



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE CURSO DE GEOGRAFIA – BACHARELADO**



**João Paulo Araújo Ferreira**

**Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das  
bacias dos rios mundaú e paraíba do meio.**

**Maceió – Alagoas**

**2022**

**JOÃO PAULO ARAÚJO FERREIRA**

**Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das  
bacias dos rios mundaú e paraíba do meio.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas como nota final do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Ferreira

**Maceió – Alagoas**

**2022**

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- F383a Ferreira, João Paulo Araújo.  
Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios Mundaú e Paraíba do Meio / João Paulo Araújo Ferreira. – 2022.  
34 f. : il. : color.
- Orientador: Bruno Ferreira.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia: Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2022.
- Bibliografia: f. 32-34.
1. Mundaú, Rio (AL) - Morfoestrutura. 2. Paraíba do Meio, Rio (AL e PE) - Morfoestrutura. 3. Morfoescultura. 4. Mapeamento geomorfológico. I. Título.
- CDU: 911.2:551.444.3(813.5)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**ATA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC**

Aos trinta dias (30) dias, do mês de setembro de 2022, na sala virtual <https://meet.google.com/krb-yjnp-sdc>, Google Meet, estavam presentes os professores Bruno Ferreira; Kleython de Araújo Monteiro e Thiago Cavalcante Lins Silva, Sob a presidência do primeiro, compondo a Banca Examinadora do TCC do aluno **João Paulo Araújo Ferreira**, Matrícula nº 17111683, sob o título “Análise Morfométrica, Morfográfica e modelagem de Paleosuperfícies das Bacias dos Rios Mundaú e Paraíba do Meio” às 16:00h (dezesesseis horas) foi iniciada a apresentação, tendo a mesma sido concluída às 17:00h (dezesesseis horas).

Após concluída a apresentação, arguição e comentários dos examinadores, estes se reuniram e deram as seguintes notas:

1º Examinador 8,0 (nove);

2º Examinador 9,0 (nove);

3º Examinador 9,0 (nove);

O presidente da Banca Examinadora informou ao(s) discente(s) a(s) sua(s) média(s), tendo a mesma sido 8,5 (oito vírgula cinco). Informando ainda que o(s) mesmo(s) teria(m) um prazo de 20 dias corridos após a data da apresentação para envio de uma cópia de um arquivo digital, em formato PDF, à Coordenação do Curso de Licenciatura em Geografia. Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos, tendo sido lavrada a presente ATA que, após lida e aprovada, será assinada pelos três professores examinadores.

Maceió, 30 de setembro de 2022.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** BRUNO FERREIRA  
Data: 30/09/2022 17:05:49-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Bruno Ferreira

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** KLEYTHON DE ARAUJO MONTEIRO  
Data: 30/09/2022 17:09:15-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Kleython de Araujo Monteiro

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** THIAGO CAVALCANTE LINS SILVA  
Data: 30/09/2022 17:18:56-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Me. Thiago Cavalcante Lins Silva

**CAMPUS A. C. SIMÕES**  
Av. Lourival de Melo Mota s/n, BR-104 Norte, km 14,  
CEP 57072-970, Cidade Universitária – Maceió, Alagoas – Bloco 06 – Pavimento Térreo  
– Sala da Coordenação do Curso de Geografia Licenciatura –  
Telefones: 0XX82-3214-1440/1441/1442/1443/1444/1445  
<[www.igdema.ufal.br](http://www.igdema.ufal.br)> < [direcao@igdema.ufal.br](mailto:direcao@igdema.ufal.br)> <[coordenacao.geo@igdema.ufal.br](mailto:coordenacao.geo@igdema.ufal.br)>

## **AGRADECIMENTOS**

---

Meus profundos agradecimentos vão para as pessoas que foram e são essenciais para a minha formação. Primeiramente, aos meus familiares, minha mãe, meus irmãos, minha namorada e meus amigos. Meus grandes companheiros de Geografia, que estiveram comigo por todo esse percurso acadêmico. Meus companheiros de LABGEO e LGA. Meus professores e mentores que foram de grande importância na minha formação, em especial para o Prof<sup>o</sup> Bruno e Profa<sup>o</sup> Silvana.

A todos que de alguma forma contribuirão para a minha formação, um muito obrigado de coração.

**RESUMO:** A análise da paisagem tem se tornado, cada vez mais, tema central no âmbito da ciência geográfica. A problemática ambiental, os planejamentos ambiental e urbano, além da gestão dos recursos naturais são questões da ordem do dia. Neste cenário a geomorfologia possui uma gama de métodos e técnicas que podem contribuir para uma melhor compreensão destes pontos e de tantos outros relacionados. Sendo assim, a presente pesquisa se propõe desenvolver a análise e mapeamento geomorfológicos no intuito de contribuir para a compreensão da dinâmica e estrutura geomorfológica de um importante setor da região nordeste do Brasil, a borda meridional da Borborema, mais especificamente em duas (02) bacias dos rios Mundaú e Paraíba do Meio. Estas bacias possuem suas nascentes no Macrodomo da Borborema, na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas. Utilizando os dados do MDE (Modelo Digital de Elevação), foi feito à extração das hierarquias das bacias hidrográficas, para observar o entalhamento dos cursos d'água. Aplicaram-se os índices de concentração de rugosidade (ICR) global e local, para observar a dissecação dos relevos em questão, além do índice de densidade de drenagem, que permitiu classificar o nível de escoamento das bacias hidrográficas. Também foram gerados modelos tridimensionais de paleosuperfícies e extraído os perfis longitudinais de ambas as bacias, para analisar os desníveis superficiais e possíveis pontos de erosão diferencial ao longo das bacias hidrográficas do rio Mundaú e Paraíba do Meio, visando comparar as forças que influenciaram e modelaram os relevos dessas bacias, e fazer uma comparação entre as duas bacias para melhor compreensão do contexto morfológico da região. Dentro da pesquisa fica evidenciado que graças ao contexto de proximidade e clima similar, as bacias hidrográficas do rio Mundaú e Paraíba do meio, possuem poucas diferenças e uma configuração do relevo muito parecida. Isso é devido a ambas estarem inseridas nas mesmas estruturas geomorfológicas, compartilhando processos de gênese Morfoestrutural e Morfoescultural. Relevo esse que pode claramente ser entendido como possuindo uma correlação entre forças internas (estruturais) e forças externas (climáticas) na elaboração de suas formas, formas essas de necessário entendimento e grande relevância para as comunidades inseridas no curso das bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Morfoestrutura, Morfoescultura, Mapeamento Geomorfológico.

**ABSTRACT:** Landscape analysis has increasingly become a central theme in the field of geographic science. Environmental issues, environmental and urban planning, in addition to the management of natural resources are issues on the agenda. In this scenario, geomorphology has a range of methods and techniques that can contribute to a better understanding of these points and many others related. Therefore, the present research proposes to develop the geomorphological analysis and mapping in order to contribute to the understanding of the dynamics and geomorphological structure of an important sector of the northeast region of Brazil, the southern edge of Borborema, more specifically in two (02) basins, of the Mundaú and Paraíba do Meio rivers. These basins have their sources in the Macrodomo da Borborema, at the Pernambuco-Alagoas Structural Summit. Using data from the MDE (Digital Elevation Model), the hierarchies of the hydrographic basins were extracted to observe the carving of the watercourses. Global and local roughness concentration indices (ICR) were applied to observe the dissection of the reliefs in question, in addition to the drainage density index, which allowed classifying the level of runoff in the hydrographic basins. Three-dimensional models of paleosurfaces were also generated and the longitudinal profiles of both basins were extracted, to analyze the surface differences and possible points of differential erosion along the Mundaú and Paraíba do Meio river basins, aiming to compare the forces that influenced and shaped the reliefs of these basins, and to make a comparison between the two basins for a better understanding of the morphological context of the region.

Within the research, it is evident that thanks to the context of proximity and similar climate, the watersheds of the Mundaú and Paraíba do Meio rivers have few differences, and a very similar relief configuration. This is due to both being inserted in the same geomorphological structures, sharing Morphostructural and Morphosculptural genesis processes. I emphasize that which can clearly be understood as having a correlation between internal forces (structural) and external forces (climatic) in the elaboration of its forms, forms of necessary understanding and great relevance for the communities inserted in the course of the hydrographic basins.

**Keywords:** Morphostructure, Morphosculpture, Geomorphological Mapping.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Tridimensional da BHMD.....	22
Figura 2 - Modelo Tridimensional da BHPBM.....	22



FERREIRA, João Paulo Araújo. **Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios mundaú e paraíba do meio**. 34 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2022.

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 - Perfil Longitudinal da BHMD .....	22
Gráfico 2 - Perfil Longitudinal da BHPBM .....	22

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas .....	12
Mapa 2 - Mapa Geológico das BH dos Rios Mundaú e Paraíba do Meio .....	13
Mapa 3 - Mapa de Hierarquização da BHMD.....	17
Mapa 4 - Mapa de Hierarquização da BHPBM.....	18
Mapa 5 - ICR Local da BHMD .....	20
Mapa 6 - ICR Local da BHPBM .....	21
Mapa 7 - ICR Global da BHMD.....	22
Mapa 8 - ICR Global BHPBM .....	22
Mapa 9 - Mapa Hipsométrico da BHMD.....	22
Mapa 10 - Mapa Hipsométrico da BHPBM.....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Área de estudos.....	11
2.2 Geologia das bacias hidrográficas dos rios Mundaú e Paraíba do meio. 12 2.3	
Procedimentos metodológicos .....	13
2.3.1 Levantamento Bibliográfico.....	13
2.3.2 Coleta de Dados.....	13
2.3.3 Extração da Rede de Drenagem .....	14
2.3.4 Cálculo de Densidade de Drenagem.....	14
2.3.5 Extração do Índice de Concentração de Rugosidade.....	14
2.3.6 Criação dos Modelos Tridimensionais das Bacias Hidrográficas.....	15
<b>3 RESULTADOS E DISCURSÃO .....</b>	<b>16</b>
3.1 Hierarquização dos cursos D'água das bacias hidrográficas e calculo de densidade de drenagem.....	16
3.2 Aplicação do Índice de concentração de rugosidade .....	19
3.3 Modelo tridimensional de peleosuperfícies.....	24
3.4 Extração dos perfis longitudinais.....	26
3.5 Criação de mapas hipsométricos.....	27
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

Embora, para muitos, a Geomorfologia sempre tenha se dedicado ao estudo do produto entre processos de origem endógena e exógena, uma abordagem que trate sistematicamente dos primeiros só se estabeleceu a partir da metodologia e nomenclatura desenvolvida por geomorfólogos russos e da Europa oriental a partir da década de 1940 (CORREA *et al.*, 2010).

Segundo Cristofoletti:

*“As formas de relevos constituem o objeto da Geomorfologia. Mas se as formas existem, é porque foram esculpidas pela ação de determinados processos ou grupo de processos”*

(CRISTOFOLETTI, 1974, p.1).

O mapeamento e taxonomia das morfoestruturas surgem então como possuindo importância teórica e explicativa para as relações interativas entre litosfera e o relevo (DEMEK *et al.*, 2007). Desta definição podemos afirmar que as morfoestruturas respondem pelas formas maiores do relevo, tratadas em escala regional como planaltos bombeados em estruturas dobradas, bacias sedimentares ou cinturões orogênicos modernos (CORREA *et al.*, 2010).

Morfoesculturas são feições diretamente relacionadas à ação dos agentes externos sobre as morfoestruturas. As morfoesculturas, devido às diversas variedades, possuem maiores níveis de hierarquização, dependendo suas definições sempre da escala de análise e da acurácia dos dados dispostos (GERASIMOV & MERCHERIKOV, *op cit.*).

No Brasil, a Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, incorporando princípios e normas para a gestão de recursos hídricos e adotando as bacias hidrográficas como unidade fundamental de estudo, planejamento e gestão territorial (Brasil, 1997). Nesse sentido, a gestão tendo como base a bacia hidrográfica está sendo cada vez mais incorporada como delimitação territorial para o gerenciamento ambiental, sendo um dos primeiros procedimentos a serem executados em análises hidrológicas e ambientais (Campos, 2010; Cardoso *et al.*, 2006).

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas compreende a caracterização de parâmetros fisiográficos, que são indicadores físicos da bacia, tendo grande aplicação como indicadores para a previsão de fenômenos como enchentes, inundações e erodibilidade (Villela & Mattos, 1975; Cardoso et al., 2006). Desse modo, tal caracterização permite avaliar o potencial hídrico de uma região, tornando-se, portanto, um instrumento fundamental para o manejo de bacias hidrográficas e permitindo a formulação de um conjunto integrado de ações sobre o meio ambiente, a fim de promover a conservação e utilização sustentável dos recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos (Tonello, 2006).

As bacias hidrográficas dos rios Mundaú e Paraíba do Meio têm por característica possuírem suas nascentes no macrodomo da Borborema, no compartimento elevado Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, classificação dada por Correa et al. (2010) ao subdividirem a Borborema em compartimentos megageomorfológicos. Estes rios se mostram como sendo de elevado nível de importância pois a compreensão de suas dinâmicas geomorfológicas pode contribuir para informações acerca dos seus componentes naturais.

A análise da paisagem tem se tornado, cada vez mais, tema central no âmbito da ciência geográfica. A problemática ambiental, os planejamentos ambiental e urbano, além da gestão dos recursos naturais são questões da ordem do dia. Neste cenário a geomorfologia possui uma gama de métodos e técnicas que podem contribuir para uma melhor compreensão destes pontos e de tantos outros relacionados.

Os rios Mundaú e Paraíba do Meio, possuem níveis de base em lagunas ligadas ao Oceano Atlântico. Esse nível de base é o condicionante para os processos erosivos, controlados pelo clima que influencia na morfogênese das bacias. Para apreender melhor os condicionantes que estruturam e esculturam estas bacias serão aplicados parâmetros morfográficos e modelagem de paleosuperfícies, permitiu desenvolver mapas geomorfológicos em escala variando entre 1:250.000 e 1:100.000.

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise morfométrica e morfográfica da área das bacias dos rios Mundaú e Paraíba do Meio, cartografando características geomorfológicas relevantes para a uma melhor compreensão das dinâmicas geomorfológicas das bacias, aplicando o modelo de identificação de

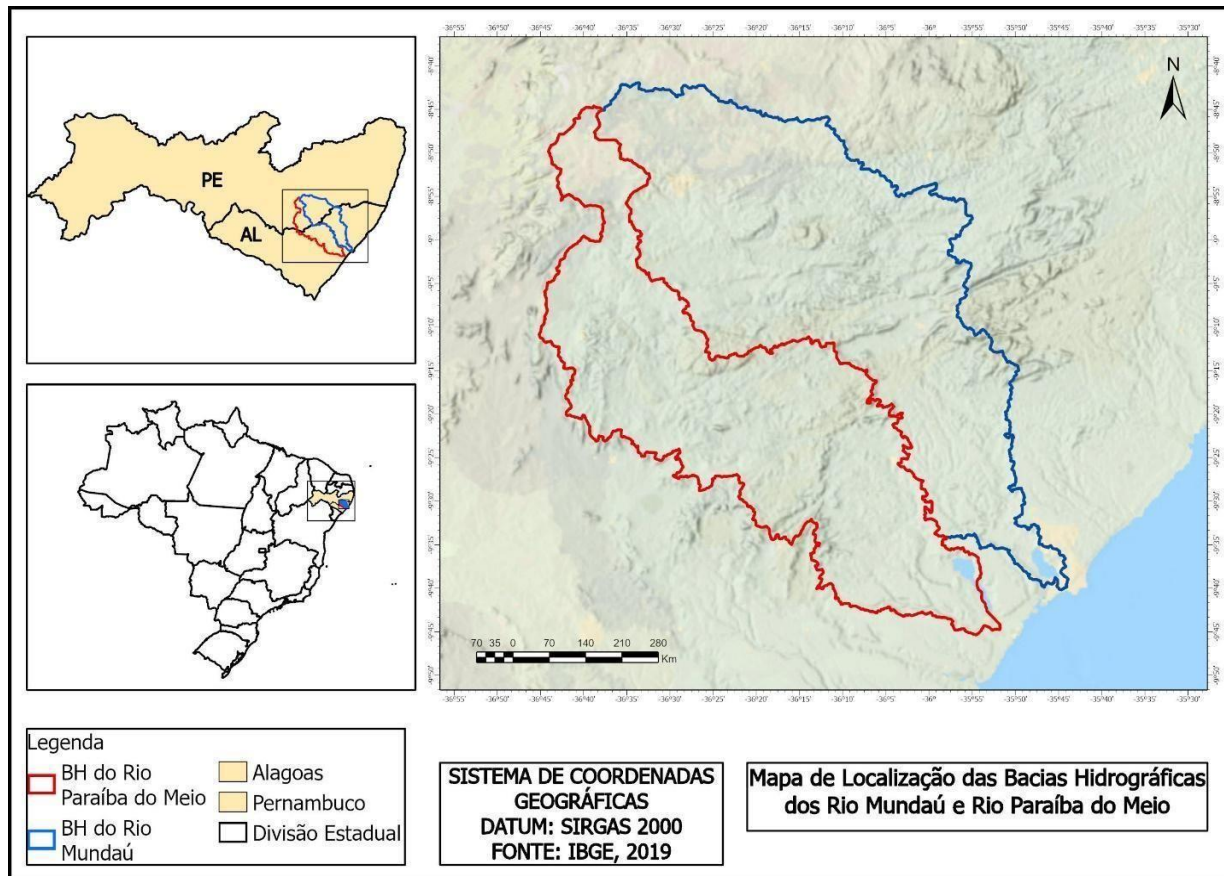
FERREIRA, João Paulo Araújo. **Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios mundaú e paraíba do meio**. 34 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2022.

paleosuperfícies. Buscando compreender a morfogênese das bacias, em uma tentativa de análise comparativa entre as mesmas, visando contribuir para o entendimento da estruturação regional da paisagem das bacias hidrográficas estudadas.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

Mapa 1 - Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas



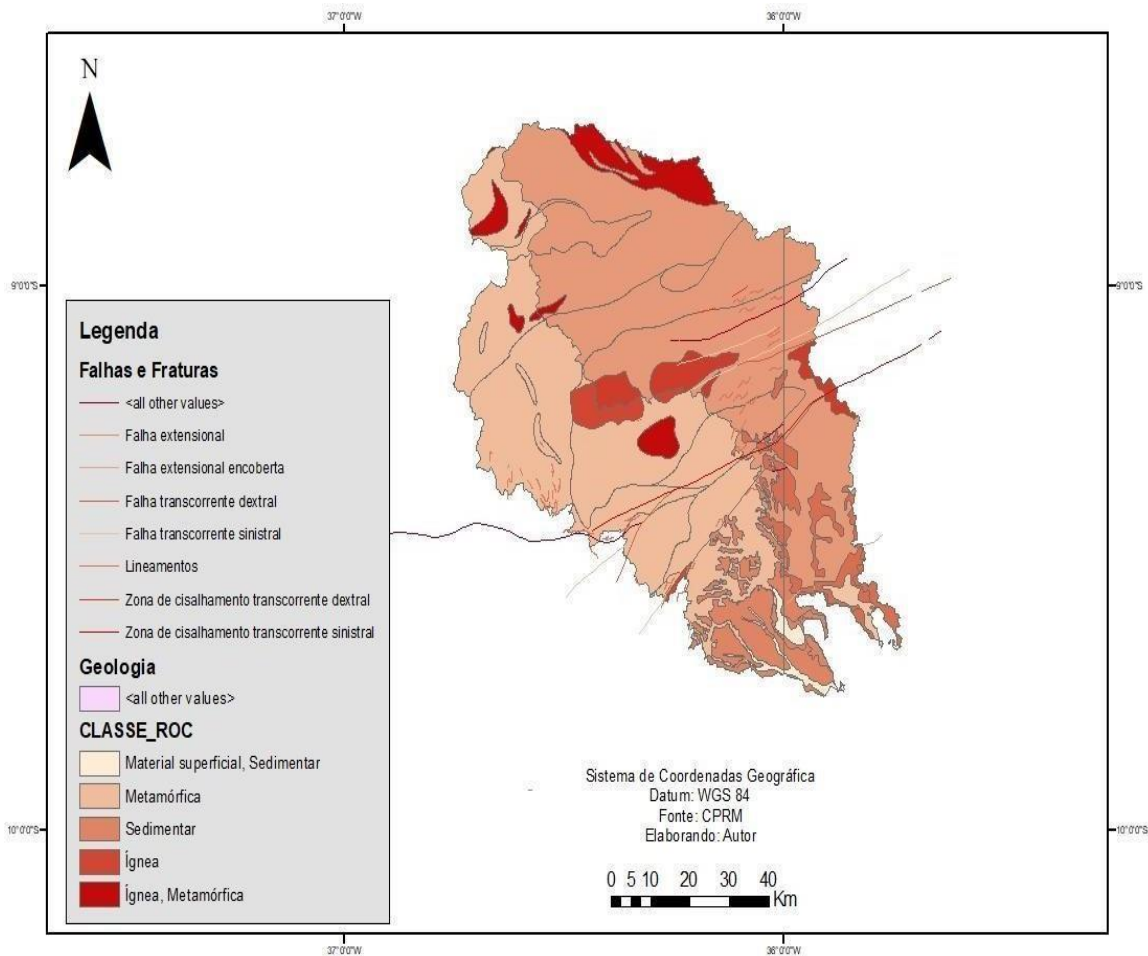
Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

A bacia hidrográfica do Rio Mundaú, localiza-se entre as coordenadas  $08^{\circ} 41' 34''$  e  $09^{\circ} 14' 00''$  de latitude sul, e  $36^{\circ} 03' 36''$  e  $36^{\circ} 37' 27''$  de longitude oeste, possuindo uma área total de  $4.365 \text{ Km}^2$  e perímetro de  $512,07 \text{ km}$ . A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio localiza-se entre os estados de Pernambuco e Alagoas, entre  $8^{\circ} 45'$  e  $9^{\circ} 30'$  de latitude sul, e  $35^{\circ} 55'$  e  $36^{\circ} 50'$  de longitude oeste, possuindo uma área total de  $3.704 \text{ Km}^2$ , tem um perímetro de  $531,33 \text{ km}$ . Ambas possuem, segundo a classificação de Köppen, um clima AS' (Clima tropical quente com chuvas de outono/inverno), com precipitação média anual acima de  $800 \text{ mm}$  em sua maior porção e temperatura média anual superior à  $18^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2 Geologia das bacias hidrográficas dos rios Mundaú e Paraíba do Meio

A partir da análise do mapa geológico, foi possível observar a predominância de rochas metamórficas e sedimentares ao longo das bacias, as formações metamórficas são datadas do proterozoico (paleoproterozoico, mesoproterozoico e neoproterozoico), com abundância de ortognaisses, xistos e granitoides. No centro das bacias é possível encontrar depósitos de rochas ígneas e metamórficas (Granitos e Gnaisses), mais resistentes a ação do intemperismo. É possível identificar uma quantidade grande de falhas geológicas nas partes centrais das bacias e algumas zonas de cisalhamento e falhas como as falhas transcorrentes dextral, falhas transcorrentes sinistral e falhas extensional. Nas partes mais baixas próximas ao nível do mar é encontrada uma abundância de rochas sedimentares devido a entrado na formação barreiras, formação datada do cretáceo, que possui uma abundância de arenitos e conglomerados.

Mapa 2 - Mapa Geológico das BH dos Rios Mundaú e Paraíba do Meio



Elaboração: FERREIRA, J, P, A.  
Fonte: IBGE 2019, CPRM



## **2.3 Procedimentos metodológicos**

### **2.3.1 Levantamento Bibliográfico.**

Para elaboração da pesquisa foi necessário um embasamento teórico usando como base os principais trabalhos construídos sobre as temáticas morfometria e paleosuperfície, feitos em escala regional, usando as metodologias desenvolvidas e testadas na região.

A referida base teórico-metodológica tem alicerces nas propostas de análise morfoestrutural (CORREA, et al. 2010; GURGEL, et al, 2013), na análise morfotectônica (BEZERRA et al, 2008; BROWN et al 2000; TAVARES et al), na aplicação de índices morfométricos e morfográficos em bacias de drenagem (ETCHEBEHERE, et al 2006; MONTEIRO, et al 2014) e na identificação e cartografia de modelados à nível de morfoesculturas (DEMEK, 1972; IBGE, 2009)

### **2.3.2 Coleta de Dados**

Após a etapa de embasamento teórico, foi feita a coleta de dados à serem trabalhados em ambiente GIS (Geographic Information System). O crescimento da capacidade de processamento e armazenamento de dados dos computadores e a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) encontra-se em um estágio no qual é possível trabalhar em extensas áreas com alta resolução espacial, sem perda significativa do tempo de processamento envolvido (GROHMANN, 2008).

Foi utilizado para construção do trabalho em questão, os dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), obtido no banco de dados livre da EMBRAPA. Foi extraído e utilizado o MDE (Modelo Digital de Elevação), das Bacias Hidrográficas do Rio Mundaú e do Rio Paraíba do Meio, dos dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). A utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) em geomorfologia permite o cálculo de variáveis associadas ao relevo com maior precisão.

### **2.3.3 Extração da Rede de Drenagem**

Foi feita a extração da rede de drenagem para assim, iniciar a hierarquização dos cursos d'água de ambas as bacias hidrográficas, com base na metodologia proposta por Strahler (1952), escolhido, pois é um dos métodos mais conhecidos e utilizados para a hierarquização dos cursos d'água. Utilizando o método de Strahler (1952), determinando assim as ordens dos canais (Figuras 1). Essa hierarquização pressupõe que os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segundo ordem surgem da confluência de dois de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem, os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens anteriores.

### **2.3.4 Cálculo de Densidade de Drenagem**

Após a extração da drenagem e a hierarquização das bacias, foi aplicado cálculo de densidade de drenagem, que é obtida usando a equação:  $Dd = \frac{\sum L}{A}$ , sendo ( $\sum L$ ) o comprimento de todos os cursos d'água em km, dividido por ( $A$ ) que é a área total da bacia hidrográfica em  $Km^2$ , obtendo assim ( $Dd$ ), o índice de densidade de drenagem, que classifica as bacias hidrográficas como: Bacias com drenagem pobre =  $Dd < 0,5 Km/Km^2$ , Bacias com drenagem regular =  $0,5 \leq Dd < 1,5 Km/Km^2$ , Bacias com drenagem boa =  $1,5 \leq Dd < 2,5 Km/Km^2$ , Bacias com drenagem muito boa =  $2,5 \leq Dd < 3,5 Km/Km^2$ , Bacias excepcionalmente bem drenadas =  $Dd \geq 3,5 Km/Km^2$ , segundo a definição de Horton (1945).

### **2.3.5 Extração do Índice de Concentração de Rugosidade.**

O passo seguinte foi gerar o ICR Local e Global de ambas as bacias. O ICR é obtido a partir da transformação do modelo digital de elevação (MDE) em valores de declividade calculados em porcentagem, o qual é posteriormente convertido para o formato de pontos (vetorial), armazenando-se como atributo os valores de declividade, e a partir do arquivo de pontos que se torna possível a criação de mapas de densidade de Kernel (Kernel estimator) (AUGUSTIN e SAMPAIO, 2014).

Os ICR Local e Global são divididos em classes de declividades diferentes,

seguindo a metodologia de Augustin (2014). O ICR Local é classificado em Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto, usando um raio de alcance de 564 metros. Já o ICR Global é separado em percentuais de declividade nas classes:

Plano de 0 – 2,5%, Suavemente Ondulado de 2,5 – 6%, Ondulado de 6 – 14%, Fortemente Ondulado de 14 – 30%, Escarpado de 30 – 45%, Fortemente Escarpado 45>%, usando um raio de alcance de 1128 metros. O ICR Global por possuir um raio maior, tem um grau de acurácia menor, sendo melhor utilizado em uma escala maior, mas em conjunto com o ICR Local são dados comparativos de grande relevância para a pesquisa.

### **2.3.6 Criação dos Modelos Tridimensionais das Bacias Hidrográficas**

Os últimos passos para o desenvolvimento da pesquisa, foi a interpolação de pontos cotados da área de estudo, gerando assim curvas de nível em ambiente GIS para a elaboração de um modelo cartográfico tridimensional. Após esse processo foi efetuado a sobreposição da drenagem para a análise da influência dos cursos d'água no relevo em questão, criando a hipsometria das bacias.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

---

### **3.1 Hierarquização dos cursos D'água das bacias hidrográficas e cálculo de densidade de drenagem**

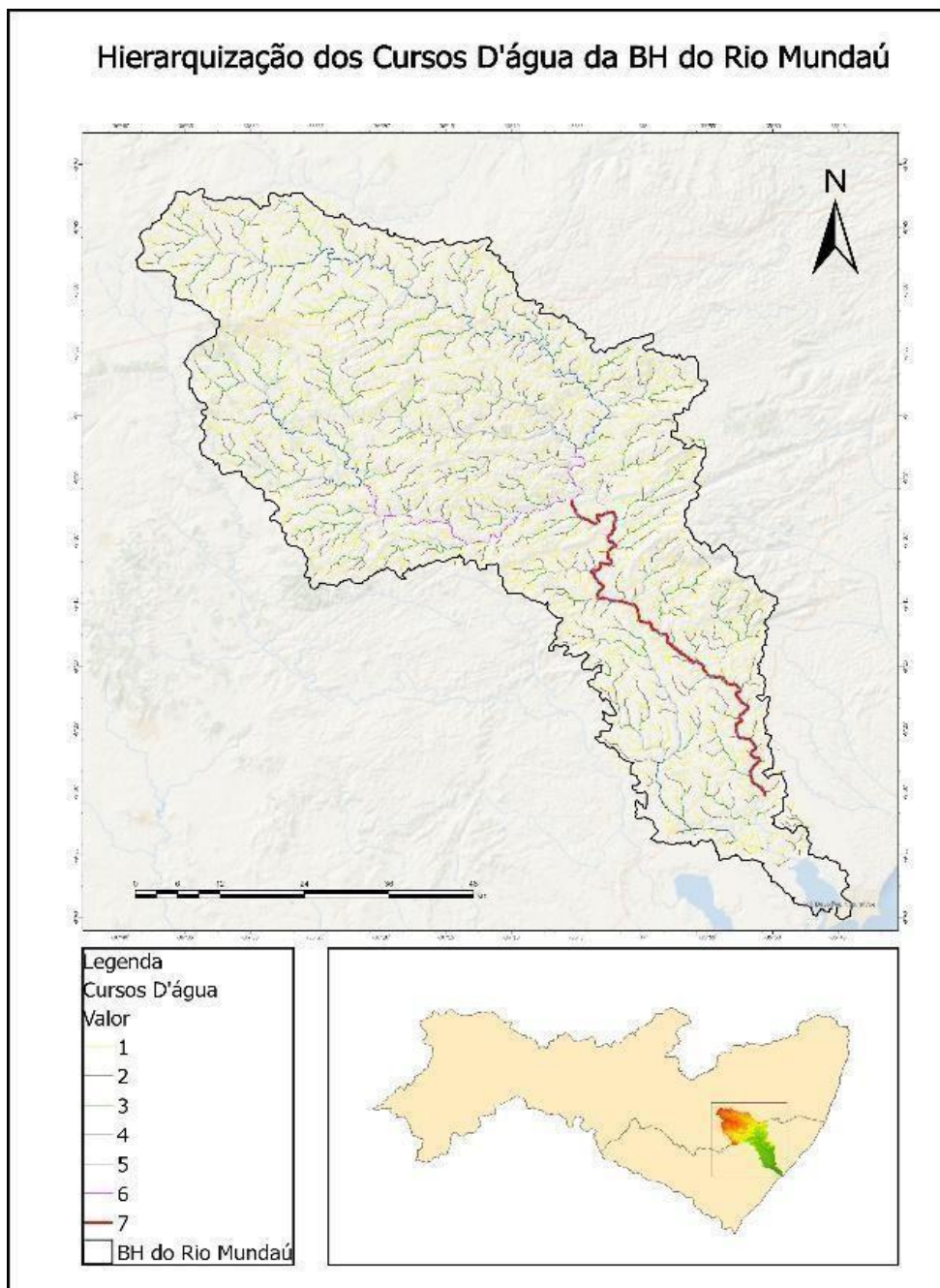
A partir da extração da drenagem das bacias hidrográficas (Mapa 3), pode se observar que, a bacia hidrográfica do rio Mundaú, foi classificada como uma bacia de sétima ordem segundo a classificação de Strahler (1974).

A bacia hidrográfica do rio Mundaú tem um comprimento total de todos os cursos d'água de 4.492 Km e uma área total de 4.365 Km<sup>2</sup>. Utilizando o cálculo de densidade de drenagem, observamos que a bacia hidrográfica do rio Mundaú possui uma densidade de drenagem de 1,02 tornando-a assim uma bacia com densidade de drenagem regular.

A partir da extração da drenagem e hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio (Mapa 4) identificamos que ele é classificado com uma bacia de sexta ordem. A partir de seu comprimento total dos cursos d'água, que é de 3.722 Km e uma área total de 3.704 Km<sup>2</sup> e um índice de drenagem de 1,0,

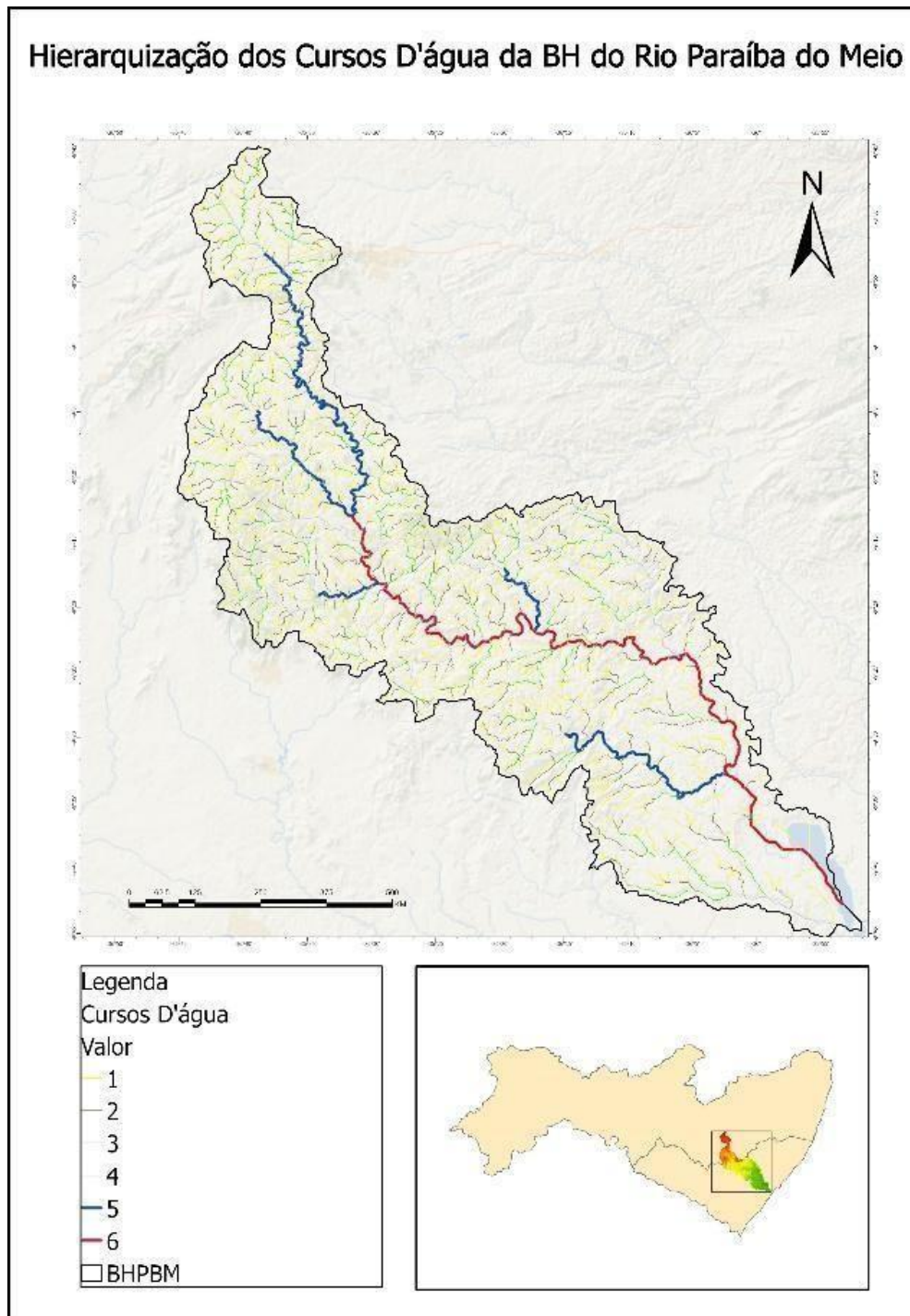
tornando-a também uma bacia com densidade de drenagem regular.

Mapa 3 - Mapa de Hierarquização da BHMD



Elaboração: FERREIRA, J, P, A.  
Fonte: IBGE 2019, SRTM

Mapa 4 - Mapa de Hierarquização da BHPBM



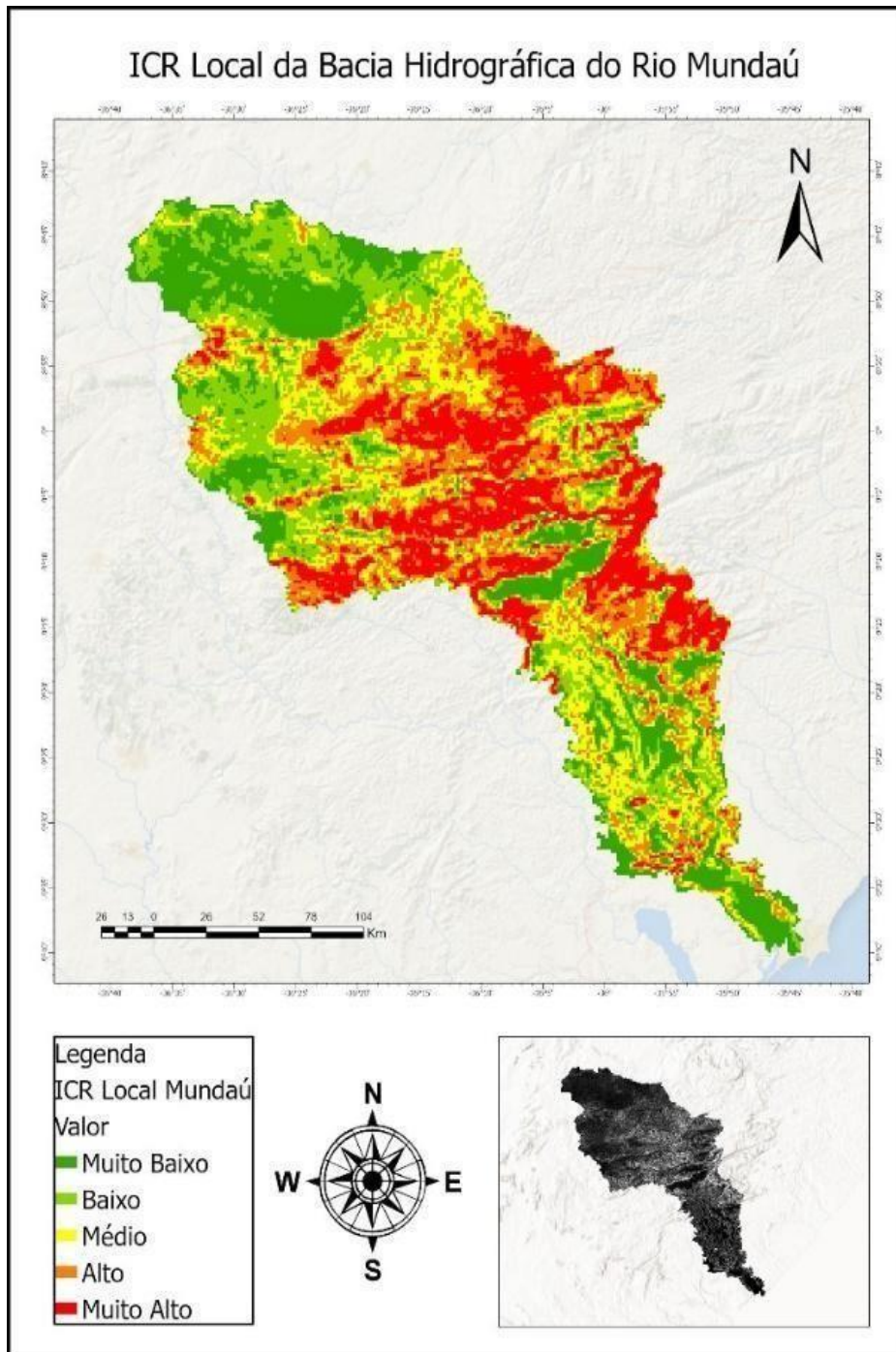
Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

### **3.2 Aplicação do Índice de concentração de rugosidade.**

A extração do ICR Local (Mapas 5 e 6), possui um maior nível de detalhamento, devido ao menor raio de alcance (564 metros), permitiu observar a predominância de relevos classificados como muito baixo e baixo nos extremos das bacias com um aumento na rugosidade do relevo nas partes centrais do mapa, variando de médio há muito alto, esse padrão de relevo é presente em ambas as bacias. Podemos observar que no ICR Global (Figura 3) de ambas as bacias, possui abundância de relevo ondulado (6 – 14%) e fortemente ondulado (14 - 30%), observa-se pequenas áreas de relevo plano (0 – 2,5%) nos extremos das bacias, próximas ao nível do mar e nas partes mais altas. No centro das bacias observamos um relevo Escarpado (30 – 45%) e Fortemente Escarpado (>45%) que é mais presente na bacia hidrográfica do rio Mundaú, já na bacia do rio Paraíba do Meio existe uma melhor distribuição espacial dessas classes de relevos.

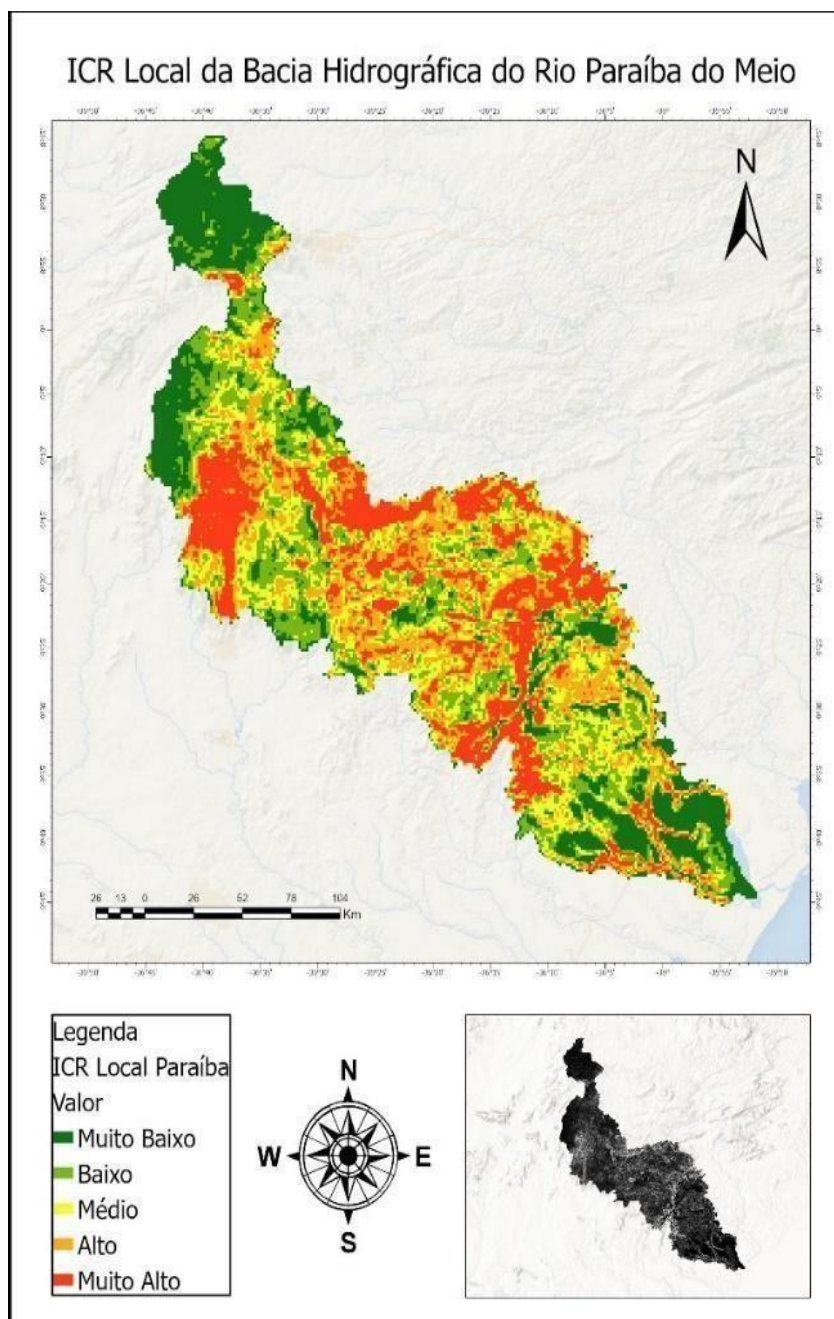


Mapa 5 - ICR Local da BHMD



Elaboração: FERREIRA. J, P, A.  
Fonte: IBGE 2019, SRTM

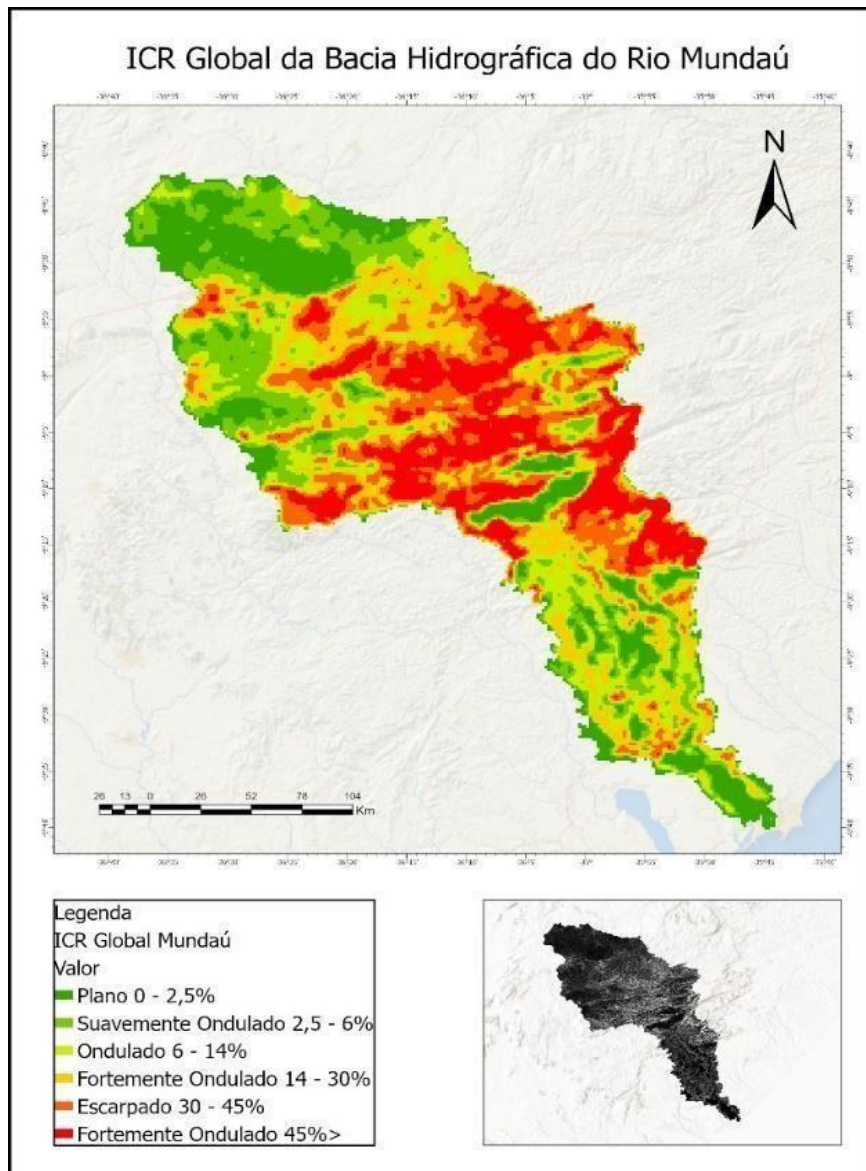
Mapa 6 - ICR Local da BHPBM



Elaboração: FERREIRA. J, P, A.  
Fonte: IBGE 2019, SRTM

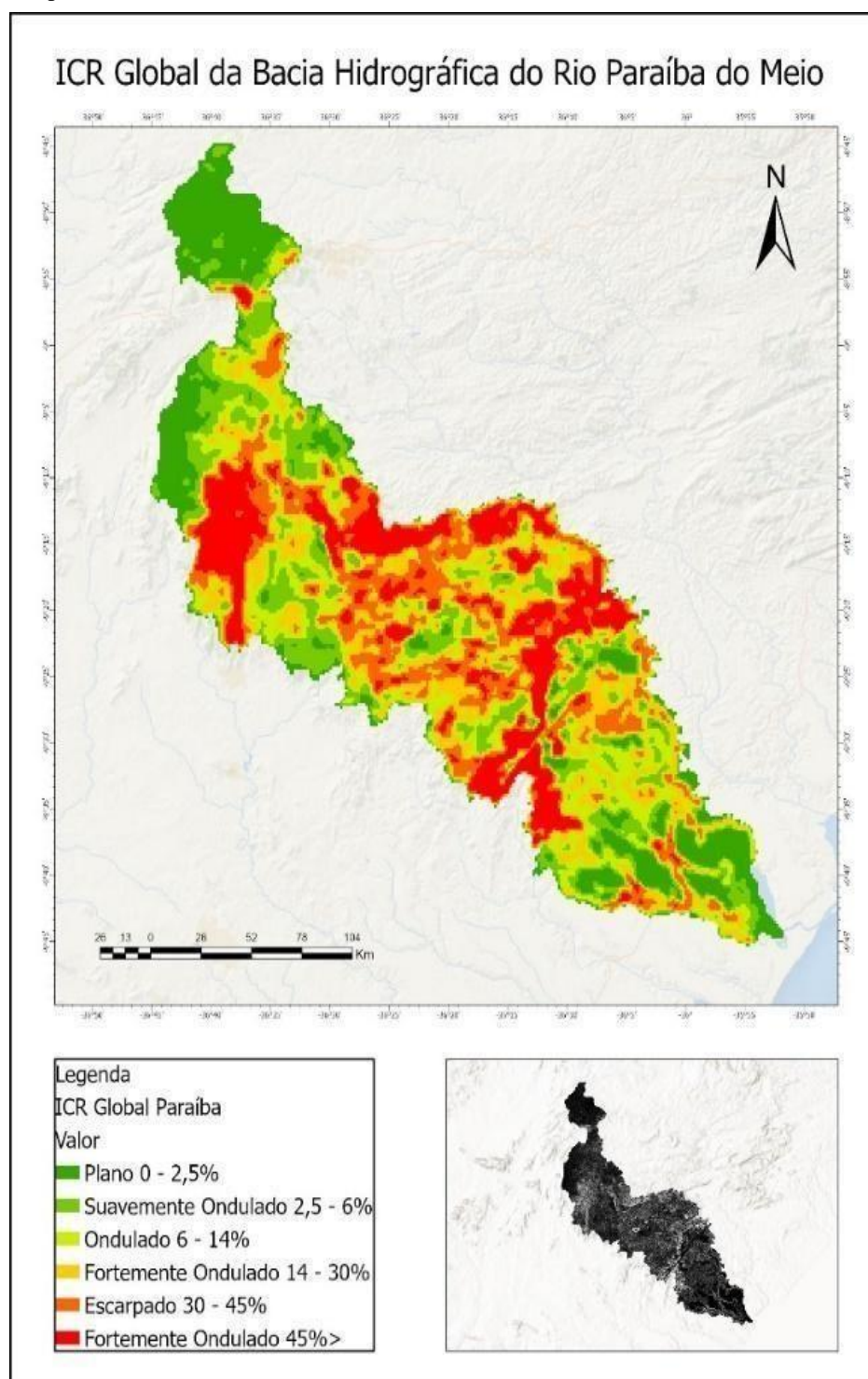


Mapa 7 - ICR Global da BHMD



Elaboração: FERREIRA, J, P, A.  
Fonte: IBGE 2019, SRTM

Mapa 8 - ICR Global BHPBM



Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

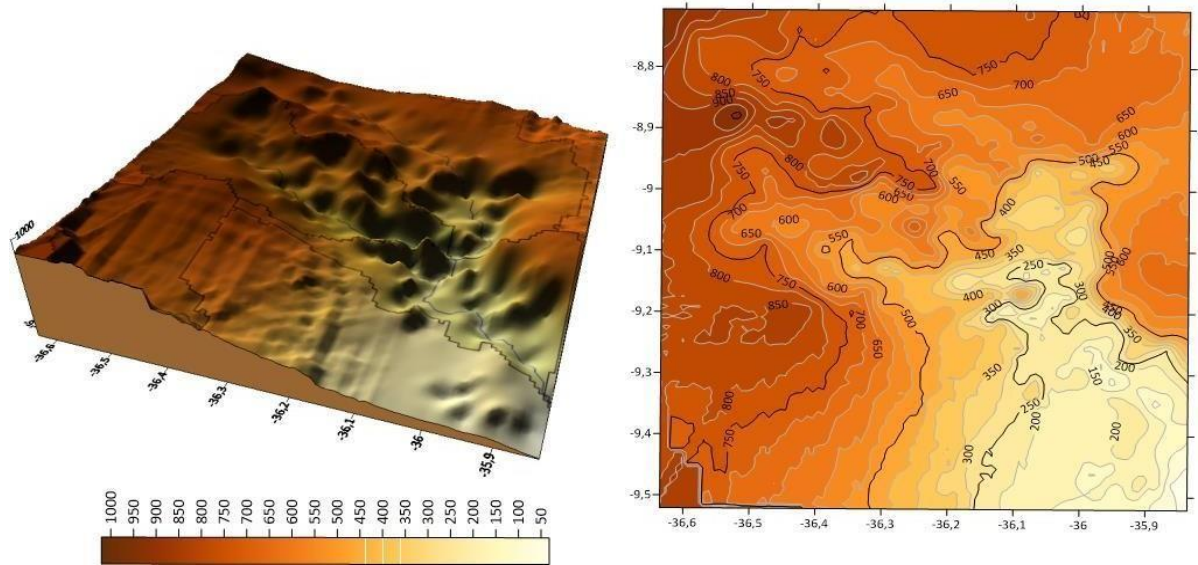
### **3.3 Modelo tridimensional de paleosuperfícies.**

Com base no modelo tridimensional de paleosuperfícies, foram criados 3 setores para melhor identificar as paleosuperfícies. O primeiro foi definido de 1000 a 750 metros, o segundo de 750 a 250 metros, o terceiro e último de 250 ao nível do mar.

O primeiro setor de paleosuperfície das bacias hidrográficas dos rios Mundaú e Paraíba do Meio, fica na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, que faz parte do planalto da Borborema, possuindo um relevo aplainado sendo considerado um Planalto, e possui uma abundância de neossolos e argissolos com algumas partes datadas do neoproterozoico. No segundo setor de paleosuperfícies, no patamar de 750 a 250 metros, algumas partes desse setor ainda estão inserido na cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas. Podemos observar vários pontos onde encontramos relevos resíduas na BHRPBM. Nas cotas de 500 e 250 metros saímos da cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas e entramos na encosta oriental do planalto da Borborema, que possui relevos mais íngremes, nessa porção encontram-se falhas e fraturas geológicas, como falhas extensionais, falhas transcorrentes dextral e falhas transcorrente sinistral e algumas zonas de cisalhamento. No terceirosetor encontramos paleosuperfícies, que vão de 250 até ao nível do mar, a partir dos200 metros temos a transição da encosta oriental do planalto da Borborema para tabuleiros costeiros ou litorâneos, que possui relevo aplainado de origem sedimentarcom abundância de latossolo e argissolo, culminando na bacia sedimentar Sergipe- Alagoas, que tem é datada meso-cenozoico.

Figura 1 - Modelo Tridimensional da BHMD

### Modelo 3D da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú

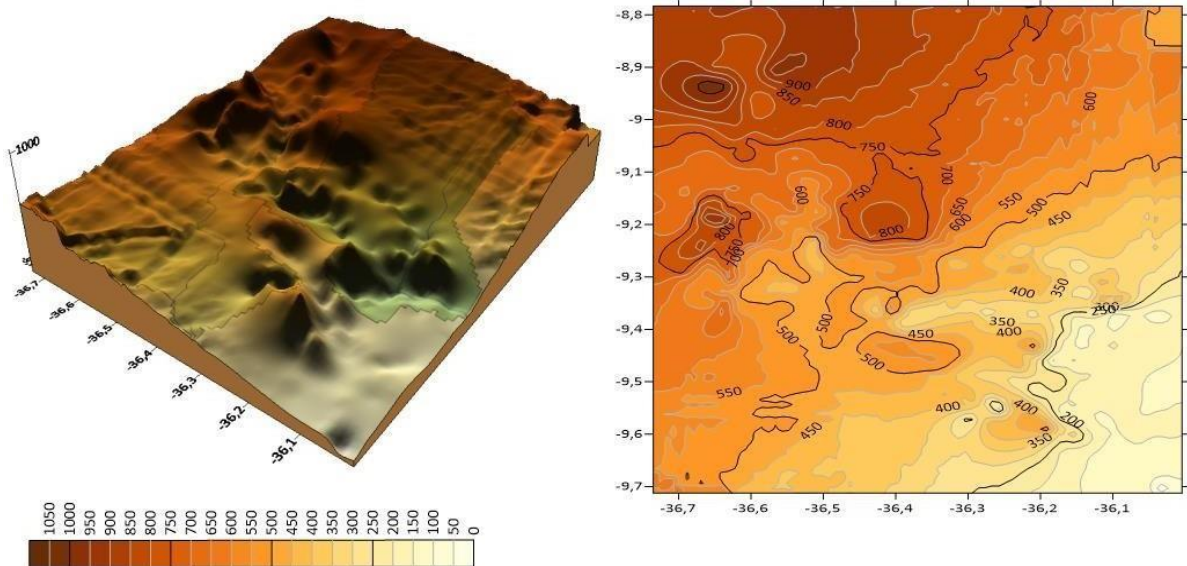


Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: NEQUAT



Figura 5 - Modelo Tridimensional da BHPBM

### Modelo 3D da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio

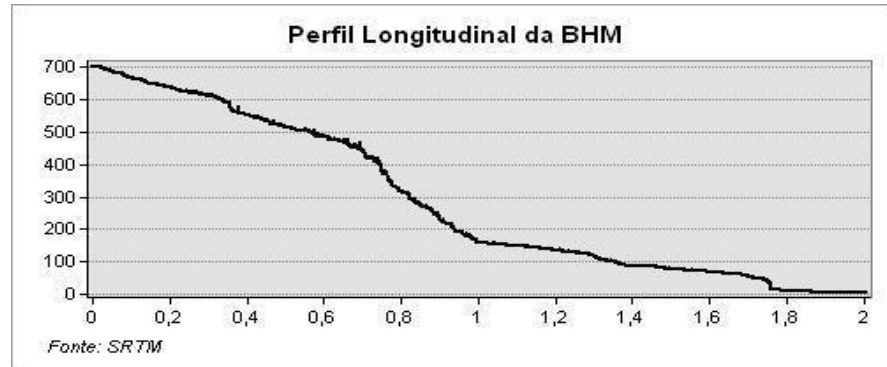


Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: NEQUAT

### 3.4 Extração dos perfis longitudinais

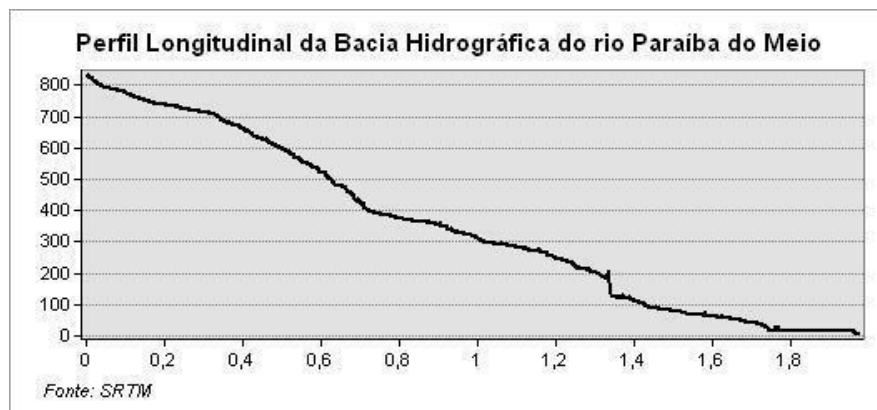
A partir dos perfis longitudinais de ambas as bacias foi possível observar com mais clareza os perfis de quebras (Knickpoint), que indicam mudanças bruscas na declividade da superfície, ou seja, pontos íngremes que possibilitam a maior velocidade dos cursos d'água. Esses knickpoints indicam processos de erosão diferenciado, que causou a mudança nos níveis de base daqueles trechos das bacias(SILVA, 2018).

Gráfico 1 - Perfil Longitudinal da BHMD



Elaboração: FERREIRA. J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

Gráfico 2 - Perfil Longitudinal da BHPBM

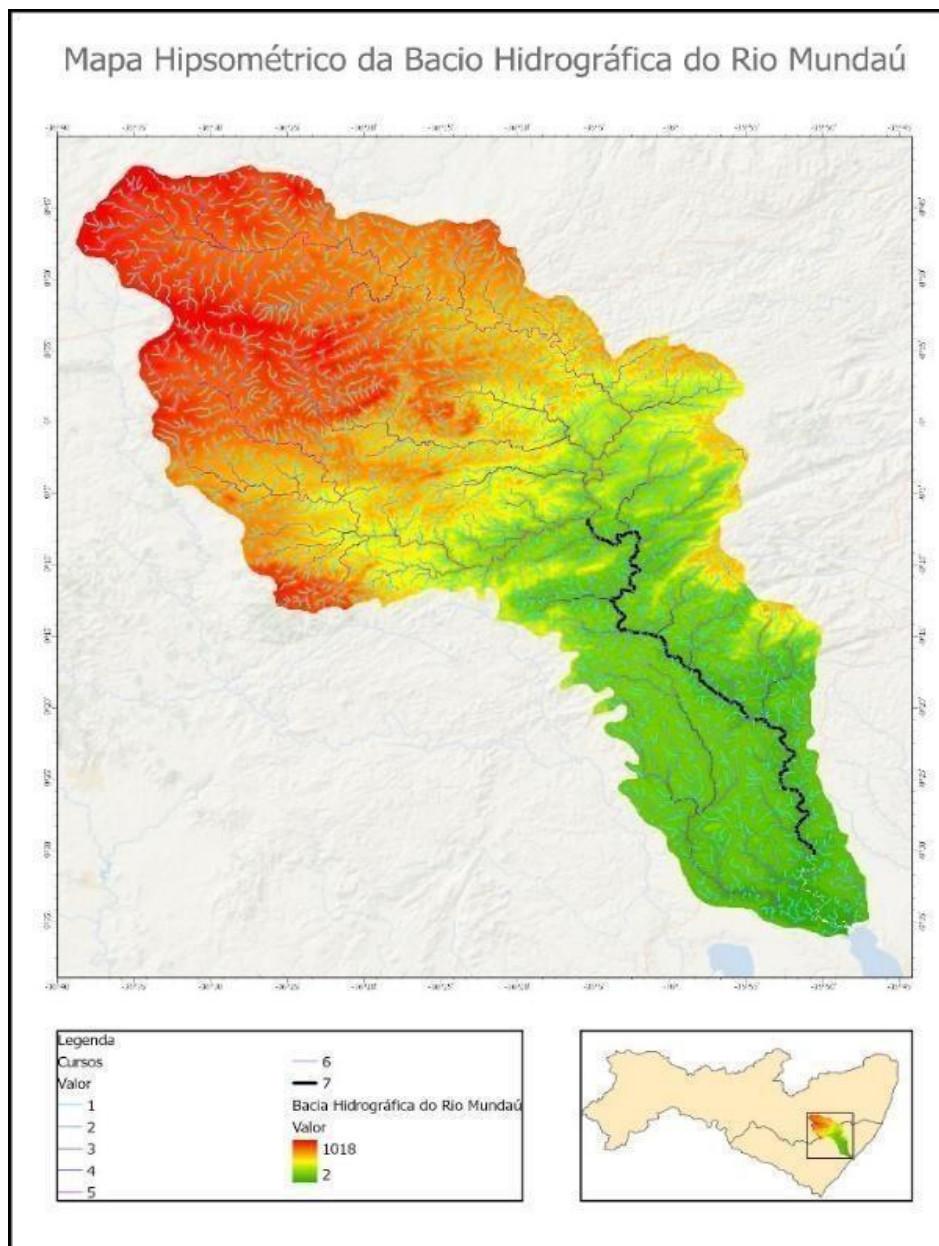


Elaboração: FERREIRA. J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

### 3.5 Criação de mapas hipsométricos

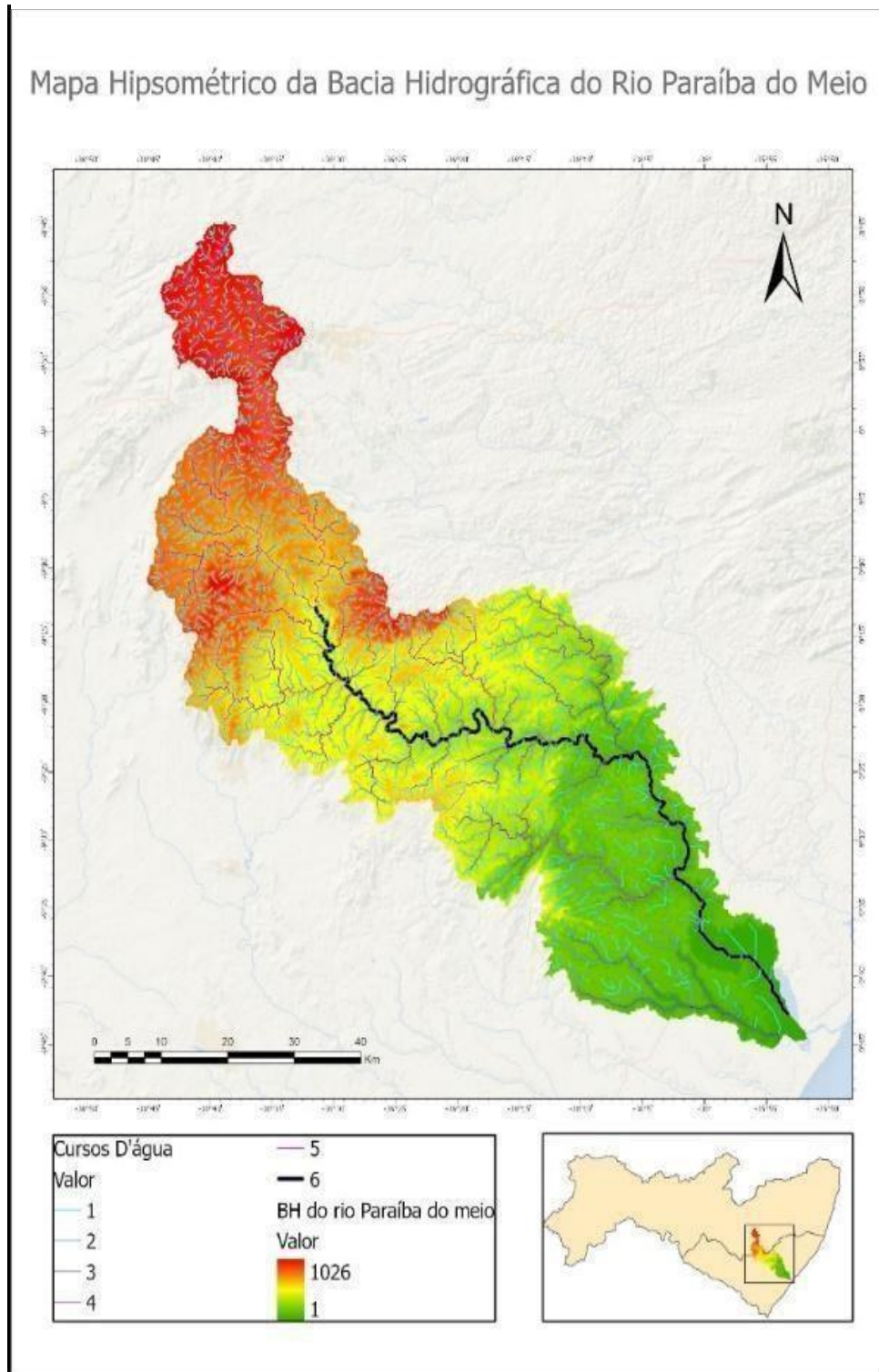
Com base no mapa de hipsometria, junto com a sobreposição da drenagem, percebemos um relevo altamente dissecado nas partes mais centrais, com um alto nível de entalhamento por todo o seu percurso. Com relevos resíduas próximos as bordas e no centro de ambas as bacias, demonstrando uma intensa ação climática como um dos principais fatores de entalhamento do relevo de ambas as bacias.

Mapa 9 - Mapa Hipsométrico da BHMD



Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM

Mapa 10 - Mapa Hipsométrico da BHPBM



Elaboração: FERREIRA, J, P, A. Fonte: IBGE 2019, SRTM



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Ambas as bacias possuem uma dimensão espacial muito similar, a bacia do rio mundaú possui uma área total maior, mas a bacia do rio paraíba do meio possui um maior perímetro. A bacia do Rio Mundaú é classificada como uma bacia de sétima ordem, uma acima da classificação da bacia do rio Paraíba do Meio, que é classificada como uma bacia de sexta ordem. Ambas as bacias possuem densidade de drenagem regular, com a bacia do rio Mundaú tendo um  $Dd= 1,02$  e a bacia do rio Paraíba do Meio possui  $(Dd) = 1,00$ .

A partir do ICR Local e ICR Global, observamos similaridades entre as duas bacias, que mostraram um padrão quase idêntico de rugosidade, com áreas planas e suavemente onduladas nos extremos das bacias e área mais íngremes nos centros das bacias.

Segundo o mapa geológico, na porção central onde temos os relevos mais íngremes, encontramos formação de rochas ígneas (depósitos de granito), mais resistente ao intemperismo, possivelmente um dos fatores condicionantes do relevo acidentado do centro da bacia e algumas falhas e fraturas geológicas indicando uma influência endógena no centro das bacias. A litologia predominante de ambas as bacias é de rochas metamórficas e materiais de superfície sedimentar, com uma transição para rochas sedimentares mais próximos do nível do mar, tendo em vista, que no trecho final as bacias adentramos ao depósito sedimentar Sergipe-Alagoas. Após a definição dos setores, para a análise de paleosuperfícies, observamos os desníveis nas partes centrais de ambas as bacias com mais clareza. Com base no mapa de geologia da área, é possível identificar influência geológica de falhas e zonas de cisalhamento que podem influenciar nos desníveis altimétricos bruscos desses setores das bacias. E os depósitos de rochas ígneas e metamórficas contribuem para um terreno acidentado, pois como são mais resistentes aos intemperismos, dão origem a relevos residuais.

Com base no mapa hipsométrico, junto com a sobreposição da drenagem, percebemos um relevo altamente dissecado nas partes mais centrais, com um alto nível de entalhamento,

com relevos residuais próximos as bordas de ambas as bacias e no centro, resultado das diferenças litológica da área e zonas de falhas geológicas. É possível perceber, analisando os perfis longitudinais, as quebras de patamares, que são frutos das interações entre os processos endógenos, zonas de falhas e a litologia, e os processos exógenos, ações climáticas nos ciclos de formação das bacias hidrográficas.

Fica evidenciado que graças ao contexto de proximidade e clima similar, que as bacias hidrográficas do rio Mundaú e Paraíba do meio, possuem poucas diferenças,

FERREIRA, João Paulo Araújo. **Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios mundaú e paraíba do meio**. 34 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2022.

e uma configuração do relevo muito parecida. Isso é devido a ambas estarem inseridas nas mesmas estruturas geomorfológicas, compartilhando processos de gênese Morfoestrutural e Morfoescultural. Relevo esse que pode claramente ser entendido como possuindo uma correlação entre forças internas (estruturais) e forças externas (climáticas) na elaboração de suas formas, formas essas de necessário entendimento e grande relevância para as comunidades inseridas no curso das bacias hidrográficas e para a gestão dessas bacias hidrográficas e seus recursos hídricos.

## **5 REFERENCIAS**

---

**BEZERRA, F. H. R.; NEVES, B. B. B.; CORREA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.** Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin - the Cariatá trough, northeastern Brazil. *Geomorphology (Amsterdam)*, v. 97, p. 555-582, 2008.

**BULL. W.; MCFADDEN, L.** Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: *Proceedings Vol. of 8th Annual Geomorph. Symp. (Edited by Doering, D.O.)* State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY. 1977, 116-138. 1977.

**CHRISTOFOLETTI, A.** *Geomorfologia*. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2ª edição. 188 pg. 1980.

**CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R.** Megageomorfologia E Morfoestrutura Do Planalto Da Borborema. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo*, 31 (1/2), p.35-52, 2010. DEMEK, J. ed. *Manual of detailed geomorphological mapping*. Brno. 1972.

**DEMEK, J.; KIRCHNER, K.; MACKOVÈIN, P.; SLAVÍK, P.** 2007. The map of morphostructures of the Czech Republic. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 7:5- 14.

**ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.** Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto acidental paulista, SP. *Geociências, São Paulo: UNESP*, v.26, n.3, p.229-247, 2006.

**GERASIMOV, I.P.** 1946. Opyt geologièeskogo strojenija SSSR. *Problemy fizièeskoj geografii*, 12: 33-46.

**GERAMISOV, I. P.; MESCHEIROV, J. A.** Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). *The Encyclopedia of Geomorphology – Encyclopedia of Earth Sciences*. Pennsylvania - Dowden: Hutchinson e Koss Inc., 731-732. 1968.

**GURGEL, S. P. P.; BEZERRA, F. H. R.; CORRÊA, A. C. B.; MARQUES, F. O.; MAIA, R. P.** Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil. *Geomorphology (Amsterdam)*, v. 186, p. 68, 2013.

FERREIRA, João Paulo Araújo. **Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios mundaú e paraíba do meio**. 34 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2022.

**HACK, J.** Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal of Research of the United States Geological Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973. IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p. Disponível em:<  
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>> Acesso em: abril. 2019.

**MESCERJAKOV, J.P.** Les concepts de morphostructure et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. Annales de Geographie, 77(423): 538-552. 1968.

**PENCK, W.** Die morphologische analyse. Ein kapitel der physikalischen geologie. J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart, 283p. 1924. STRAHLER, A.N. Hypsometric (area- altitude) analysis and erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

**TAVARES, B. A. C.; MIRANDA, C. S. DE.; CORRÊA, A. C. B.** Modelo tridimensional de paleosuperfícies do graben do cariatá: uma contribuição ao estudo de superfícies de erosão. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Recife. Anais do VIII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010.

**SILVA, D.G.** Evolução Paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco.

**SILVA da, C. S.** Avaliação das condições hidrogeomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Jaboatão – Pernambuco. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

**SAMPAIO, T. V. M; AUGUSTIN, C. H. R. R.** Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação

FERREIRA, João Paulo Araújo. **Análise morfométrica, morfográfica e modelagem de paleosuperfícies das bacias dos rios mundaú e paraíba do meio**. 34 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2022.

do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo, v.15, n.1, (Jan-Mar) p.47-60, 2014.

**HORTON, R. E.** Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*. v. 56, p. 275-370, 1945.

**IBGE.** Manual Técnico de Geomorfologia. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.  
Disponível em:< <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>> Acesso em: abril. 2019.

**STRAHLER, A. N.** hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topographyyy. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, n. 10, p. 1117-1142. 1952.

**STRAHLER, A. N.** Geografia Física. Barcelona: Omega, 352 p., 1974

**TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. DE; RIBEIRO, C.**

**A. A. S. R.; LEITE, F. P.** Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães – MG. *Revista Árvore*, V.5, N.30, P.849-857, 2006.

**CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, V.**

**M.** Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio debossan, nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, V.30, N.2, P.241-248, 2006.

**TUCCI, C. E. M** Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora UFRGS/EDUSP/ABH,1993.943p.

**VILLELA, S. M.; MATTOS, A.** Hidrologia aplicada: São Paulo: MC Graw-Hill. 1975, 247p

**Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.