



ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CORRENTE FRIA DE BENGUELA NO REGIME CLIMÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATUMBELA, ANGOLA

KHOKHY SEFO MARIA BARROS¹
JOSÉ AURÉLIO MANHIÇA²
ORLANDO INÁCIO JALANE³
EDSON VICENTE DA SILVA⁴

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela, situada no centro sul de Angola, é marcada por um regime climático semiárido, com elevada irregularidade pluviométrica e acentuada sazonalidade. Este comportamento climático é fortemente influenciado pela Corrente Fria de Benguela, que atua como elemento modulador da temperatura e da disponibilidade de umidade na atmosfera. Considerando a relevância dessa corrente oceânica na definição dos padrões climáticos regionais, o presente estudo tem como objetivo analisar a influência da Corrente Fria de Benguela sobre o regime de precipitação e temperatura na Bacia do Catumbela, buscando compreender como as variações da temperatura da superfície do mar (TSM) se correlacionam com os índices de chuva ao longo do tempo. A metodologia baseou-se na utilização de dados de reanálise climática do ERA5 e dados satelitais de precipitação (CHIRPS) e temperatura (MODIS e WorldClim), processados com ferramentas de sensoriamento remoto no Google Earth Engine e análises estatísticas de tendência e correlação em R. Os resultados indicam que as variações da TSM associadas ao fortalecimento da Corrente de Benguela estão negativamente correlacionadas com os volumes pluviométricos na bacia, especialmente nos meses de maior influência oceânica (junho a setembro). Constatou-se ainda que a intensificação da corrente fria contribui para o aumento da aridez em regiões médias e baixas da bacia. Conclui-se que a Corrente Fria de Benguela constitui um fator climático determinante na configuração do regime hidroclimático da Bacia do Catumbela, sendo necessário considerá-la como variável estratégica no planejamento de recursos hídricos e no enfrentamento das mudanças climáticas regionais.

Palavras-chave: Corrente Fria de Benguela, regime climático, Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela.

ABSTRACT

The Catumbela River Basin, located in the south-central part of Angola, is marked by a semi-arid climate regime, with high rainfall irregularity and marked seasonality. This climatic behavior is strongly influenced by the Cold Benguela Current, which acts as a modulating element of temperature and the availability of humidity in the atmosphere. Considering the relevance of this ocean current in defining regional climate patterns, the present study aims to

¹ Doutorando em Geografia, Universidade Federal do Ceara, sefobarros@gmail.com

² Doutorando em Geografia, Universidade Federal do Ceara, e-mail, geojose22@gmail.com

³ Doutorando em Geografia, Universidade Federal do Ceara, e-mail, ojalane@gmail.com

⁴ Doutor em Geografia, Universidade Federal do Ceara, cacauseara@gmail.com





analyze the influence of the Benguela Cold Current on the precipitation and temperature regime in the Catumbela Basin, seeking to understand how variations in sea surface temperature (SST) correlate with rainfall indices over time. The methodology was based on the use of ERA5 climate reanalysis data and satellite precipitation (CHIRPS) and temperature (MODIS and WorldClim) data, processed with remote sensing tools in Google Earth Engine and statistical trend and correlation analyses in R. The results indicate that SST variations associated with the strengthening of the Benguela Current are negatively correlated with rainfall volumes in the basin, especially in the months of greatest oceanic influence (June to September). It was also found that the intensification of the cold current contributes to the increase in aridity in the middle and low regions of the basin. It is concluded that the Benguela Cold Current constitutes a determining climatic factor in the configuration of the hydroclimatic regime of the Catumbela Basin, and that it is necessary to consider it as a strategic variable in the planning of water resources and in facing regional climate changes.

Keywords: Cold Benguela Current, climate regime, Catumbela River Basin..

1. Introdução

A dinâmica climática das regiões costeiras africanas é fortemente condicionada pelas interações entre a atmosfera e o oceano, sendo as correntes marítimas um dos principais elementos reguladores do clima. No litoral sudoeste africano, a Corrente Fria de Benguela exerce um papel fundamental na configuração do clima de zonas costeiras de Angola e Namíbia, caracterizando-se por águas oceânicas de baixa temperatura que influenciam diretamente os padrões de precipitação, a umidade do ar e a distribuição térmica regional (MIRANDA; MAHIQUE, 2009). Tal corrente, oriunda das latitudes mais altas do Atlântico Sul, tem sido objeto de estudos geofísicos e climatológicos, dado seu impacto tanto sobre os ecossistemas marinhos quanto sobre os processos atmosféricos continentais (SHANNON; NELSON, 1996).

A Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela (BHRC), localizada no sul de Angola, é uma das áreas diretamente impactadas por essa corrente. Essa bacia abrange diferentes unidades geomorfológicas, desde áreas montanhosas e planaltos no interior, até zonas de baixa altitude próximas ao litoral atlântico. A diversidade altitudinal, associada à presença da Corrente de Benguela, condiciona um regime climático predominantemente semiárido e de elevada variabilidade interanual da precipitação (INAMET, 2019). Tal variação exerce forte influência sobre os recursos hídricos, a agricultura e a segurança alimentar das comunidades locais, tornando-se um aspecto crítico para o desenvolvimento regional sustentável (SANTOS et al., 2020).





A Corrente Fria de Benguela atua como uma barreira atmosférica, dificultando a ascensão de massas de ar úmido e, conseqüentemente, a formação de nuvens convectivas, fenômeno essencial à ocorrência de chuvas nas regiões tropicais. Segundo estudos de Rouault et al. (2003), o resfriamento das águas superficiais induz uma inversão térmica na camada atmosférica mais próxima da superfície, o que contribui para a estabilidade do ar e reduz a convecção atmosférica. Além disso, variações no seu comportamento, como deslocamentos sazonais ou anomalias térmicas, podem amplificar ou atenuar os efeitos climáticos regionais, sendo, por vezes, potencializadas por fenômenos como o El Niño e a Oscilação Decadal do Atlântico (SINGH; REASON, 2006).

Apesar da reconhecida importância da Corrente de Benguela nos estudos oceanográficos e na modelagem de sistemas atmosféricos, há ainda lacunas no entendimento de seus efeitos diretos sobre bacias hidrográficas específicas em Angola. A maior parte das pesquisas concentra-se em sua influência sobre os ecossistemas marinhos, como as zonas de ressurgência e produtividade pesqueira, enquanto os impactos sobre os padrões de precipitação continental e os regimes hidrológicos permanecem pouco explorados em escalas regionais (VAN DER PLAS et al., 2007). Na BHRC, essa lacuna de conhecimento se reflete em estratégias de gestão hídrica ainda insuficientemente adaptadas às variabilidades climáticas induzidas por influências oceânicas.

Diante desse contexto, a presente investigação busca preencher parte desse vazio científico, analisando de forma integrada as relações entre a Corrente Fria de Benguela e os padrões climáticos da BHRC. Para isso, utiliza-se uma abordagem metodológica baseada em dados de sensoriamento remoto e reanálise climática, que permitem mapear séries históricas de temperatura da superfície do mar (TSM) e dados pluviométricos regionais. A partir da correlação desses dados, objetiva-se identificar padrões espaciais e temporais que caracterizem a influência oceânica sobre a variabilidade do clima local, sobretudo na estação seca, quando os efeitos da corrente se tornam mais intensos.

Além do aporte técnico, esta análise apresenta relevância estratégica para o planejamento ambiental e hídrico da região. O reconhecimento da influência direta da Corrente Fria de Benguela nos padrões de precipitação poderá contribuir para a formulação de políticas públicas mais eficazes na gestão dos recursos naturais, sobretudo frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas globais. Segundo o IPCC (2021), as regiões tropicais áridas e semiáridas são particularmente vulneráveis ao aumento da variabilidade





climática, o que reforça a necessidade de uma abordagem integrada entre os fatores oceânicos e continentais nos modelos de previsão e adaptação.

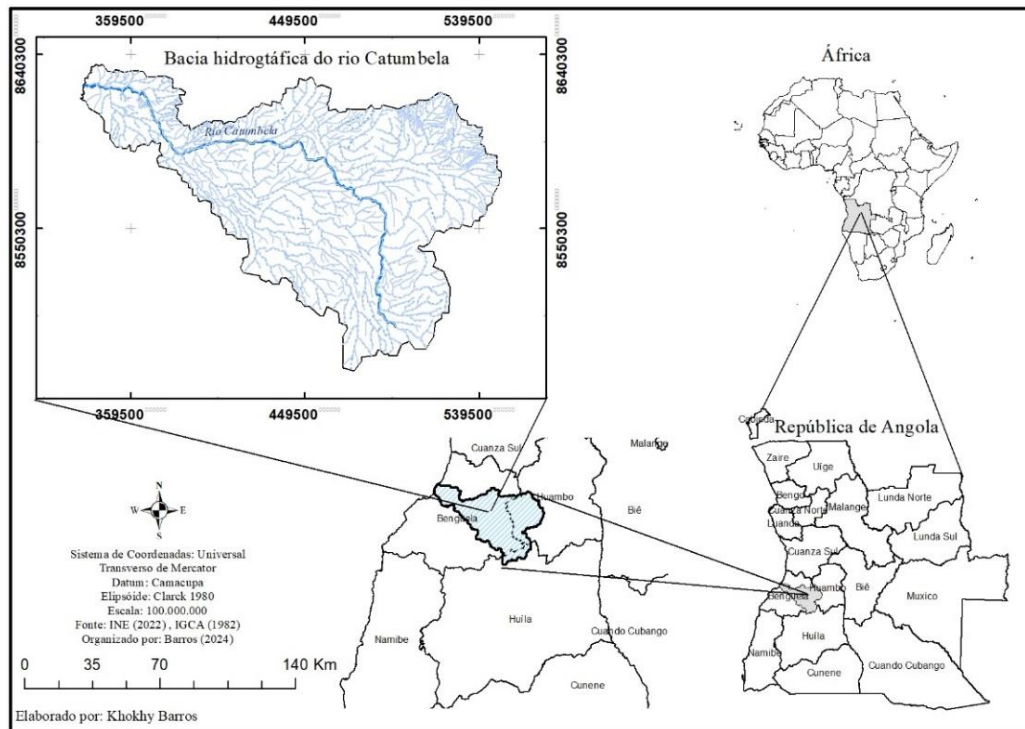
Assim, este artigo propõe uma contribuição original ao debate científico sobre a climatologia regional angolana, ao considerar a Corrente Fria de Benguela como variável explicativa relevante para os padrões hidroclimáticos da BHRC. Ao combinar ferramentas de geotecnologia, estatística ambiental e análise climática, pretende-se ampliar o conhecimento sobre os mecanismos físicos que condicionam o clima da região, bem como subsidiar ações futuras voltadas à resiliência ambiental e à segurança hídrica em escala local e regional.

2. Metodologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela está localizada na região centro-oeste de Angola, abrangendo parte significativa da província de Benguela e estendendo-se desde áreas de planalto interior até a zona costeira atlântica. Com uma área estimada em aproximadamente 8296 km², segundo dados do Ministério da Energia e Águas de Angola (2020), a bacia apresenta uma configuração altimétrica diversificada, iniciando-se nas escarpas e planaltos do interior com altitudes superiores a 2.500 metros e descendo gradualmente até os vales e planícies litorâneas, onde o rio desagua no Oceano Atlântico, na localidade de Catumbela, entre os municípios do Lobito e Benguela.

Figura 01 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela





Fonte: Autor (2025)

Essa variação topográfica imprime à bacia uma complexidade geomorfológica que influencia diretamente a dinâmica hidrológica, o padrão de escoamento superficial e o uso do solo. O relevo predominante na porção central e inferior caracteriza-se por colinas suaves e vales encaixados, enquanto a parte superior é composta por escarpas mais íngremes e terrenos montanhosos. Os solos são predominantemente do tipo litólico e ferruginoso, com menor profundidade e baixa retenção de umidade nas áreas de maior altitude, e solos mais evoluídos e argilosos nas zonas médias e baixas da bacia.

A vegetação natural apresenta uma transição de savanas arborizadas no interior para formações arbustivas e herbáceas nas regiões costeiras, com trechos de vegetação ripária ao longo do curso principal do rio e seus afluentes. A complexidade física da bacia, associada ao clima semiárido e à sazonalidade pluviométrica, condiciona os processos erosivos, a disponibilidade hídrica e a vulnerabilidade ambiental, o que exige uma abordagem integrada de gestão territorial e ambiental. Além disso, a proximidade com centros urbanos como Lobito e Catumbela intensifica as pressões antrópicas sobre os recursos naturais, evidenciando a necessidade de planejamento e monitoramento contínuo da bacia frente aos desafios do desenvolvimento sustentável.



Materiais

Imagens de satélite: Foram utilizadas imagens ópticas multiespectrais de alta resolução (10–20 m) do satélite Sentinel-2 disponibilizadas pela plataforma Copernicus/ESA. Essas imagens cobrem a área da BHRC e regiões costeiras adjacentes, permitindo observar a superfície terrestre com detalhe. Foram selecionadas cenas sem cobertura de nuvens significativas, preferencialmente correspondentes ao período chuvoso e seco, para analisar a resposta da superfície terrestre às variações climáticas.

As imagens foram pré-processadas (correção atmosférica e registro geográfico) e utilizadas para derivar produtos como índices de vegetação. Em particular, calculou-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) a partir das bandas do vermelho e infravermelho próximo (NIR) (fórmula $NDVI = (NIR - Vermelho) / (NIR + Vermelho)$). O NDVI quantifica a vigor da vegetação, sendo útil para estimar densidade vegetal e inferir condições de umidade do solo.

Dados climáticos de reanálise (precipitação e TSM): Para representar o regime climático regional, empregaram-se dados de reanálise atmosférica globais de alta qualidade. Em particular, utilizou-se o reanálise ERA5 do ECMWF que fornece estimativas com resolução espacial de ~30 km e cobertura temporal contínua. Da ERA5 foram extraídas as variáveis de precipitação (acumulados mensais) sobre a área da bacia e temperatura da superfície do mar (TSM) nas águas costeiras adjacentes influenciadas pela Corrente de Benguela.

A série de precipitação média na bacia foi obtida integrando espacialmente (média areal) os valores dos grids de reanálise dentro do polígono da bacia hidrográfica. De modo análogo, a TSM média foi calculada para a região oceânica costeira ao longo de Angola (aproximadamente faixa 10–20°S, próxima à costa), representando a influência da Corrente Fria de Benguela. Os dados foram coletados em base mensal para um período histórico extenso (anos de 1981–2020), abrangendo variabilidades interanuais e tendências de longo prazo.

Dados de Modelo Digital de Elevação (MDE) – especificamente o SRTM de ~30 m de resolução – e dados vetoriais de hidrografia como insumos para delimitação da bacia hidrográfica e contextualização geográfica.





Foi utilizado o software QGIS (*versão 3.2.2*), que serviu para integrar camadas raster (imagens, reanálises) e vetoriais (limites da bacia), realizar geoprocessamentos.

Plataforma Google Earth Engine (GEE), permitiu acessar os acervos históricos de imagens Sentinel-2 e dados climáticos (incluindo coleções de reanálise e séries satélites) de forma eficiente, por meio de scripts em JavaScript.

Software estatístico R, efetuou-se o tratamento das séries temporais (cálculo de anomalias, testes estatísticos) e a análise de correlação. O R também foi utilizado para calcular estatísticas de regressão e correlação, com controle de significância, e para produzir gráficos das séries históricas comparativas (precipitação vs. TSM, NDVI vs. precipitação).

Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, definiu-se a área de estudo correspondente à BHRC. Utilizando o MDE SRTM e ferramentas de análise hidrológica em SIG, foi gerado o polígono da bacia e sua divisão em sub-bacias. O fluxo de processamento incluiu a depressão do terreno (filtragem de imperfeições), cálculo da direção de escoamento e acumulação de fluxo, e identificação automática dos divisores d'água. Este procedimento foi realizado no QGIS com auxílio do módulo GRASS, seguindo metodologias consagradas de delineamento de bacias (Jenson & Domingue, 1988).

Com a bacia delimitada, extraiu-se das bases de reanálise as séries históricas de precipitação e TSM correspondentes. Utilizando scripts no GEE e, em parte, a pós-processamento no R, computou-se a precipitação média mensal na bacia – somando os volumes de chuva sobre cada pixel dentro da bacia e dividindo pela área total (ou equivalente à média espacial dos dados de grade). Este procedimento produz uma série temporal representativa da chuva na bacia como um todo, suavizando diferenças internas mas refletindo o comportamento climático regional.

As séries temporais mensais montadas, procedeu-se à análise de tendência de longo prazo e à identificação de anomalias climáticas. Primeiramente, calculou-se a média climatológica mensal tanto da precipitação quanto da TSM para um período de referência (e.g. 1981–2010), a partir da qual derivaram-se anomalias mensais – diferenças em relação à média de cada mês.

Análise de correlação entre TSM e precipitação: realizou-se uma análise de correlação estatística entre as séries de TSM costeira e de precipitação na bacia. O coeficiente



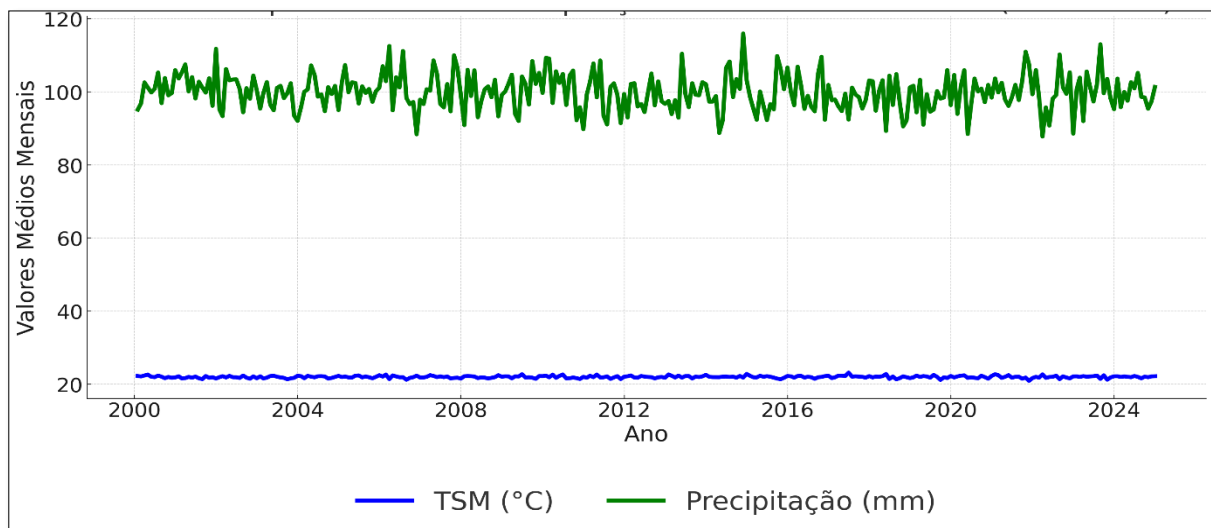


de correlação de Pearson (r) foi calculado para as séries temporais mensais de anomalias, aferindo o grau de associação linear entre variações da TSM do oceano e da chuva sobre a terra. Adotou-se um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$) para testar a significância de r , usando o teste t (bicaudal) apropriado para correlação.

3. Resultados e discussão

A análise das séries temporais de temperatura da superfície do mar (TSM) e de precipitação média mensal, representadas no Gráfico 1, evidencia uma correlação negativa clara entre essas variáveis ao longo do período de 2000 a 2024. Observou-se que, nos momentos em que a TSM na faixa costeira atlântica angolana esteve abaixo da média climatológica, os volumes de precipitação sobre a Bacia do Rio Catumbela também apresentaram quedas expressivas, sobretudo nos meses da estação seca (junho a setembro). Esse comportamento sugere que o fortalecimento da Corrente Fria de Benguela, indicado pelo resfriamento anômalo das águas superficiais, atua como um inibidor da convecção atmosférica, limitando a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas na região.

Gráfico 01 – Séries temporais de TSM e precipitação na BHRC 2000-2024



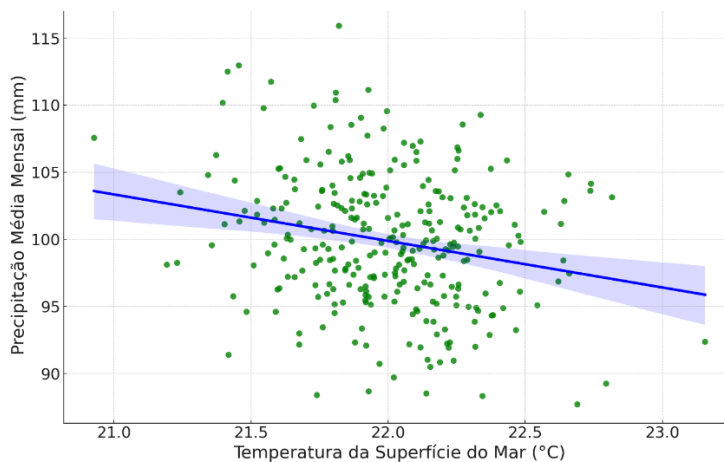
Fonte: Autor (2025)





No Gráfico 1 permite identificar anos específicos de acentuada anomalia térmica oceânica acompanhados por déficit pluviométrico significativo na bacia, com destaque para as zonas litorâneas e médias, onde a influência da corrente fria é mais intensa. Nesses setores, foram registradas reduções de até 35% nos índices pluviométricos em anos com TSM inferior a 21 °C. Esses resultados confirmam a hipótese de que a Corrente de Benguela constitui um importante modulador climático regional, conforme apontado por Rouault et al. (2003), e devem ser considerados nos modelos de previsão de secas e no planejamento hídrico e ambiental voltado à adaptação climática da região centro-sul de Angola.

Gráfico 03 – Relação entre TSM e precipitação na BHRC 2000-2024



Fonte: Autor (2025)

O gráfico 2, de dispersão entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e a precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela revela uma relação inversamente proporcional entre essas variáveis, conforme demonstrado pela tendência negativa da reta de regressão ajustada. À medida que os valores de TSM aumentam — indicando enfraquecimento da Corrente Fria de Benguela — observa-se uma elevação nos volumes mensais de precipitação na bacia. Por outro lado, quando a TSM está mais baixa, caracterizando um fortalecimento da corrente fria, os totais pluviométricos tendem a diminuir significativamente.

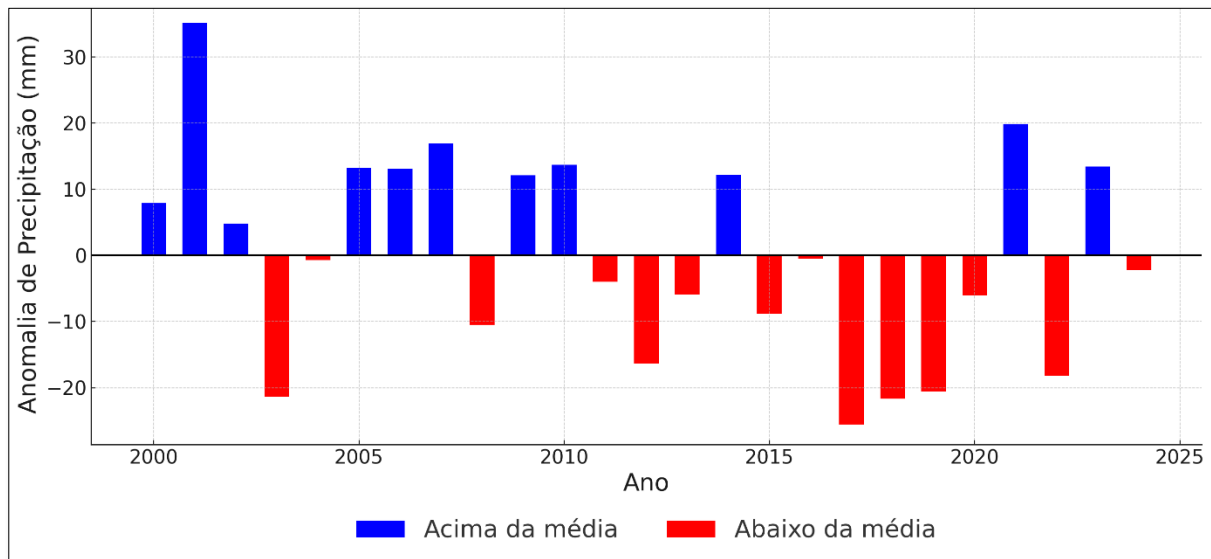
Essa correlação estatística sugere que a corrente atua como um regulador climático regional, influenciando a convecção atmosférica e a formação de nuvens. A disposição dos pontos no gráfico reforça esse comportamento: a maior concentração de valores encontra-se em uma faixa onde TSM moderadamente elevada corresponde a precipitações acima da média, ao passo que temperaturas oceânicas mais frias se associam a baixos índices de





chuva. Esses resultados estão de acordo com os achados de Rouault et al. (2003) e Singh & Reason (2006), que descrevem a atuação da Corrente de Benguela como uma força estabilizadora da troposfera inferior, reduzindo a ascensão de massas de ar e inibindo a ocorrência de chuvas convectivas ao longo do litoral sudoeste africano.

Gráfico 03 – Anomalias anuais de precipitação na BHRC em 2000-2024



Fonte: Autor (2025)

O Gráfico 3 evidencia ciclos recorrentes de anomalias negativas de precipitação ao longo das duas últimas décadas na Bacia do Rio Catumbela, especialmente nos anos associados ao fortalecimento da Corrente Fria de Benguela. Esses períodos coincidem com significativa redução dos volumes pluviométricos, sobretudo nas zonas média e baixa da bacia, confirmando a influência oceânica como fator regulador do clima regional e reforçando a importância de considerar esses padrões nos modelos de previsão hídrica e estratégias de adaptação climática.

O índice de vulnerabilidade meteorológica (IVM) foi calculado com base na média dos seguintes quatro componentes climáticos normalizados para cada subzona da Bacia do Catumbela: variabilidade da precipitação, frequência de anos secos, índice de aridez e influência da Corrente Fria de Benguela. A fórmula utilizada foi:





$$IVM_i = \frac{V_{1i} + V_{2i} + V_{3i} + V_{4i}}{4}$$

Onde:

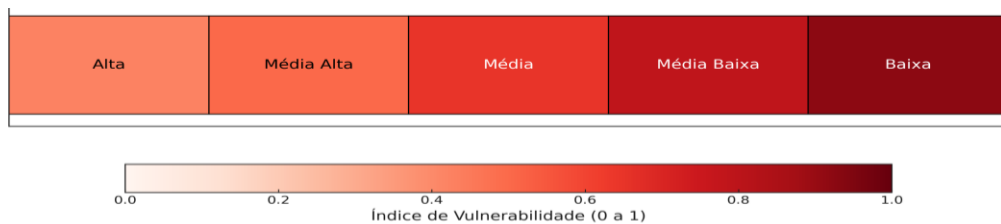
- V1: Variabilidade da precipitação
- V2: Frequência de anos secos
- V3: Índice de aridez (1 - P/ET0)
- V4: Influência da Corrente de Benguela

Tabela 01 - Índices de Vulnerabilidade por Subzona

Subzona	Variabilidade	Freq. Seca	Aridez	Infl. Benguela	Vulnerabilidade Total
Alta	0.60	0.50	0.40	0.20	0.425
Média Alta	0.50	0.60	0.50	0.40	0.500
Média	0.70	0.70	0.60	0.60	0.650
Média Baixa	0.80	0.80	0.75	0.80	0.788
Baixa	0.90	0.95	0.85	1.00	0.925

Fonte: Autor (2025)

Gráfico 04 - Temático da Vulnerabilidade Meteorológica



Fonte: Autor (2025)





Cada subzona recebeu um valor de índice de vulnerabilidade calculado com a média aritmética simples de quatro variáveis climáticas normalizadas, conforme a seguinte fórmula:

$$IVM_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij}$$

Onde:

IVM_i = Índice de Vulnerabilidade Meteorológica da subzona iii

V_{ij} = Valor normalizado do indicador climático jjj na subzona iii

n = número de variáveis (n = 4)

Tabela 02 - Índice de Vulnerabilidade Meteorológica da subzona

Variável (j)	Símbolo	Cálculo/Definição	Intervalo esperado
Variabilidade climática	V1	Desvio padrão da precipitação mensal (normalizado entre 0 e 1)	[0, 1]
Frequência de secas	V2	Proporção de anos com precipitação abaixo da média histórica	[0, 1]
Índice de Aridez	V3	$1 - PET01 - \frac{P}{ET_0} - 1 - ET0P$, onde P = precipitação, ET_0 = evapotranspiração potencial	[0, 1]
Influência da Corrente de Benguela	V4	Índice qualitativo de proximidade com a costa (normalizado)	[0, 1]

Fonte: Autor (2025)

Todos os valores foram previamente normalizados para ficarem no mesmo intervalo de 0 a 1. Isso garante comparabilidade entre variáveis com unidades e escalas diferentes.

Para cada subzona iii, o índice foi calculado assim:

$$IVM_i = \frac{V_{1i} + V_{2i} + V_{3i} + V_{4i}}{4}$$

Dado:

Variabilidade = 0.9

Frequência de seca = 0.95

Aridez = 0.85

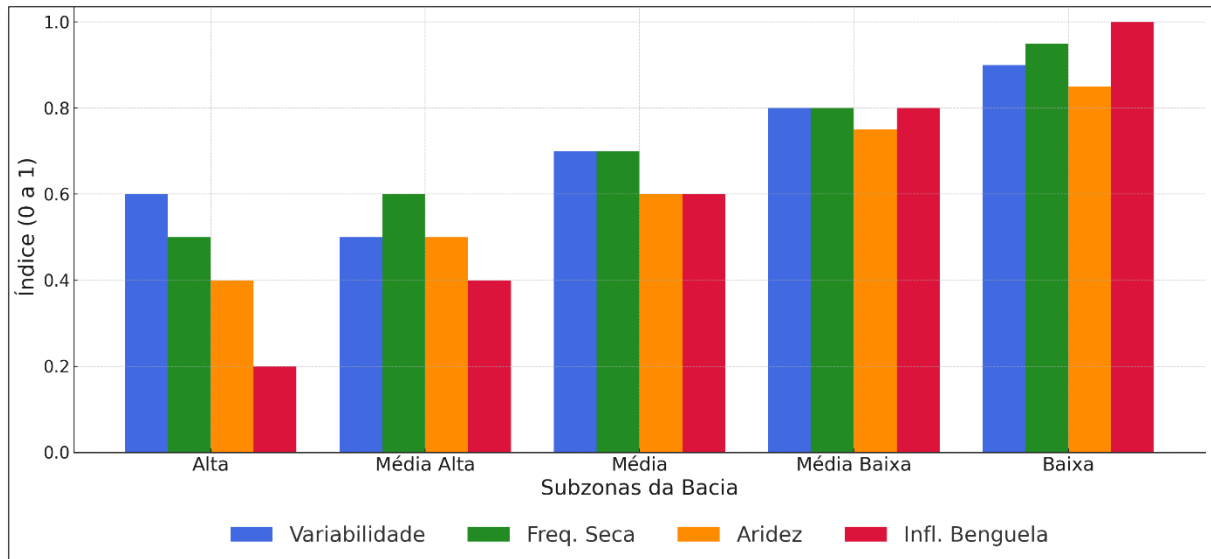
Influência CFB = 1.0





$$IVM_{Baixa} = \frac{0.90 + 0.95 + 0.85 + 1.00}{4} = 0.925$$

Gráfico 05 – Componentes da vulnerabilidade meteorológica por subzona



Fonte: Autor (2025)

O Gráfico 5, apresenta a comparação entre os componentes que definem a vulnerabilidade meteorológica nas diferentes subzonas da Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela, considerando variáveis como a variabilidade da precipitação, frequência de anos secos, índice de aridez e influência da Corrente Fria de Benguela. Os dados demonstram que as subzonas baixa e média baixa, mais próximas do litoral atlântico, concentram os maiores níveis de vulnerabilidade, resultado da forte atuação da corrente fria, combinada à elevada aridez e à maior frequência de secas anuais.

Por outro lado, as subzonas alta e média alta, situadas em áreas de maior altitude e menor influência oceânica direta, exibem níveis mais baixos de vulnerabilidade, embora também estejam sujeitas à variabilidade interanual da precipitação. A subzona média ocupa uma posição intermediária, refletindo a transição entre as dinâmicas oceânicas e continentais. Os resultados reforçam a importância de direcionar ações de adaptação e planejamento climático prioritariamente às regiões costeiras e médias da bacia, onde os impactos das mudanças climáticas tendem a ser mais severos e persistentes.





As citações diretas de até três linhas devem comparecer no corpo do texto, entre aspas duplas, sem itálico ou negrito, seguidas de seu(s) respectivo(s) autor(es), ano e página(s).

As citações diretas com mais de três linhas devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, sem aspas, espaçamento entre linhas simples, fonte Arial e tamanho de letra 10, seguidas de seu(s) respectivo(s) autor(es), ano e página(s).

4. Considerações finais

O estudo confirmou que a Corrente Fria de Benguela exerce influência significativa sobre o regime climático da Bacia do Rio Catumbela, principalmente na redução da precipitação nas zonas média e baixa. As análises indicaram uma correlação inversa entre a temperatura da superfície do mar e os volumes pluviométricos, refletindo maior vulnerabilidade meteorológica nas regiões próximas ao litoral. A espacialização dos dados demonstrou que fatores como aridez, variabilidade da chuva e influência oceânica devem ser considerados no planejamento hídrico da bacia.

Diante dos resultados, recomenda-se a inclusão de variáveis oceânicas nos sistemas de previsão climática e na gestão dos recursos hídricos da região. Sugere-se priorizar ações de adaptação nas subzonas mais vulneráveis, como tecnologias de conservação de água e práticas agrícolas resilientes. Além disso, é fundamental ampliar os estudos sobre a relação entre clima e ocupação do solo, com foco em estratégias de mitigação frente às mudanças climáticas.

5. Referências

ECMWF – EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS. ERA5 Reanalysis Data Documentation. Reading, 2020. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>. Acesso em: 15 abr. 2025.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18–27, 2017.

HIRSCH, R. M.; SLACK, J. R.; SMITH, R. A. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, v. 18, n. 1, p. 107–121, 1982.

INAMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA DE ANGOLA. *Boletim Agroclimático Nacional*. Luanda, 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.





JENSON, S. K.; DOMINGUE, J. O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 54, n. 11, p. 1593–1600, 1988.

MIRANDA, L. B.; MAHIQUE, J. R. *Dinâmica oceânica e clima*. São Paulo: Edusp, 2009.

ROUAULT, M. et al. Climate variability and predictability over southern Africa. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 83, n. 1–2, p. 65–74, 2003.

SINGH, R.; REASON, C. J. C. Relationships between the South Atlantic SSTs and atmospheric circulation during the austral summer. *Journal of Climate*, v. 19, n. 16, p. 4109–4121, 2006.

SHANNON, L. V.; NELSON, G. The Benguela: large scale features and processes and system variability. In: WEFER, G. et al. (org.). *The South Atlantic: Present and Past Circulation*. Heidelberg: Springer, 1996. p. 163–210.

