



PKS PUBLIC KNOWLEDGE PROJECT	REVISTA DE GEOGRAFIA Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE	OJS OPEN JOURNAL SYSTEMS
https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia		

Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano, em Patos - PB (Brasil)

João Paulo Marçal de Souza¹ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4157-3692>

Maria Emelly Batista de Sousa² - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6406-2644>

Yuri Tomaz Neves³ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0844-2877>

Luísa Eduarda Lucena de Medeiros⁴ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9792-1273>

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos-Paraíba, Brasil*

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos-Paraíba, Brasil**

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos-Paraíba, Brasil***

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos-Paraíba, Brasil****

Artigo recebido em 20/04/2024 e aceito em 28/05/2025

RESUMO

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas gera produtos que possibilitam realizar avaliações e diagnósticos prévios sobre potenciais e limitações dos recursos hídricos que são fundamentais para a gestão e o planejamento. O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano, em Patos - PB (Brasil). O estudo morfométrico foi realizado quanto a sua geometria, hidrologia e relevo, aplicando-se técnicas de geoprocessamento. Para isso, foi utilizado o modelo digital de elevação Copernicus, que possui resolução espacial de 30 metros, e o sistema de informação geográfica QGIS. A partir dos resultados foi possível constatar que a bacia do riacho Noé Trajano apresenta um formato alongado. Após analisar os fatores de forma e compacidade, observou-se que a bacia possui uma baixa probabilidade de inundações e uma tendência para o surgimento de novos cursos d'água. Os índices de circularidade e razão de alongação forneceram insights sobre a forma do rio, que pode variar entre intermediária, circular ou altamente alongada. Espera-se com esse trabalho poder contribuir com os órgãos gestores na tomada de decisões para com a bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano.

Palavras-chave: Copernicus; geoprocessamento; QGIS.

* Engenheiro Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. E-mail: joao.marcal@ifpb.edu.br

** Engenheira Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. E-mail: maria.emelly@academico.ifpb.edu.br

*** Engenheiro Civil e professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. E-mail: yuri.neves@ifpb.edu.br

**** Engenheira Civil e professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. E-mail: luisa.medeiros@ifpb.edu.br

Morphometric characterization of the Noé Trajano Stream Watershed, in Patos - PB (Brazil)

ABSTRACT

The morphometric characterization of watersheds generates products that make it possible to carry out assessments and prior diagnoses of the potential and limitations of water resources, which are fundamental for management and planning. The aim of this study was to carry out a morphometric characterization of the Noé Trajano creek watershed in Patos - PB (Brazil). The morphometric study was carried out in terms of its geometry, hydrology and relief, using geoprocessing techniques. The Copernicus digital elevation model, which has a spatial resolution of 30 meters, and the QGIS geographic information system were used. The results showed that the Noé Trajano stream basin has an elongated shape. After analyzing the shape and compactness factors, it was observed that the basin has a low probability of flooding and a tendency for new watercourses to emerge. The circularity and elongation ratio indices provided insights into the shape of the river, which can vary between intermediate, circular or highly elongated. It is hoped that this work will help management bodies make decisions about the Noé Trajano stream basin.

Keywords: Copernicus; geoprocessing; QGIS.

Caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica del arroyo Noé Trajano, en Patos - PB (Brasil)

RESUMEN

La caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas genera productos que posibilitan realizar evaluaciones y diagnósticos previos sobre potenciales y limitaciones de los recursos hídricos que son fundamentales para la gestión y la planificación. El presente estudio tuvo como objetivo realizar la caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica del arroyo Noé Trajano, en Patos - PB (Brasil). El estudio Morfométrico fue realizado en cuanto a su geometría, hidrología y relieve, aplicándose técnicas de geoprocésamiento. Para ello, se utilizó el modelo digital de elevación Copernicus, que posee resolución espacial de 30 metros, y el sistema de información geográfica QGIS. A partir de los resultados se pudo constatar que la cuenca del arroyo Noé Trajano presenta un formato alargado. Después de analizar los factores de forma y compacidad, se observó que la cuenca posee una baja probabilidad de inundaciones y una tendencia para el surgimiento de nuevos cursos de agua. Los índices de circularidad y relación de elongación proporcionaron insights sobre la forma del río, que puede variar entre intermedia, circular o altamente alargada. Se espera con este trabajo poder contribuir con los órganos gestores en la toma de decisiones para con la cuenca hidrográfica del arroyo Noé Trajano.

Palabras clave: Copernicus; geoprocésamiento; QGIS.

INTRODUÇÃO

Devido ao rápido crescimento populacional, houve um aumento descontrolado do desenvolvimento urbano, resultando em várias mudanças no ambiente natural e na ocupação de áreas vulneráveis a eventos fenomenológicos e processos naturais, como inundações de rios e outros fenômenos relacionados à água. Como resultado desse desenvolvimento substancial e da ausência de práticas sustentáveis, muitos rios em áreas urbanas foram canalizados, cercados por sedimentos e habitados por comunidades humanas. Isso levou a uma maior impermeabilização do solo, ao acúmulo de resíduos sólidos e à falta de vegetação ao longo das margens dos rios, aumentando significativamente o risco de enchentes e inundações. Desse modo, compreender e monitorar os corpos d'água que atravessam a cidade é crucial para um planejamento urbano adequado e para minimizar os perigos associados aos eventos hidrológicos (Silva e Farias, 2021).

Nessa sequência, destaca-se que a realização de estudos hidrológicos é fundamental para identificar várias características da bacia em análise. Entre essas características está a capacidade de avaliar a probabilidade de inundações, que ocorrem quando o nível do rio aumenta a ponto de transbordar de sua calha, resultando em situações caóticas para as áreas e populações afetadas. Essas inundações não apenas causam danos às cidades, mas também aumentam o número de desabrigados e, em casos graves, podem implicar perdas humanas (Tórnio e Kede, 2024). Portanto, realizar estudos morfométricos é fundamental para compreensão, prevenção e redução dos impactos de eventos naturais em corpos d'água.

Uma das estratégias fundamentais do planejamento urbano consiste na análise do espaço urbano e na consideração do ambiente para prevenir desastres naturais. Uma etapa inicial e comum em estudos hidrológicos ou ambientais é a análise morfométrica de bacias hidrográficas, visando entender a dinâmica ambiental em níveis locais e regionais. Esse procedimento envolve a avaliação das características físicas, hidrológicas e topográficas que afetam o comportamento da água na bacia. Assim, ao selecionar cuidadosamente as unidades hidrológicas, é possível desenvolver abordagens de planejamento e gestão mais eficazes para lidar com desafios como a degradação e erosão do solo, além de eventos como secas e inundações (Coliado; Simonetti; Cunha, 2020).

De acordo com Melo et al. (2020), uma bacia hidrográfica é uma área específica da superfície terrestre responsável por reunir e direcionar água, sedimentos e substâncias dissolvidas para um ponto de saída comum, geralmente situado em um curso fluvial. O divisor de águas marca o limite dessa área de drenagem. Dentro de uma mesma paisagem, é possível encontrar várias bacias que conduzem

seus fluxos para um reservatório compartilhado, como oceanos ou lagos. Essas bacias podem variar consideravelmente de tamanho, desde grandes como a bacia do rio Amazonas, até pequenas áreas com apenas alguns metros quadrados, que deságuam em canais erosivos ou no leito de vales sem canalização.

As características geomorfológicas, tais como a forma, o relevo, a área, a geologia, a rede de drenagem e o tipo de solo, juntamente com a vegetação presente, são determinantes para o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica (Batista et al., 2018). Esses aspectos físicos e biológicos exercem uma função fundamental nos processos do ciclo hidrológico, influenciando a capacidade de infiltração, a quantidade de água escoada, a evapotranspiração e os fluxos de água, tanto na superfície quanto no subsolo. Assim, pode-se afirmar que as bacias hidrográficas desempenham um papel importante na investigação das características de várias formas de relevo, especialmente quando se trata de estudar as mudanças superficiais da estrutura da bacia (Lima; Santos; Cruz, 2018).

Conforme Raiol et al. (2022), os atributos físicos de uma bacia são determinantes para estudar seu comportamento hidrológico, pois ao compará-los com dados conhecidos, é possível inferir indiretamente os valores relativos à hidrologia em áreas carentes de dados. Os autores destacaram ainda que a análise dos aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode esclarecer várias questões sobre a dinâmica ambiental local. Depreende-se que a quantificação da disponibilidade de água é essencial para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, exigindo uma representação quantitativa das características de forma, processos e suas interações. É importante ressaltar que nenhum desses índices, por si só, pode simplificar a complexa dinâmica da bacia, que também pode variar ao longo do tempo.

Na análise morfométrica, o uso de dados de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e fotografias aéreas, é valioso, considerando sua capacidade de fornecer a representação de uma extensa área. As técnicas de interpretação de imagens por meio do sensoriamento remoto demandam menos tempo do que os levantamentos de campo e, quando complementadas com breves verificações no terreno, resultam em dados confiáveis para a extração de parâmetros morfométricos (Cunha e Bacani, 2019).

Para Alves (2019), o geoprocessamento, juntamente com as tecnologias de sensoriamento remoto, desempenha um papel fundamental no estudo, pois é viável para delimitar extensas áreas e gerar MDEs, permitindo a obtenção e análise de diversas informações sobre a bacia. O software

essencial para conduzir o estudo é o QGIS, tendo em vista que ele é uma ferramenta de código aberto gratuita, amplamente adotada por profissionais, estudantes e pesquisadores devido à sua interface intuitiva e funcionalidade. Com suporte para uma ampla variedade de formatos de dados espaciais, o QGIS possibilita a criação de mapas, análises espaciais e modelagem de processos geoespaciais.

Considerando os problemas ambientais e de gestão dos recursos hídricos previamente discutidos, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano, em Patos - PB (Brasil), para que através desse estudo seja possível fornecer informações que atualmente não estão disponíveis na literatura sobre essa bacia, tornando-se um recurso valioso para orientar futuras ações e projetos sobre a mesma.

METODOLOGIA

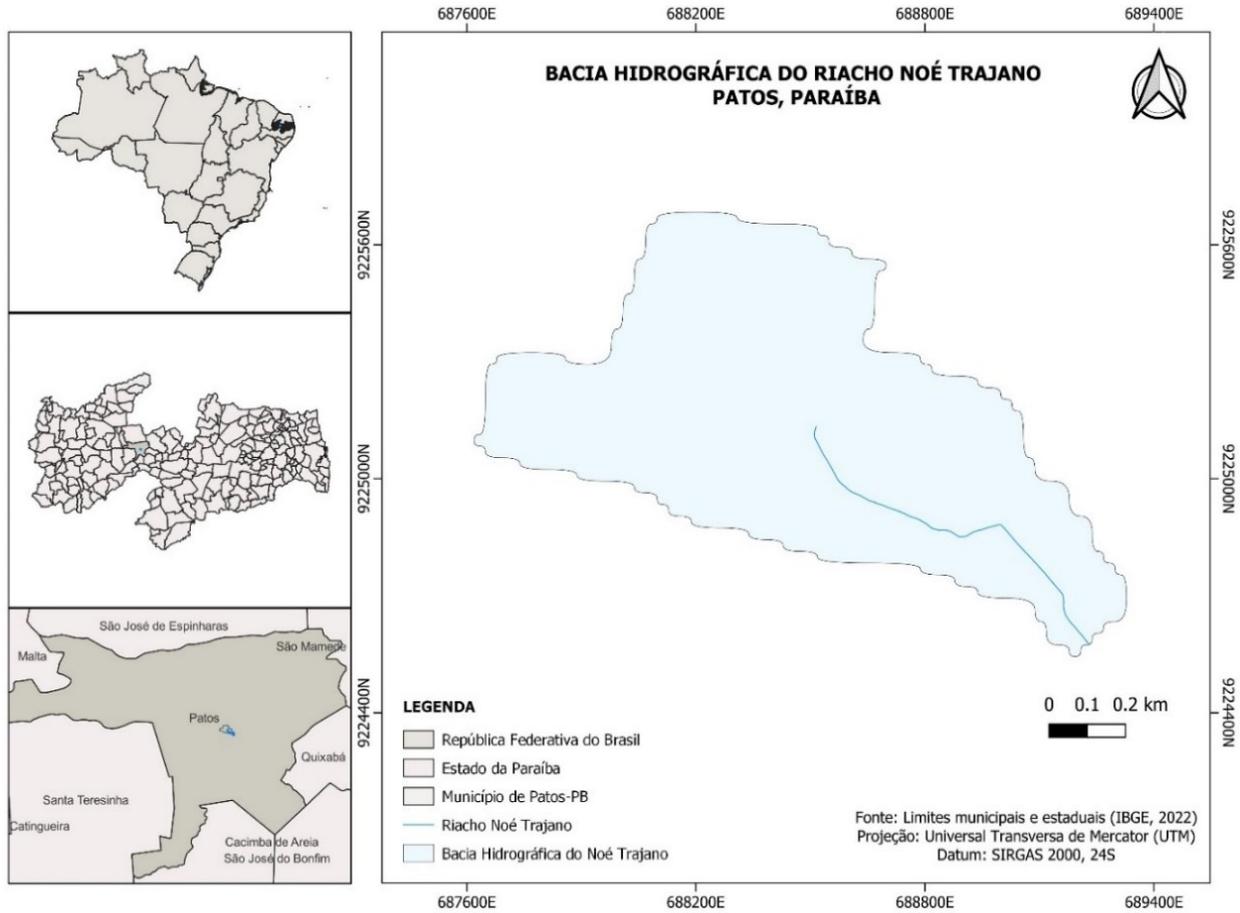
Nesse item serão apresentados aspectos metodológicos de obtenção dos dados e caracterização da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano em Patos, Paraíba.

Área de estudo

O foco deste estudo é a bacia do riacho Noé Trajano, situada no município de Patos, no estado da Paraíba. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Patos abrange uma área de 472,892 km², com uma população estimada em cerca de 103.165 habitantes (IBGE, 2022). Conforme apresentado pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), a região possui um clima classificado como “Bsh”, de acordo com a classificação climática de Köppen, caracterizando-se como semiárido quente (Alvares et al., 2013; IPEF, 2013).

A partir dos dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o tipo de solo predominante é o TCo, indicativo de Luvisolos Crômicos Órticos (EMBRAPA, 2020). De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), analisando a média climatológica entre 1991 e 2020, a maior quantidade mensal de precipitação em Patos é registrada em março, alcançando 184,2mm (INMET, 2022). A Figura 1 abaixo apresenta a localização da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano.

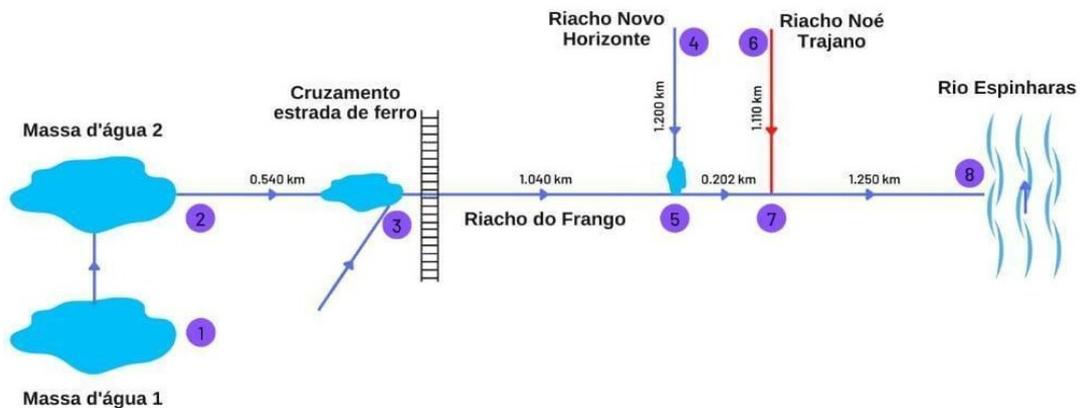
Figura 1 – Localização da bacia do Noé Trajano em Patos, Paraíba, para o ano de 2024.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O riacho Noé Trajano possui 1,11 km de extensão e sua bacia tem uma área de 0,88 km². Deságua no riacho do Frango, que por sua vez é um afluente do rio Espinharas. A Figura 2 apresenta o diagrama unifilar da bacia do riacho do Frango.

Figura 2 – Diagrama unifilar da bacia do riacho do Frango, para o ano de 2022.

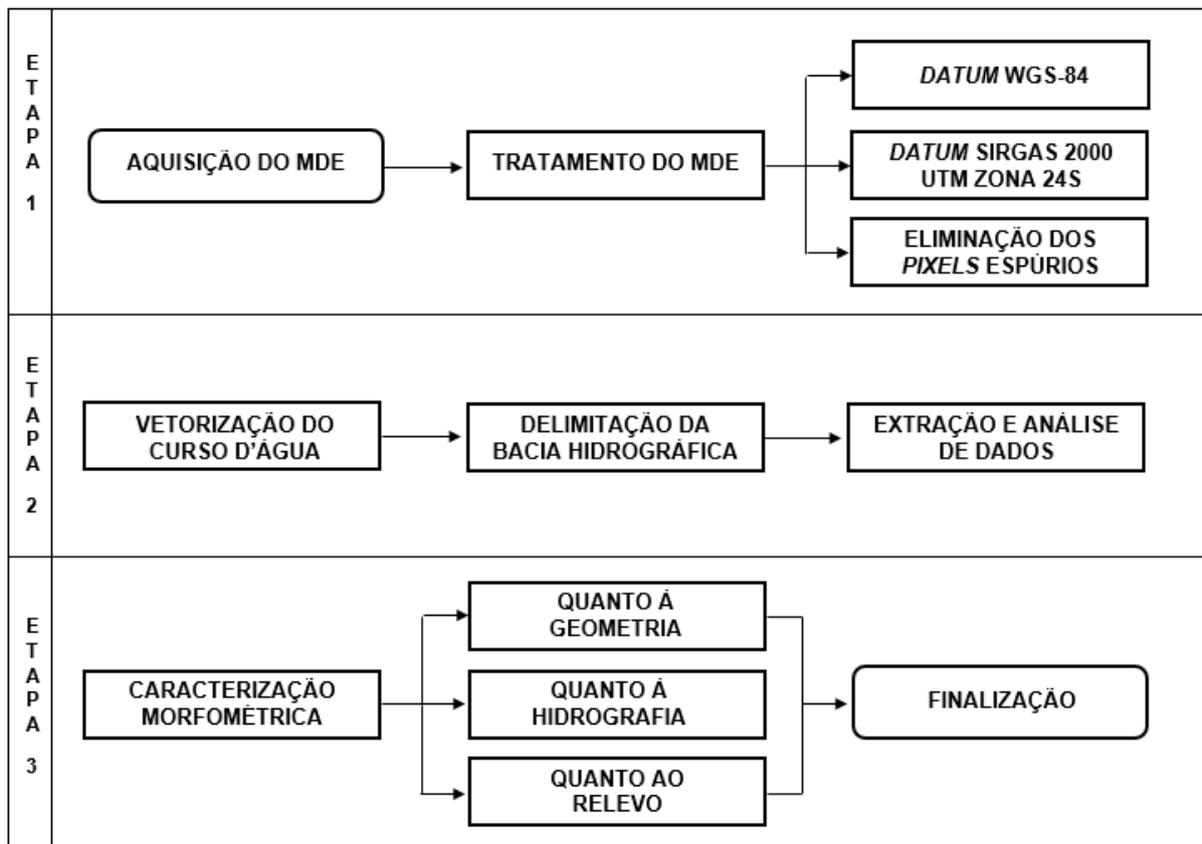


Fonte: Santos (2022).

Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica

Para alcance dos objetivos, o programa metodológico foi dividido em três etapas distintas de acordo com a natureza e o volume das atividades planejadas. O fluxograma abaixo (Figura 3) exemplifica a sequência metodológica de execução do estudo.

Figura 3 – Programa metodológico da pesquisa executado no ano de 2024.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os processos de aquisição, tratamento dos dados espaciais obtidos, delimitação da bacia do riacho Noé Trajano e análise morfométrica serão apresentados abaixo.

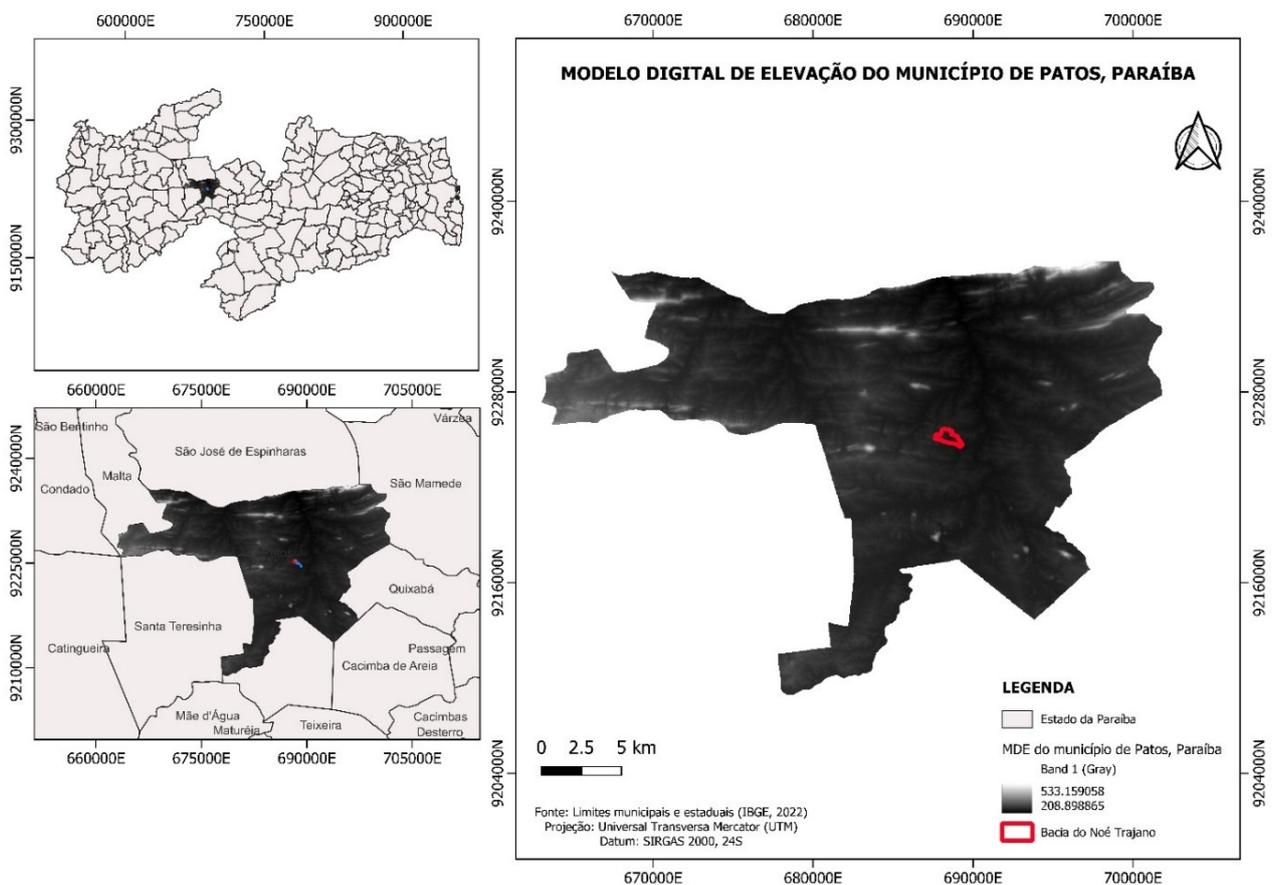
Aquisição e tratamento do Modelo Digital de Elevação

A obtenção do MDE foi executada a partir dos dados do Copernicus 30m, na ferramenta computacional GrassGIS, integrada ao software QGIS. Para essa finalidade, os arquivos raster do MDE foram baixados utilizando o complemento Open Topography. Já a resolução espacial do sistema

de coordenadas foi de 30x30 m (Copernicus 30m).

O arquivo gerado do MDE estava originalmente georreferenciado pelo sistema de coordenadas geográficas e o Datum WGS-84. Para integrar esses dados, o MDE foi reprojetoado para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM zona 24S, utilizando a ferramenta computacional QGIS 3.28.3. Por fim, foram eliminados os pixels espúrios utilizando o r.fuil.dir do GRASS. A figura abaixo apresenta o MDE obtido (Figura 4).

Figura 4 – Modelo Digital de Elevação do município de Patos, Paraíba, para o ano de 2024.



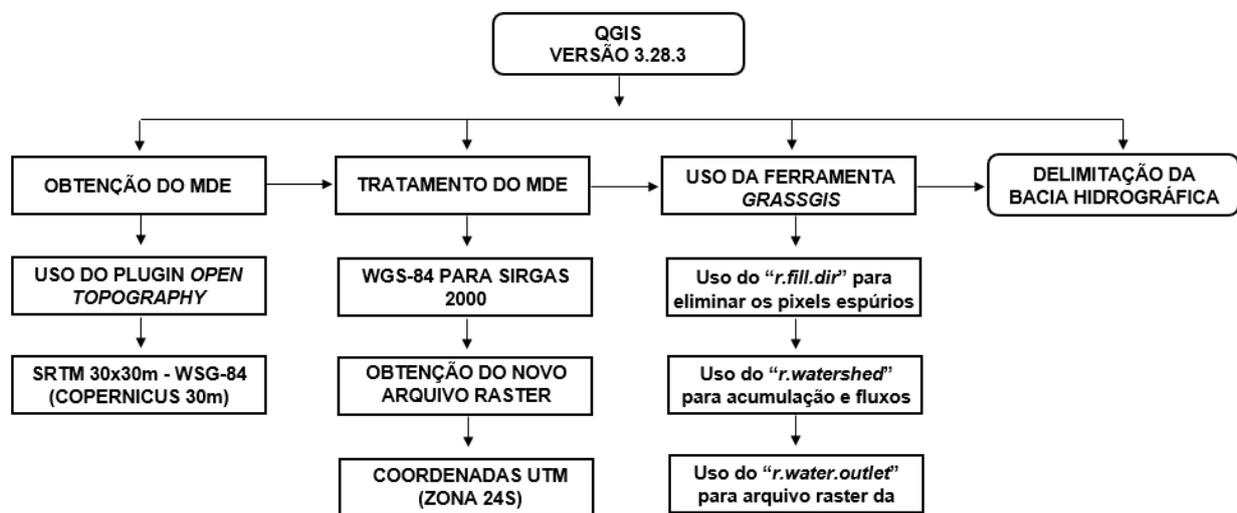
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Informações do curso d'água e da bacia hidrográfica

A vetorização do curso d'água do riacho Noé Trajano foi realizada de forma manual, a partir do complemento QuickMapServices, o qual facilitou a obtenção de imagens de satélite do google. Após a vetorização do curso d'água, definiu-se o ponto do exutório do riacho Noé Trajano por meio das curvas de nível do terreno, as quais foram geradas a partir do MDE.

Já os limites da bacia hidrográfica foram definidos com a utilização *do r.watershed* do GRASS para gerar os rasters com a direção de drenagem e segmento de fluxo. Em seguida, utilizou-se o *r.water.outlet* do GRASS, gerando a bacia a partir de um ponto no exutório. Por fim, o raster com os limites da bacia foi convertido em shapefile do tipo polígono, possibilitando a obtenção de sua área e do seu perímetro. O esquema abaixo (Figura 5) apresenta uma síntese dos processos adotados para delimitação da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano.

Figura 5 – Síntese das etapas para delimitação da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano por meio do QGIS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Parâmetros morfométricos analisados

Com base nos resultados derivados dos dados do Copernicus 30m, diversas características físicas da bacia hidrográfica foram analisadas. Inicialmente, foram determinados os parâmetros geométricos da bacia de drenagem, tais como: i) largura média; ii) coeficiente de compacidade; iii) fator de forma; iv) índice de circularidade; e v) razão de alongação. Cada um desses parâmetros foi calculado conforme formulações apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese das etapas para delimitação da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano por meio do QGIS.

Parâmetro	Descrição	Equação	Unidade
Largura média	Razão entre a área e o comprimento axial da bacia.	$Lm = A / La$	km
Fator de forma	Razão entre a área e o quadrado do comprimento axial da bacia.	$Kf = A / (La)^2$	Adimensional
Coefficiente de compacidade	Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia.	$Kc = 0,28 \times (P/\sqrt{A})$	Adimensional
Índice de circularidade	Relação entre a área e o perímetro da bacia. Tende a um, à medida que se aproxima da forma circular.	$Ic = 12,57 \times A/P^2$	Adimensional
Razão de alongação	Relação entre índices pré-determinados, a área e o comprimento axial da bacia.	$Re = 1,128 \times \sqrt{A/La}$	Adimensional

Fonte: Adaptado de Pessoa Neto et al. (2021).

Para determinação das características hidrográficas da bacia do riacho Noé Trajano, foram obtidos através do QGIS os seguintes dados: o comprimento do rio principal, do talvegue e o comprimento total da rede hidrográfica. Posteriormente, foram calculados os parâmetros de densidade de drenagem, sinuosidade e seu respectivo índice, além do tempo de concentração, conforme demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 – Cálculos realizados para obtenção das características hidrográficas.

Parâmetro	Descrição	Equação	Unidade
Sinuosidade (S)	A sinuosidade de um curso d'água é um fator controlador da velocidade do escoamento e é definida pela relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento do talvegue	$S = L/Ltal$	Adimensional
Índice de sinuosidade (Is)	Relação entre o comprimento do curso d'água principal e o comprimento do talvegue	$Is = 100 \times ((L - Ltal)/L)$	%
Tempo de concentração (Tc)	Tempo que a água leva do ponto mais distante até o exutório da bacia	$Tc = 85,2 \times (L^3/H)^{0,385}$	min

Fonte: Adaptado de Pessoa Neto et al. (2021).

Em sequência, foram calculadas as características referentes ao relevo do curso de água analisado. Para isso, foram identificados por meio do software a altitude máxima e mínima da bacia. Além disso, foi realizado o cálculo da amplitude altimétrica, a declividade do rio, a rugosidade e a relação de relevo, como pode ser visualizado no Quadro 3:

Quadro 3 – Cálculos realizados para obtenção das características do relevo.

Parâmetro	Descrição	Equação	Unidade
Amplitude altimétrica (ΔH)	Diferença entre as altitudes máxima e mínima da bacia.	$\Delta H = H_{\text{máx}} - H_{\text{min}}$	m
Declividade do curso d'água principal	Relação entre a diferença de altitude ao longo do curso d'água principal e o seu comprimento.	$S1 = H/L$	m/km
Relação de relevo (R_r)	Relação entre a amplitude altimétrica e o comprimento do curso d'água principal.	$R_r = \Delta H/L_a$	m/km

Fonte: Adaptado de Pessoa Neto et al. (2021).

Por fim, com todos os dados obtidos referentes ao relevo, à hidrografia e à geometria do riacho do Noé Trajano, foi possível caracterizar a bacia, analisando a sua probabilidade a enchentes, o formato que possui, o tipo de drenagem, a sinuosidade do rio principal, a intensidade do índice de rugosidade, assim como sua relação de relevo, a partir dos intervalos apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Intervalos que caracterizam as bacias.

Parâmetro	Intervalo	Parâmetro	Intervalo
Coeficiente de compacidade (K_c)	1,00 - 1,25 = Bacia com alta propensão a enchentes	Sinuosidade (S)	$\cong 1,00$ = O rio principal tende a ser retilíneo
	1,26 - 1,50 = Bacia com tendência mediana a enchentes		$> 2,00$ = O rio principal tende a ser tortuoso
	$> 1,50$ = Bacia não está sujeita a enchentes		$< 20,00$ = O rio principal tende a ser muito retilíneo
Fator de forma (K_f)	$< 0,50$ = Bacia não sujeita a enchentes	Índice de sinuosidade (I_s)	20,00 - 30,00 = O rio principal tende a ser retilíneo
	0,50 - 0,75 = Bacia com tendência mediana a enchentes		30,01 - 40,00 = O rio principal tende a ser divagante
	0,76 - 1,00 = Bacia sujeita a enchentes		40,01 - 50,00 = O rio principal tende a ser sinuoso
			$> 50,00$ = O rio principal tende a ser muito sinuoso

Parâmetro	Intervalo	Parâmetro	Intervalo
Índice de circularidade (Ic)	0,36 - 0,50 = A bacia possui forma alongada 0,51 - 0,75 = A bacia possui forma intermediária 0,76 - 1,00 = A bacia possui forma circular	Índice de rugosidade (Ir)	< 150,00 = Fraca 150,00 - 550,00 = Média 551,00 - 950,00 = Forte > 950,00 = Muito forte
Razão de alongação (Re)	< 0,50 = A bacia possui forma muito alongada 0,51 - 0,70 = A bacia possui forma alongada 0,70 - 0,80 = A bacia possui forma pouco alongada 0,81 - 0,90 = A bacia possui forma ovalada > 0,90 = A bacia possui forma circular	Relação de relevo (Rr)	< 10,00 = Razão de relevo baixa 11,00 - 30,00 = Razão de relevo média 31,00 - 60,00 = Razão de relevo alta

Fonte: Adaptado de Pessoa Neto et al. (2021).

RESULTADOS

A partir do percurso metodológico executado no estudo, foram determinadas as características morfométricas da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano. Nos itens abaixo são apresentadas as análises e discussões obtidas a partir dos resultados do estudo no tocante a análise geométrica, a análise hidrográfica e a análise do relevo.

Análise geométrica da bacia do Noé Trajano

A partir dos dados do Copernicus 30m, foi possível determinar as características geométricas da bacia do riacho Noé Trajano em Patos, Paraíba. Essa análise possibilitou uma compreensão dos fatores geométricos através da estrutura da bacia hidrográfica. A análise dos parâmetros como a área, o perímetro, o comprimento axial, a largura média, o coeficiente de compacidade, o fator de forma, o índice de circularidade e a razão de alongação da bacia hidrográfica constitui um conjunto de métricas que podem relacionar a forma da bacia com sua tendência a propensão de enchentes.

Com base na delimitação da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano foram obtidos os valores da área, perímetro e o comprimento axial da bacia. Ao relacionar esses valores, determinou-se a forma da bacia, indicando se ela é mais alongada ou circular. Desse modo, as características

geométricas da bacia do riacho Noé Trajano determinadas com base no estudo estão detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características geométricas da bacia do riacho Noé Trajano (Patos – PB).

Características Geométricas	Valor
Área da bacia (A)	0,89 km ²
Perímetro da bacia (P)	6,04 km
Comprimento axial da bacia (La)	2,03 km
Largura média da bacia (Lm)	0,44 km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,79
Fator de forma (Kf)	0,22
Índice de circularidade (Ic)	0,31
Razão de alongação (Rc)	0,52

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para avaliar a forma da bacia e sua susceptibilidade a enchentes, são considerados diversos parâmetros, incluindo o coeficiente de compacidade, o fator de forma e o índice de circularidade (Pessoa Neto et al., 2021). Quando o valor do coeficiente de compacidade excede 1,50, indica que a bacia não está predisposta a enchentes. Em relação ao coeficiente de compacidade, o fator de forma é relevante, conforme observado por Melo et al. (2020). Mesmo quando duas bacias possuem o mesmo tamanho, uma com um valor menor para F implica que ela é mais alongada e menos suscetível a enchentes.

Portanto, de maneira análoga à avaliação do coeficiente de compacidade, a interpretação é aplicada quando o fator de forma é inferior a 0,50. Assim, ao analisar a probabilidade de enchentes na bacia do riacho Noé Trajano com base nesses parâmetros, tanto o coeficiente de compacidade quanto o fator de forma indicaram que a bacia não está suscetível a enchentes.

Em relação ao índice de circularidade e razão de alongação, compreende-se estes determinam a forma da bacia, podendo variar de intermediário, circular a altamente alongado ou muito alongada, alongada, pouco alongada, forma ovalar e circular, respectivamente. Com um valor de índice de circularidade de cerca de 0,31, a bacia não se encaixa em nenhuma categorização desse parâmetro, já que o intervalo mínimo é de 0,36 a 0,50. No entanto, ao examinar a razão de alongação, é possível afirmar que a bacia possui uma forma alongada.

Análise quantitativa da hidrografia da bacia do Noé Trajano

Em sequência, foram obtidos os dados hidrográficos do curso de água da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano, como o comprimento do curso d'água e o comprimento de talvegue. Os principais parâmetros da análise hidrográfica podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Características hidrográficas da bacia do riacho Noé Trajano (Patos – PB).

Características hidrográficas	Valor
Comprimento do rio principal (L)	1,11 km
Comprimento do talvegue do rio principal (Ltal)	1,00 km
Sinuosidade (S)	1,11
Índice de sinuosidade (Is)	9,91%
Tempo de concentração (Tc)	11,11 min

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Uma característica importante na análise dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica é a sinuosidade. Sob esse viés, a sinuosidade de um curso d'água está relacionada com o comprimento do rio principal e o comprimento do talvegue do principal curso d'água da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano. De acordo com Alves et al. (2020), quanto mais sinuoso o curso d'água, mais difícil é o deslocamento da água, resultando em velocidades de escoamento mais baixas. Neste estudo, foram obtidos valores médios de sinuosidade para a bacia do riacho Noé Trajano, com um índice de aproximadamente 10%, o que contribui para um maior tempo de concentração.

Sob essa perspectiva, depreendeu-se que a sinuosidade do curso d'água principal influencia na velocidade e no escoamento, indicando maior ou menor propensão para o acúmulo de sedimentos. No caso da bacia do riacho Noé Trajano, isso implica em uma boa velocidade de escoamento e baixa propensão para acúmulo de sedimentos (Lima; Santos; Cruz, 2018).

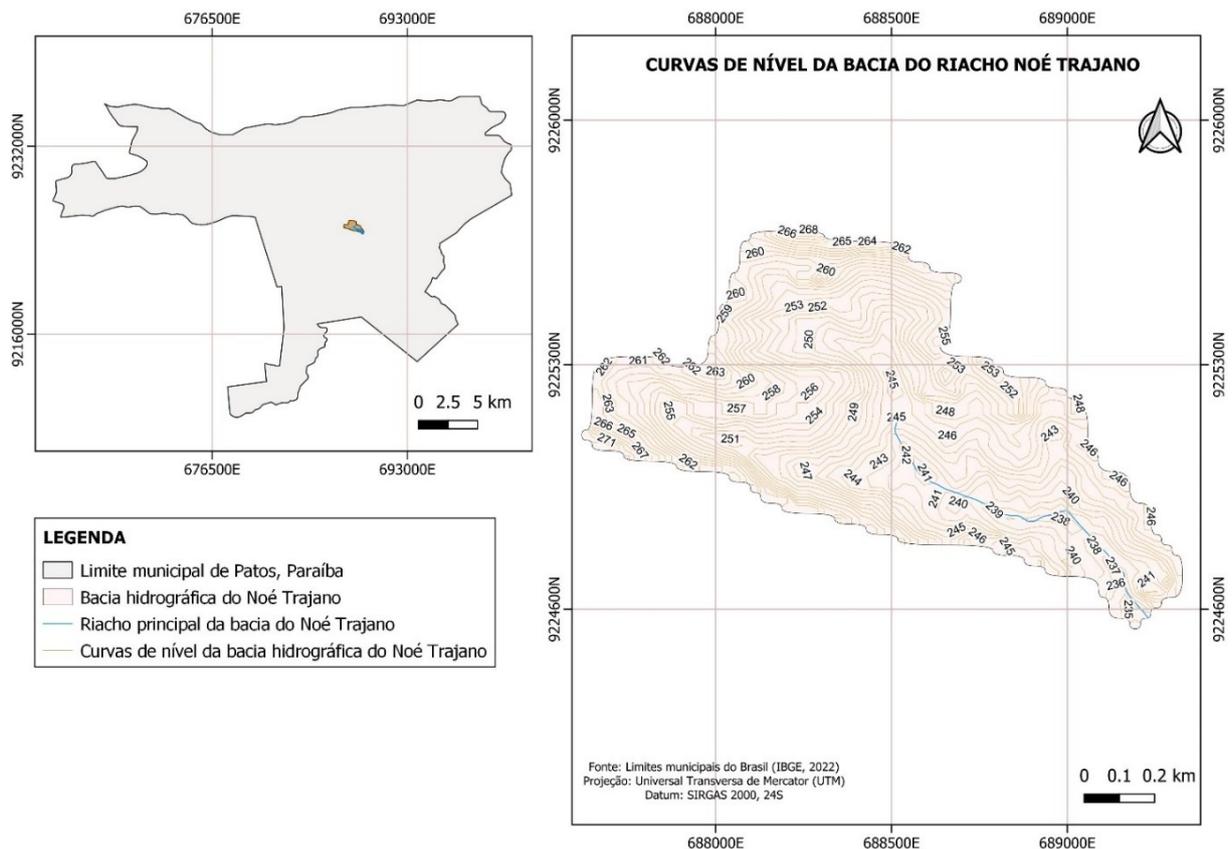
Um outro parâmetro hidrográfico de significância é o tempo de concentração (Tc), que para a bacia do riacho Noé Trajano foi calculado em 11,11 minutos. Resumidamente, leva aproximadamente 11 minutos para que toda a água precipitada atinja o exutório. Segundo Raiol et al. (2022), o Tc permite compreender o comportamento do escoamento superficial na bacia hidrográfica, o qual está relacionado a vários fenômenos que podem resultar em impactos socioeconômicos e ambientais na região afetada.

Análise quantitativa do relevo da bacia do Noé Trajano

A variação de altitude dentro de uma bacia, determinando o declive, exerce uma função crucial no fluxo e transporte de sedimentos nos cursos d'água (Batista et al., 2018). Segundo Lima, Pimentel e Vale (2021), os atributos geológicos e geomorfológicos são significativos para a modelagem do relevo e na sua divisão regional. Assim, considera-se que a análise do relevo é essencial para compreender os processos de erosão em uma bacia.

Na Figura 6 abaixo, é possível observar que as regiões de maiores altitudes na bacia hidrográfica estão acima de 240 metros, presente nas regiões de interflúvio do alto curso, e em direção a jusante diminuem gradativamente para altitudes próximas de 233 metros.

Figura 6 – Curvas de nível da bacia do riacho Noé Trajano.

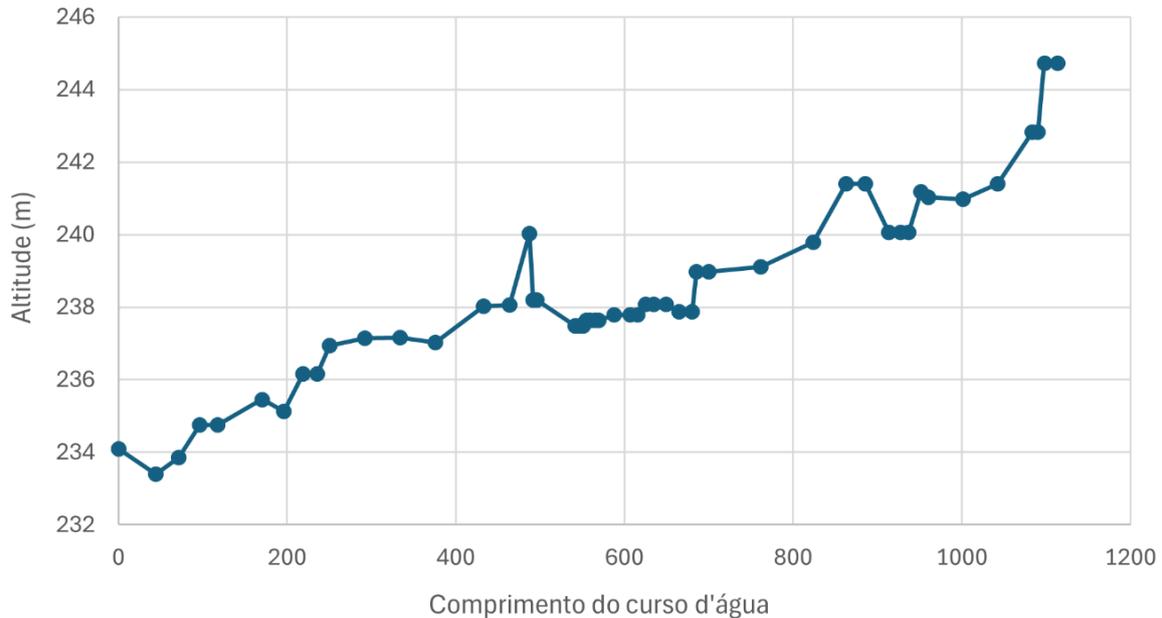


Fonte: Autores (2024).

A distribuição altimétrica ao longo do curso principal da bacia hidrográfica revela uma altitude média de aproximadamente 238,83 metros, com uma altitude máxima de 244,90 metros. A maior

parte (74,00%) do trecho possui altitudes abaixo de 240 metros, enquanto 26,00% do segmento situa-se entre 241,40 e 244,90 metros, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Declividade do curso d’água principal da bacia do riacho Noé Trajano em Patos, Paraíba.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes ao relevo da bacia hidrográfica do Noé Trajano. Nela são apresentados os dados de altitudes máxima, mínima, amplitude altimétrica, declividade do rio principal, índice de rugosidade e relação de relevo.

Tabela 3 – Características de relevo da bacia do riacho Noé Trajano (Patos – PB).

Característica de relevo	Valor
Altitude máxima (Hmax)	271,92 m
Altitude mínima (Hmin)	233,97 m
Amplitude altimétrica (ΔH)	37,95 m
Declividade do rio principal (S)	0,01 m/km
Índice de rugosidade (Ir)	59,99
Relação de relevo (Rr)	34,19 m/km ²

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A declividade afeta a velocidade do escoamento superficial e, portanto, o transporte dos sedimentos, influenciando os processos de erosão (Alves e Barros, 2021). Segundo Freire et al. (2019),

parâmetros como a declividade média da bacia e a declividade do curso d'água principal afetam diretamente o tempo de viagem da água ao longo da bacia hidrográfica. Na bacia do riacho Noé Trajano observa-se uma declividade de 0,01 metro por quilômetro do curso d'água principal, como mostra a Tabela 3. Essa característica se justifica pelo tempo de concentração de aproximadamente 11 minutos apresentado na Tabela 2, indicando menores tempos de concentração em maiores velocidades de escoamento de água na bacia.

Através do índice de rugosidade, pode-se afirmar que a bacia tem uma rugosidade fraca, tendo em vista que o resultado obtido foi inferior a 150. Quanto à relação de relevo, pode-se defini-la como uma bacia que possui razão de relevo caracterizada como alta.

Índices de rugosidade excepcionalmente elevados surgem quando tanto a amplitude altimétrica quanto a distância média entre os interflúvios são altas, indicando vertentes longas e íngremes. Para a bacia do riacho Noé Trajano, esse índice foi calculado em 10%. Tal resultado sugere um baixo risco de degradação na bacia, dado que apresenta pouca variação topográfica e poucos declives significativos ao longo da rede de drenagem, conforme discutido por Pereira et al. (2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações obtidas no estudo, observou-se que, do ponto de vista geométrico, a bacia de Noé Trajano possui uma área de aproximadamente 0,89 km², um perímetro de cerca de 6,04 km, um comprimento axial de aproximadamente 2,03 km e uma largura média de cerca de 0,44 km. Além disso, constatou-se que a bacia não é propensa a enchentes em condições de precipitação normal e possui um formato alongado.

Quanto às características hidrográficas, o rio principal se estende por 1,11 km, com um talvegue de cerca de 1,00 km, enquanto o tempo de concentração é de aproximadamente 11,11 min. Observou-se também que a bacia possui um sistema de drenagem eficaz, com seu rio principal seguindo um curso sinuoso. No que se refere ao relevo, a altitude máxima atinge aproximadamente 271,92 m, enquanto a mínima é de cerca de 233,97 m, resultando em uma variação de altitude de aproximadamente 37,95 m. Além disso, a declividade do rio é de cerca de 0,01 m/km, e a região estudada apresenta altitudes elevadas e uma rugosidade moderada.

Ao analisar os valores do comprimento médio de escoamento superficial, constatou-se que, embora a forma alongada e a declividade da bacia do Noé Trajano a tornem menos propensa a

inundações, as distâncias encontradas nas sub-bacias sugerem a possibilidade de ocorrência de inundações pontuais em dias de chuvas intensas, especialmente devido à presença de áreas urbanas com solo impermeável.

Desse modo, através dessa pesquisa é possível obter uma visão abrangente dos diversos indicadores morfométricos da bacia hidrográfica do riacho Noé Trajano. Os dados obtidos são significativos, pois não estão disponíveis na literatura atual sobre essa bacia. Assim, eles podem servir como um recurso valioso para orientar ações e projetos futuros, como estudos de erosão do solo, avaliações de potenciais riscos de inundação e decisões relacionadas ao planejamento e gerenciamento ambiental e dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_f_or_Brazil. Acesso em: 28 maio. 2025.
- ALVES, A. T. A.; BARROS, V. H. de O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho das Garças, Pernambuco, Brasil. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 9, n. 2, p. 131–142, 2021. DOI: 10.31416/rsdv.v9i2.236. Disponível em: <https://revistas.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/236>. Acesso em: 29 maio. 2025.
- ALVES, M. L. P. R. **Aplicação do modelo Height Above the Nearest Drainage (HAND) para análise de inundação na bacia hidrográfica do rio Cuiá, João Pessoa, Paraíba, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- ALVES, W. S. et al. 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. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3636-3658>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/244392>. Acesso em: 28 maio. 2025.
- BATISTA, D. F. et al. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio - GO. **Geoambiente**, [S. l.], v. 1, n. 29, p. 15-35, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.50882>. Acesso em: 01 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.50882>. Disponível em: <https://revistasufj.emnuvens.com.br/geoambiente/article/view/50882/>. Acesso em: 28 maio. 2025.
- COLIADO, P. H. S.; SIMONETTI, V. C.; CUNHA, D. C. Avaliação das características físicas da bacia hidrográfica do Rio Pariquera-Açu no Baixo Ribeira De Iguape (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 20, n. 3, p. 320-334, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v20i3.12386>. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12386>. Acesso em: 28 maio. 2025.

CUNHA, E. R.; BACANI, V. M. Influência da resolução MDE na caracterização morfométrica de bacia hidrográfica. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 59, p. 1029-1043, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2019v29n59p1029>. Disponível em: www.periodicos.pucminas.br/geografia/article/download/19655/15847/77259. Acesso em: 28 maio. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mapa de solos do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: https://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3ABrasil_solos_5m_20201104. Acesso em: 20 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades e estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/patos.html>. Acesso em: 10 mar. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais climatológicas do Brasil**. Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 20 abr. 2024.

LIMA, A. S.; PIMENTEL, M. A. S.; VALE, J. R. B. Análise Morfométrica da bacia hidrográfica do rio Marapanim, Pará: estudo aplicado ao planejamento ambiental e análise integrada da paisagem. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 04, p. 2071-2086, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2071-2086>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/244772>. Acesso em: 28 maio. 2025.

LIMA, W. J. R.; SANTOS, F. A.; CRUZ, M. L. B. Análise dos parâmetros morfométricos da sub-bacia hidrográfica do Riacho Caraúna, em Quixeramobim (Ceará). **Geoambiente**, [S. l.], v. 1, n. 29, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.42567>. Disponível em: <https://revistasufj.emnuvens.com.br/geoambiente/article/view/42567>. Acesso em: 28 maio. 2025.

MELO, D. O. S. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Real pelo uso de dados SRTM e tecnologias SIG. **Revista brasileira de geografia física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3553-3570, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3554-3570>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/245050>. Acesso em: 28 maio. 2025.

PEREIRA, B. W. F. et al. Geotecnologias com apoio de índices morfométricos para a caracterização da bacia hidrográfica do rio peixe-boi, Nordeste Paraense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, 1351-1372, 2015. DOI: https://doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_165. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/geotecnologias.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2025.

PESSOA NETO, A. G. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, em Pernambuco, utilizando Modelos Digitais de Elevação provenientes de sensor LiDAR. **Journal of Hyperspectral Remote Sensin**, Recife, v. 11, n. 4, p. 242-253, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29150/2237-2202.2021.252364>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/jhrs/article/view/252364>. Acesso em: 17 maio. 2025.

RAIOL, L. L. et al. Caracterização Morfométrica da bacia Hidrográfica do Rio Caripi, Zona Costeira Amazônica. **Revista brasileira de Geografia física**, Recife, v. 15, n. 5, 2354-2370, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.5.p2354-2370>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/252534>. Acesso em: 28 maio. 2025.

SANTOS, D. S. **Avaliação do desempenho de telhados verdes no amortecimento de vazões de pico da bacia do riacho Noé Trajano, em Patos – Pb**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Patos - UNIFIP, Patos, 2022.

SILVA, A. F.; FARIAS, C. W. L. A. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Mundaú utilizando o modelo SWAT. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 9, n. 2, p. 76-86, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31416/rsdv.v9i2.216>. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/view/v9n201>. Acesso em: 19 maio. 2025.

TÓRNIO, C. A. A.; KEDE, M. L. F. M. Inundações urbanas: análise dos impactos em São Gonçalo (RJ) entre os anos de 2005 e 2018. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 34, n. 20, p. 813–836, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v34i20.17966>. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/17966>. Acesso em: 23 maio. 2025.