la rápida acumulación de agua en el embalse de Lucrécia. Por tanto, es imprescindible adoptar una planificación estratégica y ambiental para la ocupación del territorio de la cuenca, asegurando el uso sostenible de los recursos hídricos y la preservación de la calidad del agua.

Palabras clave: Recursos hídricos; Geoprocесamiento; Sistema de Información Geográfica (SIG).

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil é regulamentado pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e estabelece as bacias hidrográficas como unidades territoriais estratégicas para o

planejamento político, hídrico e social (BRASIL, 1997). A bacia hidrográfica, também denominada unidade hidrográfica, corresponde à área de captação natural das precipitações, sendo delimitada de acordo com a topografia da região. Essa configuração territorial direciona o escoamento superficial e subterrâneo das águas para um único ponto de convergência, denominado exutório (Porto; Porto, 2008). Além disso, as bacias podem ser classificadas hierarquicamente, sendo denominadas sub-bacias ou microbacias conforme suas características hidrológicas e espaciais (Gomes; Bianchi; Oliveira, 2021).

A microbacia hidrográfica apresenta vantagens para o gerenciamento integrado dos recursos naturais, pois possibilita a administração simultânea e interdependente dos aspectos ambientais, sociais e econômicos da região. A abordagem integrada permite um planejamento mais eficiente do uso da água e do solo, ampliando a sinergia entre os processos naturais e antrópicos e favorecendo a organização comunitária para a conservação ambiental (Ryff, 1995 *apud* Sabanés, 2002). Dessa forma, a análise das características físicas e hidrológicas das microbacias é essencial para subsidiar a tomada de decisões voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos.

Nesse contexto, Dias *et al.* (2020) destacam que a caracterização morfométrica e hidrológica de uma bacia hidrográfica é essencial para análises hidrológicas e ambientais, pois permite compreender sua dinâmica de forma integrada. A caracterização morfométrica, em particular, fornece informações quantitativas fundamentais ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos, incluindo parâmetros como área de drenagem, densidade de drenagem, coeficiente de compacidade, forma da bacia e declividade média. Esses fatores influenciam diretamente a dinâmica do escoamento superficial, a susceptibilidade a inundações, os processos erosivos e a disponibilidade hídrica, sendo determinantes para a implementação de estratégias de conservação e manejo sustentável (Villela; Mattos, 1975; Alves; Castro, 2003).

Com o avanço tecnológico, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e as técnicas de geoprocessamento têm se consolidado como ferramentas fundamentais para o planejamento e a gestão ambiental de bacias hidrográficas. Essas tecnologias proporcionam um ambiente dinâmico para o tratamento, armazenamento e análise de dados espaciais, permitindo uma abordagem mais precisa e eficiente na caracterização hidrológica e morfométrica das bacias (Dias *et al.*, 2019; Silva, 2019; Alves; Barros, 2021). Segundo Pessoa Neto *et al.* (2021), o processamento de Modelos Digitais de Elevação (MDE) em ambiente SIG possibilita a delimitação automatizada de bacias hidrográficas, a identificação do caminho preferencial do escoamento superficial e a extração de parâmetros

geométricos, como o comprimento da rede hidrográfica e as cotas altimétricas. A integração desses dados por meio de modelos matemáticos permite definir com maior precisão as características morfométricas da bacia, contribuindo para a formulação de estratégias de gestão sustentável dos recursos hídricos (Alves *et al.*, 2020).

A barragem de Lucrécia, localizada na cidade de mesmo nome, no estado do Rio Grande do Norte, situada nas coordenadas geográficas 6°06'56" S e 37°49'58" W, encontra-se em uma região de clima semiárido, caracterizada por precipitações irregulares e longos períodos de estiagem. Nesse contexto, a barragem destaca-se como um reservatório estratégico fundamental para a sustentabilidade das atividades agrícolas e pecuárias (ANA, 2020). Sua bacia hidrográfica apresenta características típicas de regiões semiáridas, com solos de baixa infiltração e uma rede de drenagem influenciada pela sazonalidade climática, o que impacta diretamente a recarga hídrica e a disponibilidade de água ao longo do ano (Medeiros *et al.*, 2018).

Diante da relevância do açude para a região e de sua localização em um ambiente de semiaridez, torna-se essencial realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica de Lucrécia/RN, por meio de ferramentas de SIG. O objetivo é fornecer subsídios técnicos que contribuam para a gestão eficiente dos recursos hídricos e para a conservação ambiental da área. Além disso, busca-se caracterizar, mapear e identificar os principais aspectos físicos e morfométricos da bacia hidrográfica, ampliando o conhecimento sobre suas dinâmicas naturais e potenciais de uso sustentável.

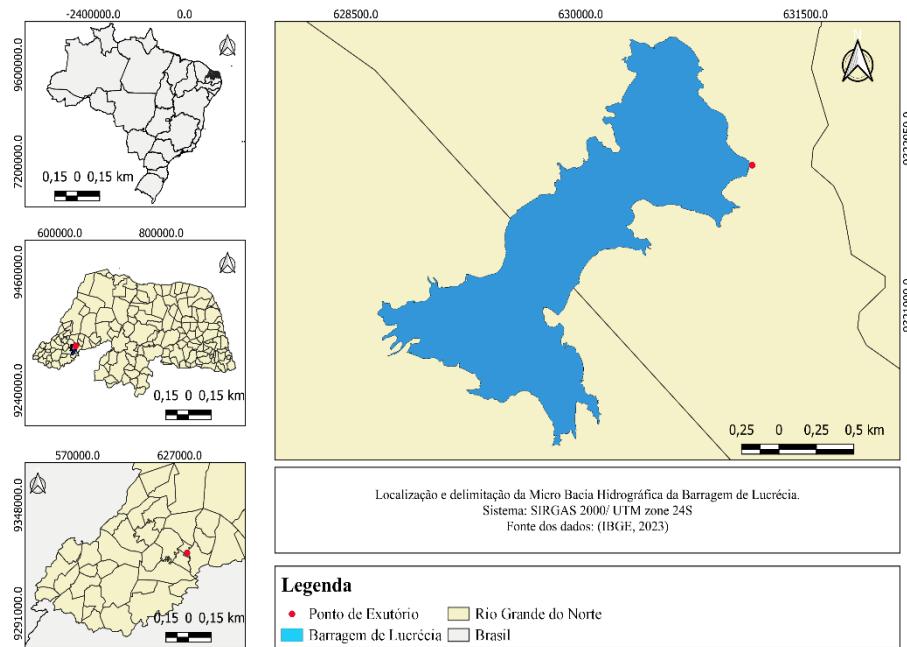
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo concentrou-se na Microbacia Hidrográfica de Lucrécia pertencente a Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró. Essa microbacia hidrográfica tem seu exutório localizado no açude público, conhecido historicamente como Açude de Lucrécia, oficialmente denominado Barragem de Lucrécia pelos órgãos públicos (Figura 1). Esse reservatório, situado no município de Lucrécia, no Estado do Rio Grande do Norte, foi construído em 1934 pelo Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS) e posteriormente cedida ao Governo do Estado. De acordo com o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte - IGARN, a área da bacia da barragem é aproximadamente

587,27 hectares, com uma capacidade máxima de 27.270.000 m³ de água e um volume morto de 1.483.125,00 m³ (Instituto De Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, 2023).

Figura 1 - Mapa de localização e Delimitação da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

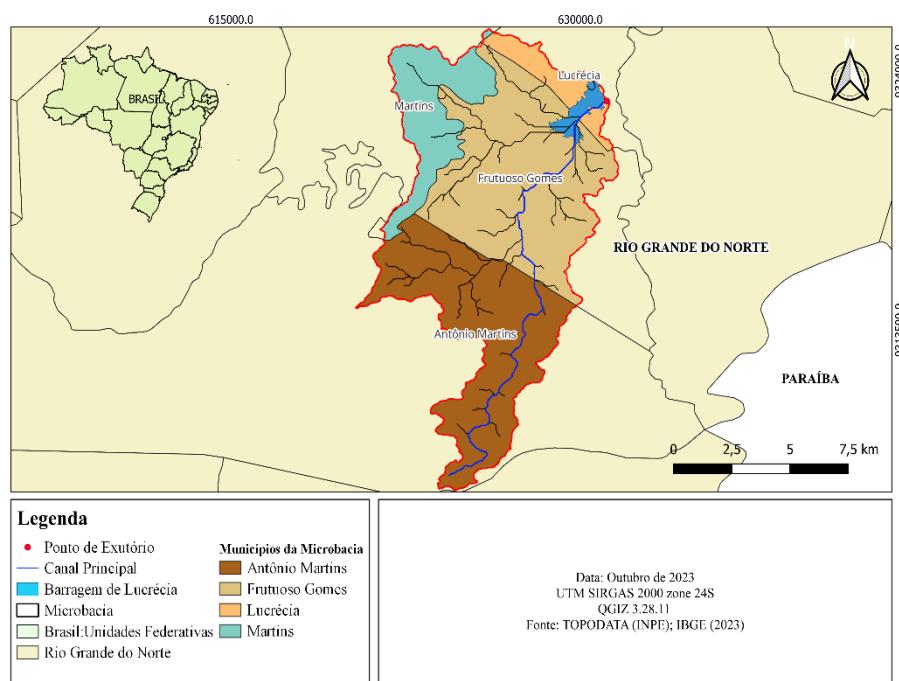
O reservatório, situado nos municípios de Lucrécia e Frutuoso Gomes, integra a bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, que se estende por 14.276 km². Caracteriza-se como um corpo lêntico e corresponde a 26,8% da área total do estado. Em termos de sua localização geográfica, o reservatório está posicionado a 500 metros ao sul da cidade de Lucrécia, com coordenadas de 9323,69 km ao norte e 630,479 km a leste (IGARN, 2023). Sua estrutura é composta por duas barragens de terra homogênea, denominadas maciço 01 e maciço 02, com extensões de 657,50 metros e 202,00 metros, respectivamente. A tomada d'água é composta por uma ponte de comando localizada a montante e uma galeria tubular, elementos essenciais para o controle do fluxo hídrico e a manutenção da barragem (Soares; Carvalho, 2022).

Essa região está situada na microrregião de Umarizal e apresenta um clima característico semiárido nordestino com chuvas predominantes de janeiro a junho e uma média anual de incidentes de cerca de 900 mm e as temperaturas variam de 26°C como mínima a 31°C como máxima. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, caracterizado por espécies de pequeno porte que perdem suas folhas durante a estação

seca, sendo comum a presença de cactáceas. A topografia da região consiste em terrenos de transição entre o Planalto da Borborema e a Chapada do Apodi, com formações rochosas metamórficas originadas no período Pré-Cambriano superior. A classe de solo predominante é o argissolo vermelho-amarelo eutrófico, típico de áreas com relevo suave a ondulado, textura média, boa drenagem e alto nível de fertilidade (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021).

A microbacia hidrográfica de Lucrécia, abrange quatro municípios, entre eles Lucrécia, Frutuoso Gomes, Martins, Antônio Martins, com a maior parte dela localizada em Frutuoso Gomes, como indicado na Figura 2. No entanto, este estudo concentra-se apenas nos municípios do Rio Grande do Norte, que são Lucrécia, Frutuoso Gomes, Martins e Antônio Martins. Vale ressaltar que Martins desempenha um papel fundamental na formação da bacia, apesar de contribuir com uma área relativamente pequena, devido às altitudes elevadas de sua serra. O reservatório representa um importante recurso para o progresso do município; no entanto, o uso imprudente tem exacerbado impactos ambientais prejudiciais, comprometendo a capacidade de sustentação do ecossistema. Isso pode resultar em alterações significativas nos recursos hídricos e no estilo de vida das pessoas que vivem na região.

Figura 2 - Localização da Microbacia da Barragem de Lucrécia/RN contendo a divisão política dos municípios inseridos.



Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

2.2 - Coleta e processamento de dados morfométricos

Para a realização da coleta e processamento dos dados, foi fundamental a definição da área de estudo, correspondente à Microbacia Hidrográfica de Lucrécia. Inicialmente, a delimitação automática da bacia hidrográfica foi realizada por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido a partir do projeto TOPODATA, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O MDE utilizado apresenta uma resolução espacial de 30 metros e está georreferenciado no Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), com o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) baseado no *World Geodetic System* (WGS84), zona 24 Sul. A folha cartográfica 06S39_ZN, empregada na análise, continha informações altimétricas essenciais para a caracterização da microbacia, contribuindo para a obtenção de dados precisos sobre a morfometria e a hidrografia da região.

A avaliação espacial foi conduzida por meio do software QGIS, versão 3.28.11, uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto e gratuita. Para a demarcação automática e eficiente das bacias hidrográficas, foi utilizado o complemento SAGA, um conjunto de ferramentas amplamente reconhecido por sua capacidade de processamento ágil e preciso nessa tarefa (Medeiros; Bezerra, 2016). A integração dessas tecnologias permitiu uma análise espacial detalhada, proporcionando maior precisão na definição dos limites da microbacia e facilitando a extração de informações relevantes para o estudo.

A análise morfométrica da Microbacia Hidrográfica da Barragem de Lucrécia foi realizada com base em cartas temáticas geradas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE TOPODATA), processadas no software QGIS 3.28.11. A metodologia *Fill Sinks* foi aplicada para corrigir depressões no MDE, permitindo a definição do fluxo hídrico e a delimitação das microbacias (Wang; Liu, 2006). O complemento SAGA do QGIS foi utilizado para modelagem hidrológica, aprimorando a rede de drenagem e possibilitando a análise da distribuição dos cursos d'água. Além disso, foram extraídas informações como comprimento dos rios, altitude máxima e mínima, e a hierarquização das redes de drenagem. A caracterização física da bacia hidrográfica foi complementada por cálculos e comparações no SIG, conforme apresentado na Quadro 01.

Quadro 01 - Parâmetros morfométricos a serem avaliados na Microbacia da Barragem de Lucrécia/RN

Características Geométricas		Equação
Área de drenagem (A)	Área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos (km ²)	A
Perímetro da bacia (P)	Linha imaginária que delimita a bacia através de um divisor de águas principal (km)	P
Coeficiente de compacidade (kc)	Relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia	$k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Fator de forma (Ff)	Em que: A é a área de drenagem da bacia (km ²) e L o comprimento do curso d'água principal da bacia (km). Sendo avaliado conforme Villela e Mattos (1975).	$F_f = \frac{A}{L^2}$
Características do Relevo		
Altitudes máxima e mínima da microbacia e maior altitude do canal principal (Hmin; Hmáx; HCmáx;)	As altitudes foram expressas em metros.	Hmin; Hmáx; HCmáx;
Amplitude altimétrica (DH)	Diferença entre as altitudes máxima e mínima ocorrentes na bacia.	$\Delta H = H_{\text{máx}} - H_{\text{min}}$
Declividade média da bacia (I)	Em que: I é a declividade média da bacia (%); D a equidistância vertical entre as curvas de nível (km); CN o comprimento total das curvas de nível (km); e A é a área de drenagem da bacia (km ²).	$I = \frac{D}{A} \left(\sum_{i=1}^n CN_i \right) 100$
Declividade do curso d'água principal – álveo (Ieq)	Em que: Ieq é a declividade equivalente (m km ⁻¹); DH a amplitude altimétrica do curso d'água principal (m); e L é o comprimento do curso d'água principal (km).	$I_{\text{eq}} = \frac{\Delta H}{L}$
Curva hipsométrica	Variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar	
Características da Rede de Drenagem		
Comprimento do curso d'água principal (L):	Geralmente é expresso em km.	L

Rede de drenagem (Rd)	Somatório dos comprimentos (em km) de todos os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, sejam eles: perenes, intermitentes ou temporários – da bacia hidrográfica.	$Rd = \sum Li$
Densidade de drenagem (Dd)	Em que: Dd é a densidade de drenagem (km/km ² ou m/ha), Rd a rede de drenagem ou somatório dos comprimentos dos rios (km ou m) e A é a área de drenagem da bacia (km ² ou em ha). Sendo classificado conforme Beltrame (1994).	$Dd = \frac{Rd}{A}$
Densidade da rede de drenagem (DR)	Relação entre o número de drenos e a área da bacia	$DR = \frac{N}{A}$
Extensão média do escoamento superficial (Cm)	Relaciona a densidade de drenagem da bacia hidrográfica com o comprimento médio lateral da rede de drenagem.	$Cm = \frac{1}{4xDd}$
Sinuosidade do curso d'água principal (S)	Relação entre o comprimento do dreno principal (L) e o comprimento de seu talvegue (Lt)	$S = \frac{L}{L_t}$
Ordem dos cursos d'água	Foi utilizado neste trabalho a classificação apresentada por Strahler (1957)	

Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023, de acordo com AIRES, COSTA, BEZERRA & RÊGO, 2021.

O mapa de declividade foi elaborado por meio da ferramenta de análise de raster do QGIS. Em seguida, utilizando o Plugin GRASS e o comando *r.reclass*, os dados foram refinados conforme as classes de declividade estabelecidas pela EMBRAPA (1979), conforme apresentado no Quadro 02. Esse processo permitiu uma categorização mais precisa das variações do relevo, contribuindo para a análise morfométrica da microbacia.

Quadro 02 - Classificação da declividade segundo EMBRAPA (1979).

Classes de Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20- 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo fortemente montanhoso

Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023, de acordo com EMBRAPA, 1979.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do processamento dos dados da microbacia e dos cálculos dos parâmetros físicos, foram obtidos resultados que fornecem informações detalhadas sobre as características geométricas, de relevo e da rede de drenagem da microbacia, conforme apresentado no Quadro 03. Esses dados são essenciais para a compreensão da morfologia e da dinâmica hídrica da área de estudo.

Quadro 03 - Características morfométricas da microbacia hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN

Características	Parâmetros	Siglas	Unidades	Valores
Geométricas	Área da Bacia	A	km ²	109,66
	Perímetro	P	km	74,16
	Coeficiente Compacidade	Kc	-	1,98
	Fator de Forma	Kf	-	0,21
Relevo	Maior altitude da bacia	Hmáx	m	753,02
	Maior altitude do canal principal	HCMáx	m	528,95
	Menor altitude da bacia	Hmín	m	203,84
	Amplitude altimétrica	ΔH	m	549,18
	Declividade média da bacia	I	%	15,15
	Declividade do curso d'água principal	Ieq	m/km	24,28
Rede de Drenagem	Ordem da bacia	-	Ordem	4 ^a
	Número Total de Drenos	N	und	104
	Comprimento do curso d'água principal da bacia	L	km	22,62
	Comprimento do Talvegue	Lt	km	16,64
	Índice de Sinuosidade	Sin	-	1,36
	Rede de drenagem	Rd	km	101,73
	Densidade de drenagem	Dd	km/km ²	0,93
	Densidade da Rede de Drenagem	Dr	drenos/km ²	0,95
	Extensão média do escoamento Superficial	Cm	km	0,27

Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

A morfometria da microbacia atualmente observada reflete não apenas as características naturais do relevo e da rede de drenagem, mas também interferências antrópicas relacionadas à presença da barragem. Estruturas como o reservatório de

Lucrécia impactam diretamente a dinâmica hidrológica da bacia, alterando o fluxo natural da água e influenciando parâmetros como densidade de drenagem, extensão média do escoamento e declividade do curso principal (Li; Zhang; Li, 2024).

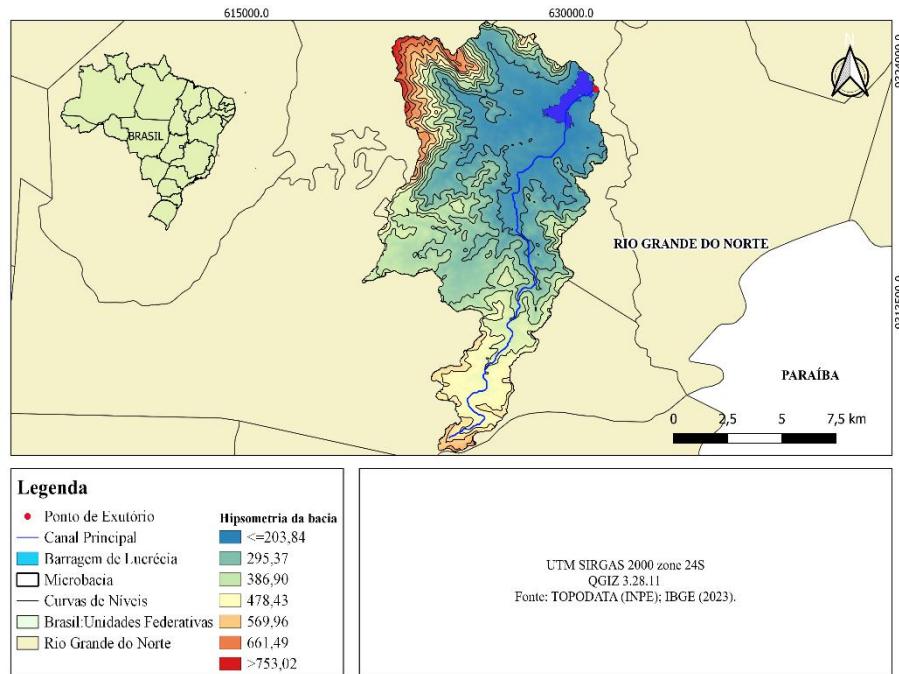
Caso não houvesse a intervenção da barragem, é possível que a morfometria funcional da bacia apresentasse comportamento distinto, com maior escoamento superficial concentrado, menor retenção hídrica e, consequentemente, maior suscetibilidade a inundações ou erosão. Além disso, a presença da barragem introduz uma nova dinâmica de retenção e redistribuição da água, afetando a conectividade da rede de drenagem e o tempo de concentração dos fluxos (Li; Zhang; Li, 2024). Portanto, a barragem representa uma modificação antropogênica significativa, com efeitos diretos sobre a hidrologia local e indiretos sobre o uso e a ocupação do solo na bacia.

A avaliação da configuração geométrica da microbacia revelou que o Coeficiente de Compacidade (K_c) foi de 1,98, e o Fator de Forma (K_f) de 0,21. Esses valores indicam que, em condições normais, a bacia possui baixa probabilidade de ocorrência de grandes enchentes. O valor elevado de K_c sugere que a bacia não apresenta uma forma circular, o que está associado a uma menor probabilidade de enchentes significativas. Segundo Villela e Mattos (1975), as características geométricas da microbacia indicam que ela não é propensa a inundações, mesmo quando há grandes volumes de precipitação. No que se refere ao Fator de Forma (K_f), valores baixos indicam uma forma mais compacta, o que resulta em um escoamento mais eficiente e, consequentemente, uma menor probabilidade de enchentes. Assim, uma bacia com valor reduzido de K_f tende a ser mais alongada, o que reduz a vulnerabilidade a enchentes. Esses dados evidenciam que a microbacia apresenta uma configuração alongada, ao invés de circular, conforme indicado por Almeida (2017) e Villela e Mattos (1975).

Com base nos dados de variação de altitude, foi possível traçar linhas que indicam os diferentes níveis altimétricos da bacia. Na Figura 03, são apresentadas as curvas de nível com intervalos de 50 metros, que ilustram as variações de altitude ao longo da área da microbacia. O relevo da microbacia exibe um perfil topográfico que oscila entre 200 e 700 metros acima do nível médio do mar, refletindo sua natureza montanhosa. A variação altimétrica observada sugere um relevo serrano na microbacia, caracterizado por áreas de altitudes mais elevadas, como colinas, morros e até montanhas. Essas características topográficas desempenham um papel significativo na dinâmica hidrológica da região, afetando diretamente o escoamento da água, a drenagem e a distribuição dos recursos hídricos dentro da microbacia. O relevo acentuado influencia a velocidade de escoamento

superficial, a formação de cursos d'água e a capacidade de armazenamento de água, aspectos fundamentais para a gestão dos recursos hídricos locais.

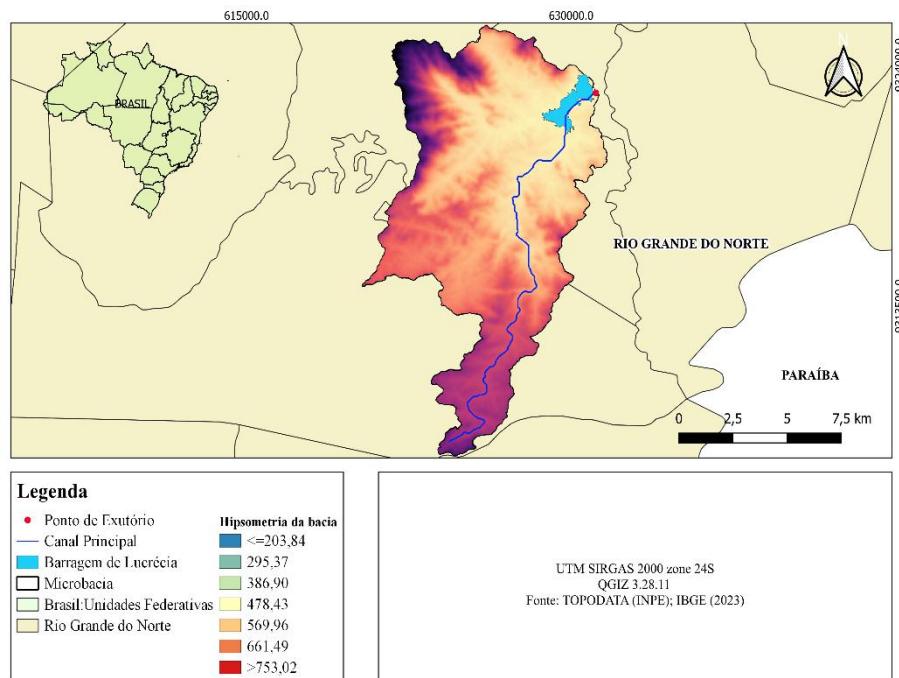
Figura 03 - Mapa Curva de Nível da Microbacia Hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN



Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

A representação das variações de altitude na microbacia, incluindo as altitudes máxima e mínima, juntamente com o curso principal do canal, está ilustrada na Figura 04. A análise hipsométrica revelou uma variação altimétrica no perfil topográfico da microbacia, com altitudes variando de 203,84 a 753,02 metros. Observa-se que as menores altitudes se concentram nas adjacências do corpo d'água límpido que compõe o açude analisado, enquanto as áreas de maior altitude estão localizadas no extremo da microbacia, na região da cidade de Martins, uma área serrana. Essas variações altimétricas são essenciais para entender a dinâmica do escoamento superficial e a distribuição dos recursos hídricos, pois áreas de maior altitude tendem a ser mais propensas ao escoamento rápido das águas, enquanto as áreas de menor altitude, próximas ao açude, favorecem o acúmulo e armazenamento da água. Além disso, a presença dessas diferenças altimétricas influencia diretamente a localização dos cursos d'água e o potencial de retenção de água da microbacia, impactando a gestão de recursos hídricos e a segurança hídrica da região.

Figura 04 - Mapa hipsométrico da microbacia hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN.



Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

A microbacia em estudo apresentou uma densidade de drenagem (D_d) de 0,93 km/km^2 , o que é classificado como uma densidade regular, segundo Beltrame (1994). Esse parâmetro é importante para indicar o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem da bacia, fornecendo informações sobre a eficiência do escoamento.

Além disso, a hierarquia fluvial, que classifica a rede de drenagem em diferentes níveis, desde os canais menores (de primeira ordem) até os canais maiores (de ordem superior), permitindo uma compreensão mais profunda da organização e estrutura da rede de rios e canais na área em estudo. A organização dos canais na microbacia segue a classificação proposta por Strahler (1957), atribuindo à bacia uma ordem de 4^a categoria. Detalhes sobre a trajetória dos canais, bem como a correspondência entre o número de canais e sua extensão, estão apresentados na Quadro 04 e na Figura 05, representação da trajetória da rede de drenagem, com destaque para os principais canais.

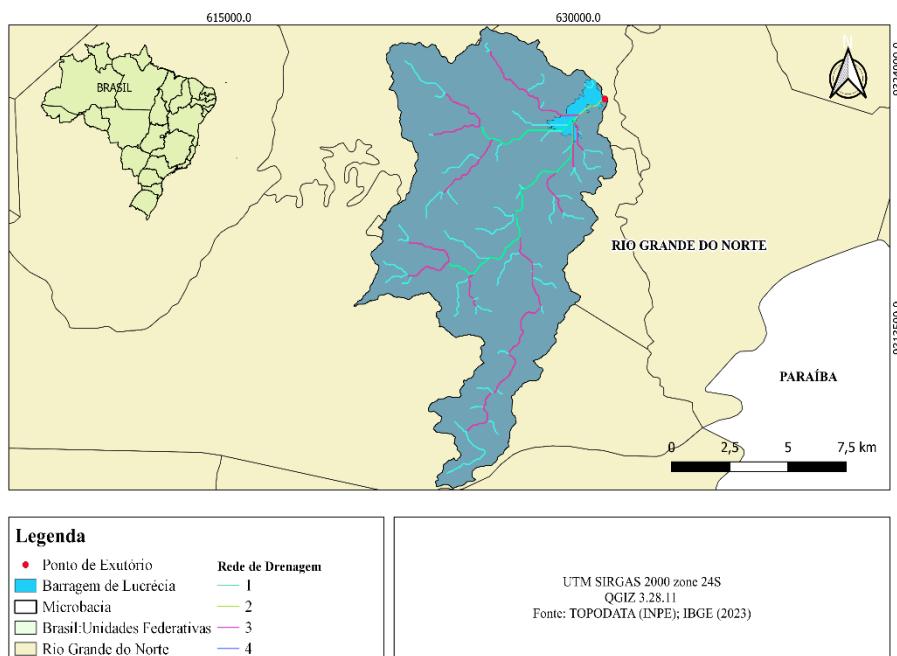
Essa organização hierárquica reflete a dinâmica do escoamento na bacia, proporcionando uma visão detalhada sobre como as águas se distribuem e fluem pela área. A análise dessa rede de drenagem é essencial para entender os padrões de escoamento e volume de água, permitindo uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos e a implementação de estratégias adequadas para a conservação e uso sustentável da bacia.

Quadro 04 - Hierarquia da Drenagem e a relação entre o número e extensão da microbacia hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN

Ordem dos canais	Nº de canais	Extensão dos canais (Km)
1 ^a	53	56,65
2 ^a	32	33,71
3 ^a	16	15,73
4 ^a	4	1,64

Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023, segundo a Classificação de Strahler (1957).

Figura 05 – Mapa Rede de Drenagem da Microbacia Hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN.



Fonte: Elaborado pelo Autores, 2023.

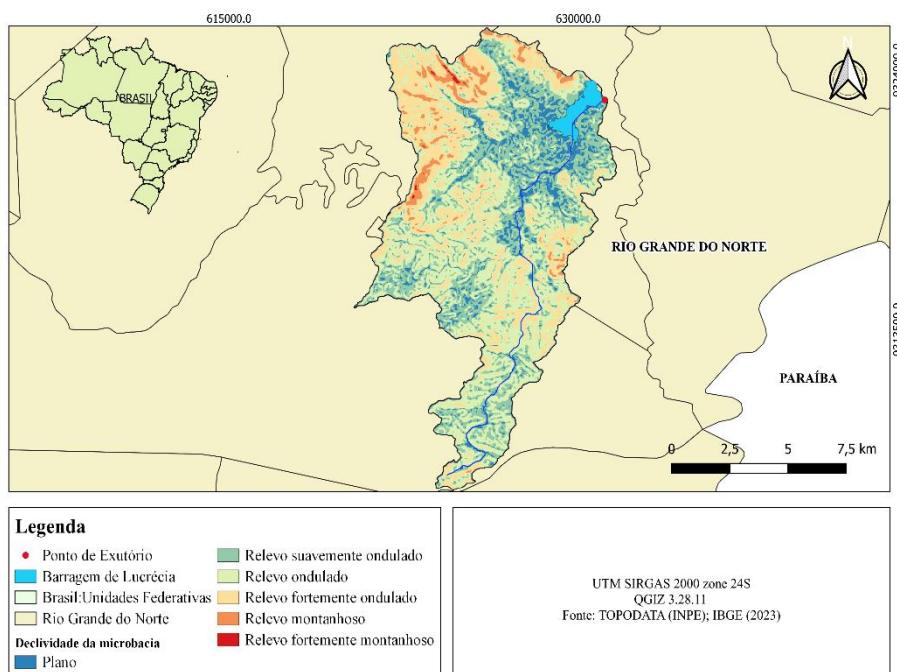
A densidade de drenagem (D_d) na microbacia foi medida em 0,95 drenos/ km^2 , o que significa que, a cada quilômetro quadrado, existem 0,95 canais. Esse valor indica uma densidade relativamente baixa da rede de drenagem na microbacia, sugerindo que a área possui uma drenagem mais espaçada, o que pode afetar a distribuição e o escoamento das águas na região. Essa característica pode influenciar tanto a infiltração quanto a velocidade de escoamento superficial, impactando a dinâmica hídrica e a gestão dos recursos hídricos na bacia.

Em conformidade com Christofoletti (1980), as bacias hidrográficas podem ser categorizadas como exorreicas, endorreicas ou arreicas, enquanto a classificação geométrica inclui os tipos dendrítico, treliça e efêmero. A bacia da barragem de Lucrécia é contemporânea como dendrítica, pois sua forma lembra a ramificação de uma árvore, com múltiplos afluentes convergindo em um ponto central.

O Índice de Sinuosidade da microbacia foi calculado em 1,36, o que reflete a comparação entre o comprimento do canal principal e a distância reta entre seus pontos extremos, indicando que o canal principal possui uma trajetória relativamente retilínea. De acordo com Moura (2013), valores próximos a 1,0 indicam canais retos, enquanto valores superiores a 2,0 caracterizam cursos d'água tortuosos. Quanto maior a sinuosidade, mais longo e complexo é o percurso do canal, o que resulta em uma redução da velocidade do escoamento. Dessa forma, a sinuosidade impacta diretamente a dinâmica da bacia, influenciando a eficiência da drenagem e o transporte de sedimentos.

Os mapas de declividade desempenham um papel crucial na avaliação das características do terreno, especificamente como uma representação temática que mostra como as inclinações se distribuem espacialmente em uma área específica. Isso, por sua vez, ajuda na análise da paisagem. A declividade do principal curso d'água é um fator essencial para analisar o comportamento do escoamento na microbacia. Quanto maiores os valores de inclinação, maior é a elevação do solo, o que geralmente leva a um escoamento mais rápido e forte (Nobre *et al.*, 2020). De acordo com Leda *et al.* (2015), o curso d'água principal apresentou uma declividade média de 24,28 m/km, e o comprimento total do canal principal foi de 22,62 km. A Figura 06, ilustra as áreas da bacia com inclinações mais pronunciadas e suaves. As zonas de maior elevação, situadas nas extremidades e no centro da bacia, correspondem a regiões de relevo elevado, como a serra de Martins, no estado do Rio Grande do Norte. É importante ressaltar que as áreas com declividade superior a 45% devem ser preservadas e classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme estabelecido no Código Florestal, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (Santos Filho, 2015).

Figura 06 – Mapa de Declividade da Microbacia Hidrográfica da Barragem de Lucrécia/RN



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2023.

Pode-se observar que as áreas de maior declividade estão localizadas nas extremidades da bacia, especialmente na região de Martins, indicando as zonas de relevo mais acentuado, correspondentes às serras da região. Essas áreas apresentam elevações significativas, o que contribui para a intensidade do escoamento superficial e aumenta a susceptibilidade à erosão, especialmente em períodos de chuvas fortes. A presença dessas áreas de relevo acentuado também influencia a distribuição e o movimento da água, impactando a dinâmica hidrológica da microbacia e a qualidade dos recursos hídricos da região.

As cartas de declividade são ferramentas essenciais para a análise do relevo, fornecendo uma representação temática que revela a distribuição espacial das variações de inclinação do terreno. Essas cartas desempenham um papel fundamental na compreensão da paisagem e na identificação das áreas sujeitas a processos de erosão e movimento de massa. O estudo da declividade de uma área é crucial, pois está intimamente relacionado ao processo erosivo, que é amplificado pela intensidade da inclinação do terreno. Quanto maior a declividade, maior a propensão ao aumento da velocidade do escoamento superficial, o que, por sua vez, acelera o processo de erosão.

4 CONCLUSÕES

A análise da microbacia em estudo revela características geométricas e hidrológicas favoráveis para o funcionamento eficiente do reservatório, com destaque para o canal principal de 22,62 km de extensão, que percorre os municípios de Martins/RN e Lucrécia/RN.

Esta microbacia apresenta um sistema de drenagem de 4^a ordem, caracterizado por ramificações significativas, o que indica uma rede bem desenvolvida e com grande capacidade de captar e direcionar águas para o reservatório. A declividade média do canal principal (leq) de 24,28 m/km indica uma inclinação moderada, resultando em uma velocidade de escoamento mais baixa e, consequentemente, maior capacidade de infiltração de água no solo. Em contrapartida, as regiões mais planas retardam o escoamento, favorecendo a infiltração de água no solo e contribuindo para a recarga dos aquíferos.

A densidade de drenagem (Dd) de 0,93 km/km² classifica a microbacia como de drenagem regular, o que indica que o sistema de drenagem é eficiente, mas não excessivamente concentrado, o que contribui para uma distribuição equilibrada da água na área. A forma dendrítica da rede de drenagem facilita o fluxo de água e o acúmulo no reservatório, melhorando a capacidade de armazenamento e garantindo um abastecimento hídrico eficiente para a região. Além disso, a distribuição das áreas com maior declividade, especialmente nas extremidades da microbacia, favorece o escoamento da água para os pontos de captação, ao mesmo tempo em que torna a área mais suscetível a processos erosivos. Esse fator deve ser monitorado para evitar impactos negativos na qualidade da água e no processo de sedimentação do reservatório.

A análise da declividade destaca a importância de adotar medidas de conservação, especialmente nas áreas de maior inclinação, que são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) pelo Código Florestal. A proteção dessas regiões é essencial para evitar a degradação ambiental e garantir a sustentabilidade da microbacia. Os resultados também revelam lacunas nas pesquisas sobre a qualidade das nascentes, que são recursos hídricos cruciais para o ecossistema aquático. A ação humana nessas áreas pode afetar todo o ecossistema, causando desequilíbrios. Portanto, é necessário promover estudos futuros sobre o tema para assegurar a preservação desse recurso vital.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. F. B. **Morfometria e uso da terra da bacia hidrográfica do Rio do Coco e suas implicações sobre a produção e transporte de sedimentos.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7269>. Acesso em: 09 de jul. de 2023.
- ALVES, A. T. A.; BARROS, V. H. O. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Riachodas Garças, Pernambuco, Brasil. **Revista Semiárido de Visu**, Petrolina, v. 9, n. 2, p. 131 -142, 2021.
- ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A.; PÔSSA, E. M.; MOURA, D. M. B.; SANTOS, L. N. S.; FERREIRA, R. S.; NUNES, N. C.; PEREIRA, M. A. B.; MOREIRA, E. P. Morfometria da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, sudoeste de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3636 -3658, 2020.
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema de acompanhamento de reservatórios-SAR**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar/nordeste-e-semiarido/rio-grande-do-norte>. Acesso em: 26 abr. 2023.
- AIRES, A. A; COSTA, J. D; BEZERRA, J. M. RÊGO, A. A. T. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica da barragem de Pau dos Ferros/RN. **Revista GEAMA, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**, 7(3): 67-76, dezembro2021, online version ISSN: 2447-0740.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- BRASIL. **Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 25 nov. de 2023
- CHRISTOFOLLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 1980, p. 03- 50.
- COSTA, L.B. da; ALVES, A. de M. CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA PERSPECTIVA GEOMORFOLÓGICA NOS MUNICÍPIOS DE DR. SEVERIANO E ENCANTO-RN. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/311> . Acesso em: 17 ago. 2025.
- DIAS, A. A.; AQUINO, C. M. S.; SANTOS, F. A. Caracterização ambiental e análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Itaueira, Piauí, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 11, p. 265 -276, 2020

DIAS, N. O.; MACHADO, V. S.; MARCATO JUNIOR, J.; OSCO, L. P.; RAMOS, A. P. M. Análise morfométrica de bacia hidrográfica utilizando dados de diferentes Modelos Digitais de Superfície. **Colloquium Exactarum**, Presidente Prudente, v. 11, n. 4, p. 23 -35, 201.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; 1999. 415 p.

GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **GEOgraphia**, Niterói, v. 23, n. 51, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2021: Lucrécia**, Rio Grande do Norte: IBGE, 2021.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Bacias Hidrográfica**, 2023. Disponível em: <http://www.igarn.rn.gov.br/>. Acesso em 13 de out. 2023.

LI, Z.; ZHANG, Y.; LI, Y. **Effects of dam construction on river morphology: a global review and future research directions**. **CATENA**, v. 233, p. 107639, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816223007257>. Acesso em: 21 jul. 2025.

LEDA, V. C. et al. Análise comparativa de mapas de declividade na bacia do Ribeirão da Prata em Lençóis Paulista - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 17., 2015, João Pessoa. **Anais** [...]. São José dos Campos: INPE, 2015. p. 6381–6388.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, v. 3, p. 49-54, 2016.

MEDEIROS, S. S.; GALVÍNCIO, J. D.; COSTA, M. H. **Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2018.

MELLO, C. R. de.; SILVA, A. M. da. **Hidrologia: Princípios e Aplicações em Sistemas Agrícolas**. UFLA/MG. 2013, 455p.

PESSOA NETO, A. G.; SOARES, A. E. P.; SILVA, S. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, em Pernambuco, utilizando Modelos Digitais de Elevação provenientes de sensor LiDAR. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 11, n. 4, p. 242 -253, 2021.

SABANÉS, L. **Manejo sócio-ambiental de recursos naturais e políticas públicas: um estudo comparativo dos projetos “Paraná Rural e Microbacias**. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

SANTOS FILHO, Altair Oliveira et al. A evolução do código florestal brasileiro. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT**, v. 2, n. 3, p. 271-290, 2015.

SILVA, R. C. **Análise das Áreas Suscetíveis à Erosão na Bacia do Arroio Pelotas (RS), com auxílio do Geoprocessamento.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

SILVA, T. B. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Salgado, Bahia, Brasil. **Revista Sertão Sustentável**, Xique-Xique, v. 1, n. 1, p. 76 -82, 2019

SOARES, M.Y.T; CARVALHO, R.G. Gestão dos recursos hídricos e conflitos no semiárido: estudo de caso do açude Lucrécia, Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Geointerações**, Assú, v.6, n.1, p.57-76, jan./dez. 2022.

SOUZA, R. M.; FERREIRA, A. G.; LIMA, J. R. Análise da Dinâmica Hidrológica em Bacias Semiáridas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, n. 2, p. 1-15, 2019.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **New Haven: Transactions: American Geophysical Union**, 1957. v.38. p. 913-920.

WANG, L.; LIU, H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 20, n. 2, pp.193-213, 2006. DOI: 10.1080/13658810500433453.

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