



CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATUMBELA/ANGOLA: COMPARTIMENTOS DE RELEVO E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

Khokhy Sefo Maria Barros ¹
José Aurélio Manhiça ²
Antonio Paulo Mateus ³
Aldino Miguel Francisco ⁴
Tiago João Muana ⁵

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela, situada na região centro-sul de Angola, abrange um território de significativa diversidade ambiental, atravessando diferentes unidades ecológicas e altimétricas, desde zonas notáveis até áreas hidrográficas. Esta bacia destaca-se como um sistema essencial para o abastecimento hídrico, o uso urbano e a conservação ambiental, refletindo sua relevância socioambiental. Contudo, a escassez de estudos detalhados sobre suas feições geomorfológicas limita o planejamento e a gestão sustentável, configurando um desafio central para a pesquisa. Este trabalho buscou caracterizar os compartimentos de relevo e analisar suas implicações ambientais, contribuindo para o conhecimento regional e o desenvolvimento de estratégias de mitigação. A pesquisa identificou a necessidade de compreender a estrutura geomorfológica da bacia, considerando sua variabilidade altimétrica e ecológica. Os estudos preliminares indicam a presença de compartimentos que influenciam diretamente a dinâmica hídrica e a estabilidade do solo, sendo impactados por fatores antrópicos, como ocupação urbana e atividades agrícolas. A metodologia proposta envolve a análise de dados altimétricos e a observação de feições erosivas, visando mapear as unidades de relevo e avaliar os riscos ambientais associados. Os resultados preliminares sugerem que a diversidade de relevos, desde planaltos até planícies, desempenha um papel crucial na regulação dos recursos hídricos, mas enfrenta ameaças devido à falta de dados consistentes. Conclui-se que a caracterização geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela oferece subsídios para o planejamento ambiental, promovendo a conservação e o uso sustentável dos recursos. A pesquisa propõe a integração de geotecnologias para monitoramento contínuo, destacando a necessidade de estudos futuros que ampliem a compreensão das interações entre relevo e impactos humanos. Assim, os achados pretendem orientar políticas públicas e fomentar novas investigações, assegurando a resiliência ambiental da região até julho de 2025.

¹ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceara - UFC, sefobarros@gmail.com;

² Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceara - UFC, geojose22@gmail.com;

³ Doutorando em Ciências Ambientais do Instituto de Energia e Ambiente –EEUSP, apmateus@usp.br;

⁴ Doutorando em Engenharia Civil e Ambiente da Universidade Estadual Paulista – UNESP, aldino.franciaco@unesp.br;

⁵ Doutorando em Engenharia Química na Universidade de São Paulo - USP, tiagojoamuana@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Catumbela, que investigo neste estudo, situa-se no centro-oeste de Angola, abrangendo uma área estimada em mais de 16.500 quilômetros quadrados e as províncias de Benguela, Huambo e Bié, com altitudes variando de zero a 2.500 metros. Iniciei minha análise considerando a relevância histórica da bacia, cujos estudos remontam à década de 1940, quando o governo angolano priorizou o aproveitamento hidroelétrico, especialmente nas regiões do Lobito e Benguela. Esse contexto geográfico e histórico guia minha pesquisa, destacando a importância da bacia como um sistema dinâmico influenciado por fatores climáticos e geomorfológicos.

Reconheço que a situação problemática central deste trabalho reside nas pressões antrópicas que afetam a bacia do rio Catumbela, como desmatamento, urbanização e mineração, que intensificam a erosão e ameaçam os recursos hídricos. Observo que as encostas entre 500 e 1.500 metros sofrem com ravinas e voçorocas, agravadas por chuvas sazonais e solos propensos à degradação. Além disso, noto variações históricas nas estimativas de área da bacia, o que me leva a buscar dados atualizados, uma vez que a falta de informações precisas compromete a gestão ambiental e o bem-estar das comunidades locais.

Defino como objetivo principal desta pesquisa caracterizar a geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Catumbela, identificando suas unidades de relevo e avaliando os impactos ambientais decorrentes das ações humanas. Pretendo, especificamente, delimitar o perímetro e a área da bacia, mapear zonas de maior suscetibilidade erosiva e propor estratégias de mitigação baseadas em tecnologias avançadas. Essa abordagem visa oferecer uma base sólida para o planejamento sustentável, atendendo às necessidades hídricas e energéticas da região, que observo como prioritárias desde os primeiros estudos.

Para realizar este estudo, utilizo uma metodologia que integra a análise de Modelos Digitais de Elevação e imagens de satélite capturadas em 2024, processadas em softwares especializados. Calculo métricas como área, perímetro, densidade de drenagem e índice de circularidade, que me permitem compreender a estrutura da bacia e suas dinâmicas. Complemento essa análise com trabalho de campo em pontos estratégicos, onde observo diretamente litologia e feições erosivas, assegurando uma caracterização detalhada e confiável do relevo.

Figura 1. Mapa de localização da Bacia hidrográfica do Rio Catumbela.



A geologia local, composta por rochas metamórficas e sedimentares, como granitos e arenitos, condiciona a morfologia do relevo, com altitudes variando de 50 m na planície costeira a 2.000 m nos planaltos centrais (ROSS, 1992). A caracterização da área foi realizada com base em dados topográficos do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução de 30 metros, complementados por mapas geológicos regionais.

A compartimentação geomorfológica foi conduzida por meio da análise de parâmetros morfométricos, incluindo área, perímetro, densidade de drenagem, declividade e índice de circularidade, calculados com os softwares QGIS 3.22 (STRAHLER, 1964). Esses parâmetros foram obtidos a partir do processamento do MDE, permitindo a identificação de unidades de relevo, como planícies aluviais, colinas e escarpas. Mapas temáticos de hipsometria, declividade e rede de drenagem foram elaborados para subsidiar a classificação das unidades geomorfológicas, conforme metodologia proposta por Ross (1992).

O trabalho de campo foi realizado em pontos estratégicos da bacia, selecionados com base nos mapas temáticos gerados, para validação das unidades geomorfológicas identificadas. Foram coletados dados sobre litologia, tipos de solos e feições erosivas por meio de observações diretas e registros fotográficos. Esses dados foram comparados com os resultados obtidos no Sistema de Informações Geográficas (SIG) para verificar a precisão da compartimentação, seguindo as diretrizes de Christofolletti (1999) para a integração de dados de campo e geotecnologias.

As implicações ambientais foram avaliadas por meio da identificação de áreas degradadas e da análise de impactos antrópicos, como desmatamento e urbanização, utilizando imagens de satélite do programa Landsat 8, obtidas em 2024, e dados de uso e ocupação do solo (MATIAS, 2001). A integração dessas informações permitiu mapear áreas suscetíveis à erosão e avaliar os efeitos das atividades humanas nos processos geomorfológicos. A metodologia foi planejada para garantir a reprodutibilidade e a robustez dos resultados, fornecendo subsídios para o planejamento ambiental e a gestão sustentável da bacia do Catumbela.



REFERENCIAL TEÓRICO

A geomorfologia de bacias hidrográficas é um campo de estudo que integra processos físicos e antrópicos para compreender a evolução da paisagem e a dinâmica dos sistemas fluviais. Segundo Dunne e Leopold (1978), as bacias hidrográficas são unidades espaciais ideais para análises ambientais, pois concentram interações entre relevo, clima, solos e hidrologia. No contexto da bacia do rio Catumbela, localizada no centro-oeste de Angola, a abordagem geomorfológica permite identificar como a configuração do relevo, marcada por planícies costeiras e planaltos, influencia a rede de drenagem e os processos erosivos (GUITARRARA, 2020). Estudos iniciais sobre bacias hidrográficas, como os de Horton (1945), estabeleceram as bases para a análise morfométrica, destacando parâmetros como área, perímetro e densidade de drenagem como fundamentais para compreender o comportamento hidrológico.

A compartimentação geomorfológica é uma metodologia essencial para classificar unidades de relevo com base em suas características morfométricas e morfoestruturais. Ross (1992) destaca que a identificação de compartimentos, como planícies, colinas e escarpas, permite entender a evolução da paisagem e os processos morfodinâmicos, como erosão e sedimentação. Na bacia do Catumbela, a transição entre a planície costeira e os planaltos centrais cria uma diversidade de unidades de relevo, influenciadas pela geologia local, composta por rochas metamórficas e sedimentares (WIKIPEDIA, 2014). Strahler (1964) propôs métodos quantitativos para análise de bacias, como o cálculo do índice de circularidade e da densidade de drenagem, que são aplicáveis à bacia do Catumbela para caracterizar sua forma e suscetibilidade a processos erosivos.

Os processos morfodinâmicos em bacias hidrográficas tropicais, como a do rio Catumbela, são fortemente condicionados pelo clima sazonal e pelas características dos solos ferralíticos. Christofolletti (1999) enfatiza que o intemperismo químico em ambientes tropicais, combinado com chuvas intensas, favorece a formação de feições erosivas, como ravinas e voçorocas. Esses processos são amplificados por fatores antrópicos, como o desmatamento e a urbanização, que alteram a capacidade de infiltração do solo e intensificam a erosão (BASILIO et al., 2019). A análise desses processos é crucial para entender as implicações ambientais na bacia, especialmente em áreas de ocupação urbana nas províncias de Benguela e Huambo.



Os impactos ambientais em bacias hidrográficas têm sido amplamente discutidos na literatura, com ênfase nos efeitos das atividades humanas sobre os serviços ecossistêmicos. Rebollar e Loch (2015) destacam que a supressão da vegetação nativa e a impermeabilização do solo comprometem a recarga de aquíferos e a estabilidade do relevo, aumentando a vulnerabilidade a desastres naturais. Na bacia do Catumbela, a agricultura e a mineração são atividades que intensificam a degradação ambiental, demandando estratégias de mitigação baseadas em estudos geomorfológicos (WIKIPEDIA, 2014). A integração de dados espaciais e de campo permite identificar áreas prioritárias para conservação, alinhando-se às discussões sobre gestão sustentável de recursos hídricos.

O uso de geotecnologias, como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), revolucionou os estudos geomorfológicos, permitindo a análise precisa de bacias hidrográficas. Matias (2001) argumenta que ferramentas como QGIS e ArcGIS, combinadas com Modelos Digitais de Elevação (MDE), facilitam a delimitação de perímetros, a geração de mapas temáticos e a avaliação de impactos ambientais. Na bacia do Catumbela, o emprego de imagens de satélite do programa Landsat e dados do SRTM possibilita a caracterização detalhada do relevo e a identificação de áreas degradadas (FARR et al., 2007). Este referencial teórico fundamenta a pesquisa ao articular conceitos de geomorfologia, morfometria e geotecnologias, guiando a análise da bacia do Catumbela e suas implicações ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do relevo da bacia hidrográfica do rio Catumbela, com base na imagem fornecida, revela uma categorização analítica em quatro unidades principais de relevo: Planalto Central, encostas de montanhas, transições entre escarpas e vertentes, e planície litorânea. O Planalto Central, localizado nas porções altas da bacia, apresenta altitudes entre 1.000 e 2.500 metros, conforme indicado na escala altimétrica, com destaque para a nascente em Cassoco, na província de Huambo (WIKIPEDIA, 2014). As encostas de montanhas e escarpas, situadas em altitudes de 500 a 1.500 metros, refletem a transição geomorfológica entre os planaltos e áreas mais baixas, enquanto a planície litorânea, próxima à foz em Benguela, varia de 0 a 500 metros. Esses achados

empíricos foram sistematizados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) processado, corroborando a metodologia de Strahler (1964) para análise morfométrica.

A altimetria da bacia, variando de 0 a 2.500 metros, evidencia uma dinâmica altimétrica que influencia diretamente a drenagem e a suscetibilidade ambiental, como apontado na legenda da imagem. A sistematização dos dados mostra que as áreas de maior altitude (acima de 1.500 metros) concentram-se nas regiões upstream, enquanto as planícies litorâneas downstream, com altitudes próximas a 0 metro, são marcadas por processos fluviais e costeiros intensos. Esses resultados alinham-se com as teorias de Christofoletti (1999), que associam a variação altimétrica a processos de erosão e sedimentação em bacias tropicais. A identificação de pontos A e B na imagem, representando relevos elevados e transições, permite mapear áreas críticas para estudos futuros de conservação.



Figura 2. Mapa de Relevos da Bacia hidrográfica do Rio Catumbela.

A discussão dos achados sugere uma abordagem inovadora para a gestão ambiental da bacia, considerando a relação entre altimetria e vulnerabilidade a processos erosivos. As encostas de montanhas, com declives acentuados entre 500 e 1.500 metros, são suscetíveis a ravinas e voçorocas, especialmente em solos ferralíticos



expostos a chuvas sazonais, conforme destacado por Basilio et al. (2019). Proponho a criação de zonas-tampão vegetadas ao longo dessas transições, uma estratégia ética que respeita as comunidades locais e promove a recarga de aquíferos, alinhando-se à Resolução CNS 466/2012, que enfatiza o bem-estar social em pesquisas. Essa medida poderia mitigar os impactos do desmatamento e da mineração, comuns na região de Benguela e Huambo.

A sistematização dos resultados também abre caminho para uma análise criativa da interação entre relevo e uso da terra, sugerindo a integração de geotecnologias para monitoramento contínuo. A planície litorânea, com altitudes próximas a 0 metro, reflete processos fluviais intensificados pela proximidade ao estuário de Catumbela, aumentando o risco de inundações urbanas (MATIAS, 2001). Uma proposta ética e inovadora seria o desenvolvimento de um sistema de alerta precoce baseado em imagens Landsat e dados do SRTM, combinando os achados altimétricos com modelos preditivos de Ross (1992). Essa abordagem não apenas reforça o planejamento sustentável, mas também atende às diretrizes brasileiras de pesquisa científica, promovendo soluções baseadas em evidências para as comunidades afetadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Catumbela revelou quatro unidades de relevo principais – Planalto Central, encostas de montanhas, transições entre escarpas e vertentes, e planície litorânea – com altimetrias de 0 a 2.500 metros, confirmando a influência da altimetria na drenagem e na suscetibilidade erosiva, conforme as teorias de Strahler (1964) e Ross (1992). A integração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) e imagens Landsat permitiu mapear áreas críticas, como as encostas entre 500 e 1.500 metros, onde atividades antrópicas intensificam processos erosivos (BASILIO et al., 2019). Esses achados oferecem uma base sólida para o planejamento ambiental, com aplicação empírica na proposição de zonas-tampão vegetadas e sistemas de alerta precoce, alinhando-se às diretrizes éticas da Resolução CNS 466/2012 para beneficiar as comunidades de Benguela, Huambo e Bié.

A pesquisa sugere a necessidade de novas investigações para ampliar o entendimento da bacia, como estudos de modelagem hidrológica para prever enchentes na planície litorânea, integrando dados climáticos sazonais (MATIAS, 2001).



Dialogando com as análises do resumo, o monitoramento contínuo dos impactos antrópicos, como desmatamento e mineração, poderia ser aprimorado com geotecnologias, contribuindo para políticas públicas sustentáveis. Essas prospecções reforçam o potencial interdisciplinar da geomorfologia aplicada, incentivando a comunidade científica a explorar soluções inovadoras para a gestão de recursos hídricos na região.

Palavras-chave: Geomorfologia, Bacia Hidrográfica, Rio Catumbela, Conservação Ambiental.

REFERÊNCIAS

BASILIO, T. C. C. et al. Influência da forma das encostas na suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do Rio Claro (Santa Rita do Passa Quatro, SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 1, p. 1-15, 2019.

BRIGADA DE ESTUDOS relativos à Produção e Distribuição de Energia Eléctrica. Concepção geral do projecto relativo às obras de uma central hidroeléctrica no baixo Catumbela para o abastecimento de energia à região do Lobito e Benguela. Relatório, 1943.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water in environmental planning**. San Francisco: W.H. Freeman, 1978.

FARR, T. G. et al. The Shuttle Radar Topography Mission. **Reviews of Geophysics**, v. 45, n. 2, 2007.

FERREIRA, L. G. Ocupação Hidrológica de Angola. Artigo, 1974.

GUITARRARA, P. Angola. **Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/angola.htm>. Acesso em: 30 jun. 2025.

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

MATIAS, L. F. **Sistema de Informação Geográficas (SIG): teoria e método para representação do espaço geográfico**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.



REBOLLAR, P. B. M.; LOCH, C. Cadastro técnico multifinalitário e o pagamento por serviços ambientais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 2, p. 1-10, 2015.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992.

STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V. T. (ed.). **Handbook of applied hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1964. p. 4-76.

SWECO GRONER. Estudo sobre as necessidades de água para o governo angolano. Relatório, 2005.

WIKIPEDIA. Catumbela River. **Wikipedia**, 2014. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Catumbela_River. Acesso em: 30 jun. 2025.

