

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DAS ZONAS ÚMIDAS DO BAIXO CURSO DO RIO CATUMBELA/ANGOLA, SUA RELEVÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ecosystem services of the wetlands of the lower Catumbela/Angola River and their relevance for sustainable development

Khokhy Sefo Maria Barros

Instituto Superior Politécnico de Ndalatando
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7482-9631>
segobarros@gmail.com

José Aurélio Manhiça

Doutorando em Geografia da Universidade Federal do Ceará
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-6826-5908>
geojose22@gmail.com

António Paulo Mateus

Instituto Superior Politécnico de Ndalatando
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0220-6830>
apmateus86@gmail.com

Edson Vicente da Silva

Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5688-750X>
cacauceara@gmail.com

Artigo recebido em junho/2025 e aceito em dezembro/2025

RESUMO

O estudo sobre os serviços ecossistêmicos das zonas úmidas do baixo curso do Rio Catumbela destaca a importância desses ecossistemas na regulação hídrica, na manutenção da biodiversidade e no suporte ao desenvolvimento sustentável. O objetivo foi caracterizar e quantificar os serviços ecossistêmicos fornecidos por essas zonas, como regulação de fluxo, retenção de sedimentos e suporte à biodiversidade. A metodologia envolveu a análise de dados geoespaciais, levantamento de campo, análises laboratoriais de qualidade da água e entrevistas com comunidades locais para compreender o uso dos serviços ecossistêmicos. Os resultados mostraram que as zonas úmidas são estratégicas para a proteção contra inundações e a manutenção da qualidade da água, mas enfrentam ameaças devido à expansão agrícola, à urbanização desordenada e ao descarte inadequado de resíduos. É conclui-se que a conservação das zonas úmidas é essencial para garantir a estabilidade dos ecossistemas e o bem-estar das comunidades locais, especialmente diante das mudanças climáticas e do aumento de eventos extremos. Recomenda-se a implantação de infraestrutura verde, o estímulo à recuperação da vegetação nativa, o controle de ocupações irregulares e a promoção de políticas públicas que incentivem o pagamento por serviços ambientais e a transferência do direito de construção para áreas seguras.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; zonas úmidas; desenvolvimento sustentável; bacia do Rio Catumbela.

ABSTRACT

The study on the ecosystem services of the wetlands in the lower reaches of the Catumbela River highlights the importance of these ecosystems in regulating water, maintaining biodiversity and supporting sustainable development. The aim was to characterize and quantify the ecosystem services provided by these zones, such as flow regulation, sediment retention and biodiversity support. The methodology involved the analysis of geospatial data, field surveys, laboratory analysis of water quality and interviews with local communities to understand the use of ecosystem services. The results showed that wetlands are strategic for flood protection and maintaining water quality, but face threats due to agricultural expansion, disorderly urbanization and inadequate waste disposal. It concludes that the conservation of wetlands is essential to guarantee the stability of ecosystems and the well-being of local communities, especially in the face of climate change and the increase in extreme events. It is recommended to implement green infrastructure, encourage the recovery of native vegetation, control irregular occupations and promote public policies that encourage payment for environmental services and the transfer of building rights to safe areas.

Keywords: Ecosystem services; wetlands; sustainable development; Catumbela River basin.

1. INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos correspondem aos benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas oferecem à sociedade, sendo fundamentais para a manutenção da vida humana e para o desenvolvimento sustentável. Segundo o Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), esses serviços são classificados em quatro categorias: de provisão (como água e alimentos), de regulação (como controle do clima e da qualidade da água), culturais (ligados ao lazer, educação e espiritualidade) e de suporte (como a ciclagem de nutrientes e formação do solo). A preservação desses serviços depende diretamente da integridade ecológica dos ecossistemas, cuja degradação compromete sua funcionalidade e a oferta contínua desses benefícios à população (Teeb, 2010).

No contexto das zonas úmidas, os serviços ecossistêmicos assumem especial relevância, por serem ambientes altamente produtivos e sensíveis, que atuam na regulação hidrológica, recarga de aquíferos, retenção de sedimentos, sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (RAMSAR, 2018). No entanto, essas áreas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta, devido à pressão urbana, agrícola e à alteração dos regimes hidrológicos. De acordo com Davidson (2014), estima-se que mais de 50% das zonas úmidas globais já tenham sido perdidas no último século. Em regiões tropicais, como Angola, essas perdas implicam riscos crescentes de eventos extremos, como inundações e secas, além da diminuição da disponibilidade de água limpa. Assim, proteger e restaurar zonas úmidas é fundamental não apenas para a conservação ambiental, mas também para garantir o bem-estar das comunidades que dependem de seus serviços ecossistêmicos.

As zonas úmidas desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade e na provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação hídrica, sequestro de carbono e suporte à vida aquática. Estudos recentes têm enfatizado a importância desses ecossistemas para o equilíbrio ambiental e o bem-estar humano. Por exemplo, Saldanha (2024) destaca que as áreas úmidas costeiras fornecem serviços ecossistêmicos vitais, incluindo a ciclagem de nutrientes e a proteção contra eventos climáticos extremos. Da mesma forma, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005) ressalta que mudanças nos ecossistemas podem afetar significativamente o bem-estar humano, sublinhando a necessidade de uma gestão sustentável desses ambientes.

De acordo com a Ramsar Convention on Wetlands (2021), as zonas úmidas cobrem aproximadamente 12,1 milhões de km² em todo o mundo, o que equivale a cerca de 6% da superfície terrestre global. Esses habitats, que incluem manguezais, pântanos, turfeiras e lagos, são vitais para a filtragem de água, o controle de inundações e o armazenamento de carbono, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. No entanto, o Global Wetland Outlook da Ramsar alerta que cerca de 35% das zonas úmidas foram perdidas desde 1970 devido a atividades humanas, como urbanização, agricultura e poluição (RAMSAR CONVENTION, 2018). Essa perda representa uma ameaça significativa não apenas para a biodiversidade, mas também para as comunidades humanas que dependem desses ecossistemas para sua subsistência e segurança hídrica. Portanto, a conservação e a restauração das zonas úmidas são urgentes e devem ser priorizadas em políticas globais de sustentabilidade.

Segundo a Ramsar Convention on Wetlands (2021), o continente África abriga cerca de 131 milhões de hectares de zonas úmidas, incluindo áreas icônicas como o Delta do Okavango, em Botsuana, e o Lago Chade, que sustenta milhões de pessoas em quatro países. Esses ecossistemas são vitais para a regulação climática, o armazenamento de carbono e o fornecimento de água doce. No entanto, como destacado por Rebelo, Finlayson e Nagabhatla (2018), as zonas úmidas africanas enfrentam pressões crescentes, como a drenagem para agricultura, a poluição e os impactos das mudanças climáticas, resultando na perda de aproximadamente 50% dessas áreas nas últimas décadas. Essa degradação não só ameaça espécies endêmicas, como também compromete a segurança alimentar e hídrica de comunidades que dependem diretamente desses recursos. Portanto, a implementação de políticas de conservação e o uso sustentável desses ecossistemas são essenciais para garantir a resiliência ambiental e socioeconômica do continente.

Estudos realizados em outras regiões da África têm destacado a importância das zonas úmidas na provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, especialmente em áreas onde comunidades dependem diretamente desses ambientes para água, pesca e agricultura. Em Uganda, por exemplo, pesquisas de Kaggwa *et al.* (2009) mostraram que a degradação de zonas úmidas próximas ao Lago

Victoria resultou na perda de serviços de regulação hídrica e aumento da vulnerabilidade das populações rurais. Já no delta do Níger, Adekola e Mitchell (2011) documentaram como o uso não sustentável e a expansão de atividades agrícolas e extrativistas impactaram negativamente os serviços de provisão e de regulação, comprometendo o bem-estar das comunidades locais.

Na África Austral, Rebelo, Finlayson e Nagabhatla (2009) aplicaram técnicas de sensoriamento remoto para mapear zonas úmidas e quantificar mudanças na cobertura do solo em áreas úmidas da África do Sul e Zâmbia, reforçando a utilidade dos dados geoespaciais para subsidiar políticas de conservação. Esses estudos demonstram que, assim como no baixo curso do rio Catumbela, muitas zonas úmidas africanas enfrentam pressões semelhantes, como expansão agrícola, ocupação urbana e alterações no regime hidrológico. A comparação entre essas experiências destaca a urgência de integrar o valor dos serviços ecossistêmicos ao planejamento territorial, como estratégia para promover o desenvolvimento sustentável em contextos vulneráveis.

No contexto africano, a região do Okavango tem sido objeto de estudos que evidenciam a função estabilizadora das zonas úmidas na regulação dos fluxos hídricos e na manutenção da biodiversidade. O projeto The Future Okavango (2013), buscou gerar conhecimentos científicos para apoiar uma gestão integrada e sustentável dos serviços ecossistêmicos na região, destacando a importância das zonas úmidas na estabilização dos fluxos hídricos e no suporte à biodiversidade local. Esses achados reforçam a relevância de pesquisas focadas em zonas úmidas em diferentes contextos geográficos, incluindo a bacia hidrográfica do rio Catumbela, em Angola.

A Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela (BHRC), localizada na província de Benguela, Angola, é caracterizada por uma diversidade de ecossistemas, incluindo zonas úmidas de grande importância ecológica. No entanto, há uma carência de pesquisas que abordem de forma abrangente os serviços ecossistêmicos prestados pelas zonas úmidas dessa bacia, especialmente no que tange à sua contribuição para o desenvolvimento sustentável local.

A região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Catumbela enfrenta desafios ambientais significativos, resultantes de atividades antrópicas como a expansão agrícola, a urbanização desordenada e a exploração de recursos naturais. Essas ações têm levado à degradação das zonas úmidas, comprometendo sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais. Além disso, a falta de políticas públicas eficazes e de conscientização ambiental entre as comunidades locais agrava a situação, colocando em risco a sustentabilidade dos recursos naturais e o bem-estar das populações que dependem desses ecossistemas.

Diante desse cenário, torna-se imperativo compreender quais serviços ecossistêmicos são fornecidos pelas zonas úmidas do baixo curso do rio Catumbela e como eles contribuem para o desenvolvimento sustentável da região. Estudos que avaliem a provisão desses serviços podem

fornece subsídios para a implementação de estratégias de conservação e uso sustentável, alinhadas às necessidades socioeconômicas das comunidades locais. Além disso, a identificação dos serviços ecossistêmicos pode auxiliar na elaboração de políticas públicas que promovam a valorização e a proteção desses ambientes, garantindo a manutenção dos benefícios que eles proporcionam.

O objetivo deste pesquisa foi de caracterizar e quantificar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas zonas úmidas do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Catumbela, ressaltando sua importância para a economia local e a conservação ambiental. A pesquisa buscou identificar os principais serviços fornecidos por esses ecossistemas, como regulação hídrica, suporte à biodiversidade, sequestro de carbono e provisão de recursos naturais. Além disso, serão analisadas as interações entre as comunidades locais e as zonas úmidas, visando compreender como o uso desses serviços influencia o desenvolvimento sustentável da região.

O estudo dos serviços ecossistêmicos nas zonas úmidas do baixo curso do Rio Catumbela oferecerá importantes contribuições para a sociedade ao evidenciar o papel essencial desses ambientes na provisão de água doce, regulação de inundações, conservação da biodiversidade e suporte à agricultura local. Essas zonas atuam como amortecedores naturais frente a eventos climáticos extremos e funcionam como filtros ecológicos que melhoram a qualidade da água, beneficiando diretamente as populações ribeirinhas e urbanas da região de Benguela.

Além dos benefícios ambientais, os serviços culturais e paisagísticos associados às zonas úmidas fomentam o turismo ecológico e fortalecem os laços comunitários com a natureza. Reconhecer e quantificar esses serviços permite integrar o valor ecológico ao planejamento territorial, promovendo decisões mais equilibradas entre conservação e uso dos recursos naturais. Assim, os estudos sobre esses serviços no baixo Catumbela são estratégicos para orientar políticas públicas voltadas à gestão sustentável da bacia, contribuindo para a segurança hídrica, a resiliência ambiental e o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6, 13 e 15).

2. METODOLOGIA

A BHRC, limitada com forma a divisão política administrativa pelas províncias de Huambo, Huíla e maioritariamente o seu corpo hidrográfico pela província de Benguela em Angola, é uma importante via fluvial com um comprimento aproximado de 240 Km² e uma extensão fluvial de 150 Km. A zona úmida do rio Catumbela.

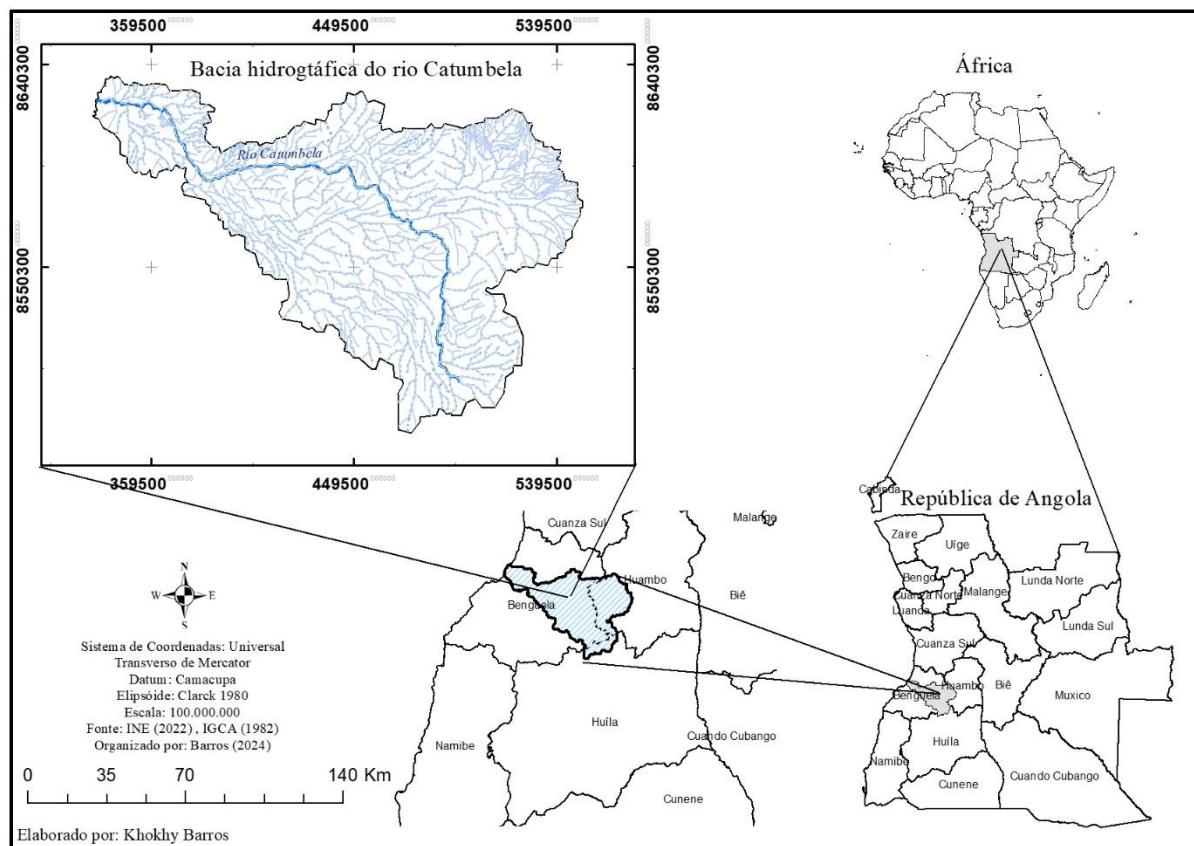


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Catumbela.

Fonte: Autoria própria

2.1. Materiais e Métodos

Para a análise da zona úmida do rio Catumbela, foram utilizados diversos materiais e métodos, integrando técnicas de sensoriamento remoto, análises laboratoriais e levantamentos de campo. Como base cartográfica, foram utilizadas Cartas Topográficas na escala 1:50.000, fornecidas pelo Instituto Geográfico de Angola, que permitiram a delimitação precisa da área de estudo e a identificação de feições geomorfológicas. Complementarmente, foram empregados Mapas Fitogeográficos e Mapas de Rede Hidrográfica, obtidos a partir de bases de dados do Ministério do Ambiente de Angola, para caracterizar a vegetação e a dinâmica hídrica da região.

Dados geoespaciais de satélites Sentinel-2, cobrindo um período de 23 anos (2000-2023), foram processados e analisados por meio de softwares QGIS vs 3.4.1, seguindo metodologias padronizadas para classificação de uso e cobertura do solo, conforme descrito por Rebelo, Finlayson e Nagabhatla (2018).

Adicionalmente, foram realizadas campanhas de campo para coleta de amostras de água e solo em pontos estratégicos ao longo do Rio Catumbela e suas áreas alagadas. As amostras foram analisadas em laboratório para determinar parâmetros físico-químicos, como pH, condutividade

elétrica e concentração de nutrientes, seguindo os protocolos estabelecidos pela American Public Health Association (APHA, 2017).

Para complementar a análise, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com comunidades locais, visando entender as pressões antrópicas e os impactos socioeconômicos sobre a zona úmida. Essa abordagem integrada foi inspirada em estudos como os de Davidson (2014), que destacam a importância de combinar técnicas quantitativas e qualitativas para a avaliação de ecossistemas úmidos.

2.2. Processo Metodológico

O processo metodológico adotado neste estudo foi estruturado em quatro etapas principais: (i) preparação da base cartográfica e integração de dados secundários; (ii) coleta e processamento de dados geoespaciais e físico-químicos; (iii) análise socioeconômica com abordagem qualitativa; e (iv) classificação e avaliação dos serviços ecossistêmicos.

A base cartográfica foi elaborada a partir de cartas topográficas na escala 1:50.000, complementadas por mapas fitogeográficos e de rede hidrográfica, que foram integrados em ambiente SIG para caracterização geomorfológica e hidroecológica.

Para a análise multiespectral da vegetação e identificação de áreas úmidas, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2 (órbita/ponto: 102/62, adquiridas em 12 de agosto de 2024), processadas no software QGIS com técnicas de classificação supervisionada e não supervisionada, conforme a metodologia de Rebelo, Finlayson e Nagabhatla (2018).

Paralelamente, amostras de solo e água foram coletadas em 15 pontos de amostragem distribuídos ao longo de planícies aluviais, estuários e zonas ripárias, sendo analisadas em laboratório segundo os protocolos da APHA (2017).

Na dimensão social, foram realizadas 300 entrevistas semiestruturadas com membros das comunidades locais, agricultores e gestores, permitindo a identificação de padrões de uso dos recursos naturais e percepções sobre a degradação ambiental da zona úmida.

O mapeamento das áreas alagadas resultou na quantificação espacial das zonas úmidas, que foram classificadas segundo a tipologia proposta por Junk *et al.* (2014), considerada referência para o contexto angolano.

Em seguida, procedeu-se à avaliação dos serviços ecossistêmicos com base na Common International Classification of Ecosystem Services – CICES (Haines-Young & Potschin, 2013), contemplando as três categorias principais: serviços de provisão (ex: oferta de alimentos e água), regulação e manutenção (ex: qualidade da água, controle de erosão), e culturais (ex: turismo, identidade paisagística).

A integração dessas técnicas possibilitou uma análise ampla e fundamentada da dinâmica ecológica e socioeconômica das zonas úmidas do estuário do rio Catumbela, contribuindo com subsídios técnicos relevantes para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A zona BHRC é uma área estratégica para o equilíbrio hidrológico, funcionando como uma zona úmida especial (ZUE) que concentra os fluxos de água e sedimentos provenientes das vertentes e das áreas de captação a montante. A modificação do uso e ocupação do solo nessas áreas pode intensificar o volume e a frequência de inundações a jusante, resultando na ampliação das manchas de inundaçao e na formação de novas zonas de risco.

A Figura 2, georreferenciada apresenta uma representação espacial detalhada da zona costeira do baixo curso do Rio Catumbela, destacando elementos-chave como zonas úmidas, áreas urbanas, agrícolas e estruturas costeiras. A zona estuarina (ponto preto) mostra uma complexa rede de canais distributários, típica de ambientes onde ocorre a transição entre o rio e o oceano. As zonas úmidas (ponto rosa), localizadas nas margens do estuário, evidenciam a presença de áreas alagáveis e vegetação adaptada à saturação hídrica, o que reforça sua importância ecológica como filtros naturais e berçários para espécies aquáticas. A infraestrutura costeira (ponto vermelho), situada à margem do oceano, revela a presença de instalações prováveis como porto ou aeroporto, o que indica pressão urbana sobre ambientes sensíveis.

Ao norte, observa-se uma área agrícola irrigada (ponto verde), com padrão geométrico regular, indicando o uso intensivo do solo e possível captação de água do rio para fins produtivos. A área urbana (ponto laranja) expande-se em direção ao estuário, indicando avanço da ocupação sobre zonas de preservação e risco. Essa configuração espacial sugere conflitos potenciais entre conservação ambiental e desenvolvimento urbano/econômico. A presença simultânea de ecossistemas frágeis e atividades humanas intensas reforça a urgência de estratégias integradas de planejamento territorial, com ênfase na proteção das zonas úmidas e no uso sustentável dos recursos hídricos e costeiros da região.

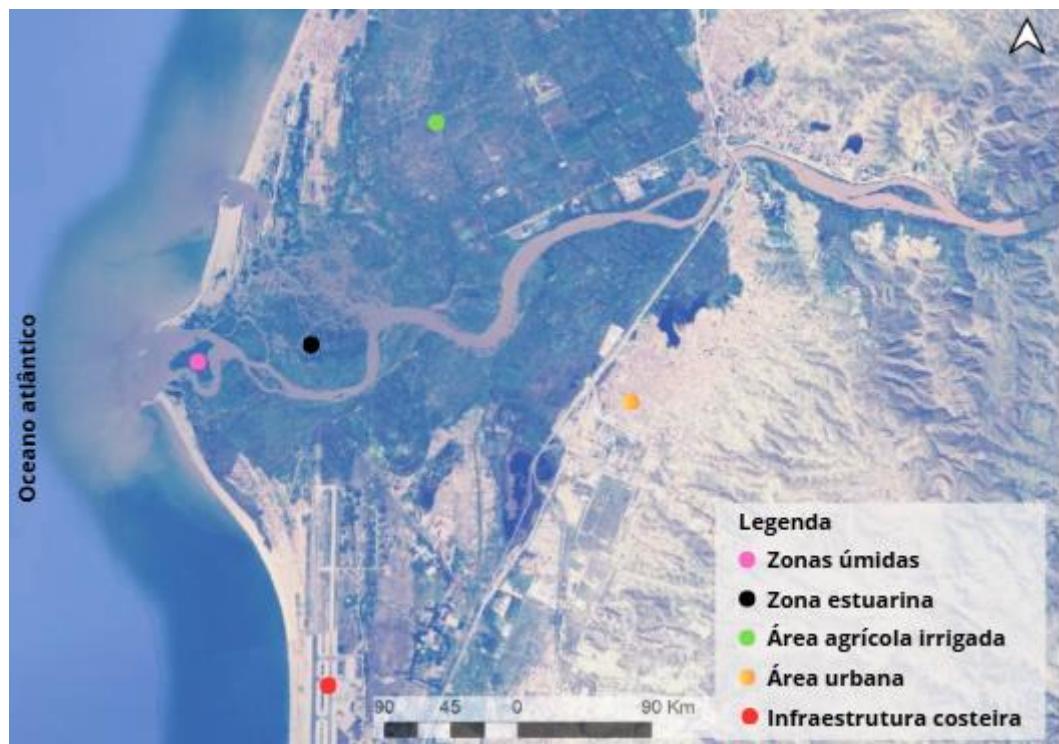


Figura 2 - Interação entre ambientes naturais e usos do solo no baixo curso do Rio Catumbela.

Fonte: Autoria própria

Devido à configuração topográfica e à baixa capacidade de infiltração dos solos saturados, essas zonas são particularmente vulneráveis a inundações rápidas, diferentemente das planícies, onde predominam inundações lentas. A proximidade com o nível freático e a concentração de fluxos em canais específicos tornam essas áreas mais suscetíveis à saturação e aos processos erosivos, agravados pela remoção da vegetação ciliar e pela urbanização desordenada.

A ocupação inadequada e a ausência de sistemas de drenagem eficiente têm comprometido a capacidade de retenção hídrica, intensificando os riscos de enchentes e degradação ambiental. O descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes domésticos nos cursos d'água, combinado com o avanço da agricultura intensiva, tem acelerado os processos de assoreamento e degradação da qualidade da água. Para mitigar esses efeitos, é essencial implementar diretrizes rigorosas para o uso e ocupação do solo, com foco na criação de corredores ecológicos e na recuperação das áreas de preservação permanente (APP).

A instalação de sistemas de drenagem sustentável e o reflorestamento das margens são medidas prioritárias para estabilizar os solos e melhorar o escoamento superficial. A participação da comunidade local em ações de conscientização e monitoramento é essencial para garantir a eficácia das intervenções. A Figura 2 a seguir apresenta um exemplo desta classe de área úmida, destacando as características ambientais e os desafios de conservação associados a essas zonas.



Figura 3 - ZUE de relevo côncavo com potencial de acúmulo de umidade e de escoamento superficial do Baixo curso do Rio Catumbela.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na BHRC, essas zonas correspondem aos canais naturais onde ocorre a concentração dos fluxos de água e sedimentos, o que exige a adoção de diretrizes e restrições mais rigorosas para a urbanização em comparação com outras áreas da bacia. A maior proximidade vertical em relação ao nível freático e às vertentes côncavas torna essas zonas ambientalmente mais frágeis e suscetíveis a processos de saturação, erosão e degradação.

O Quadro 1, a seguir apresenta suas principais características, destacando os fatores que contribuem para a vulnerabilidade dessas áreas e a necessidade de medidas específicas para sua conservação.

Quadro 1: Caracterização da Zona Úmida de Encosta - ZUE.

Zona	Caracterização gerais	Caracterização hidroecológica
Zona Úmida de Encosta	Concentração de fluxos de água e sedimentos, devido à proximidade com o nível freático e às vertentes côncavas. Essa configuração torna a região vulnerável a inundações rápidas, erosão e degradação ambiental, exigindo diretrizes específicas para a preservação da sua função hidrológica e ecológica.	A zona úmida do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Catumbela é caracterizada pela convergência de fluxos de água e sedimentos, devido à forma côncava do relevo e à presença de canais naturais. Essas áreas são importantes para a proteção das nascentes e a produção de água, facilitando a infiltração e retenção da água nas encostas. Em caso de inundações rápidas, funcionam como zonas de amortecimento, reduzindo o impacto em áreas a jusante e controlando o escoamento superficial.

		<p>Os bolsões de umidade nessas zonas favorecem ecossistemas adaptados, contribuindo para a conservação da biodiversidade e para a formação de corredores ecológicos ripários. A cobertura vegetal atua como um filtro natural, melhorando a qualidade da água e evitando a intensificação da erosão e da degradação ambiental.</p>
--	--	---

Fonte: Autor (2025).

3.1. Zona Úmida de Planície (ZUP)

As Zonas Úmidas de Planície (ZUP) são formadas pela deposição de sedimentos transportados pelos cursos d’água durante períodos de extravasamento sazonal. A largura dessas zonas está relacionada à constituição geomorfológica da paisagem e à carga de sedimentos trazidos pelo rio. Em geral, o nível do aquífero freático está próximo à superfície, o que influencia diretamente a dinâmica hidrológica local.

Devido à baixa circulação de oxigênio no solo saturado, essas zonas apresentam capacidade limitada para a decomposição de matéria orgânica (Resende *et al.*, 2014). Caso sejam realizadas obras de drenagem que rebaixem o nível freático, os grãos que compõem o solo podem precisar readequar sua estrutura, o que pode levar à subsidênciade terreno. A Figura 2 ilustra um exemplo de ZUP e o Quadro 2 apresenta sua caracterização.



Figura 4 - Planície de inundação do Rio Catumbela em Lobito.

Fonte: Autor (2025).

Quadro 2: Caracterização das Zonas Úmidas de Planície - ZUP. Fonte: elaborado pelos autores.

Zona	Caracterização gerais	Caracterização hidroecológica
Zona Úmida de Planície (ZUP)	Zona onde há ocorrência de HAND, com altura de até 2m acima dos corpos d'água, em planície (declividade de 0 a 3%)	<p>As zonas úmidas de planície (ZUP) atuam como áreas de extravasamento dos cursos d'água, amortecendo ondas de cheia e reduzindo o impacto das enchentes. Esse papel de amortecimento é essencial para a estabilidade hidrológica da bacia. Essas zonas funcionam como filtros naturais para as águas pluviais, melhorando a qualidade da água que chega aos rios por meio do escoamento superficial e subsuperficial. Essa função é essencial para garantir o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.</p> <p>A vegetação hidrófila, adaptada a solos encharcados e ricos em matéria orgânica, é uma característica marcante dessas zonas. Essa vegetação contribui para a manutenção da biodiversidade e para a retenção de água.</p> <p>A presença de lagoas marginais temporárias ou permanentes favorece a reprodução de diversas espécies aquáticas, como peixes, anfíbios e insetos, desempenhando um papel importante na conservação da fauna local.</p> <p>A compactação dos solos argilosos, causada por atividades como criação de gado e agricultura mecanizada, pode reduzir os serviços ecológicos e afetar negativamente a dinâmica hidrológica da bacia.</p>

Fonte: Autor (2025).

3.2. Diretrizes de intervenção nas áreas úmidas

Após a caracterização das zonas úmidas e dos processos que as constituem, torna-se essencial definir diretrizes e medidas adequadas às suas especificidades hidroecológicas, considerando também o estágio de urbanização em que se encontram. O Quadro 3 a seguir apresenta diretrizes e medidas estruturais e não estruturais para as ZUP e ZUE em dois cenários distintos: áreas com urbanização em consolidação e áreas não urbanizadas (vazias). A urbanização em consolidação refere-se a processos urbanos com infraestrutura incompleta ou precária, ocupações irregulares e presença de lotes vazios, o que demanda estratégias específicas para garantir a conservação e o equilíbrio dessas zonas.

Quadro 3: Plano de Ação por Zona de Risco: Diretrizes, Medidas Estruturais e Não Estruturais para Mitigação e Adaptação.

Zonas	Diretrizes de mitigação e adaptação	Medidas estruturais	Medidas não estruturais
ZUP- com urbanização em consolidação	Os processos hidrodinâmicos nas planícies envolvem o acúmulo de umidade no solo, resultante tanto do excesso quanto da falta de precipitação,	Recomenda-se estimular a construção sobre pilotis, utilizando o segundo pavimento para moradia e atividades permanentes, garantindo	É fundamental promover a fiscalização de áreas vulneráveis pelos órgãos responsáveis, com possível participação da comunidade, para evitar ocupações irregulares.

	<p>levando a situações de escassez ou inundações.</p> <p>As funções hidroecológicas dessas zonas são essenciais para preservar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, proteger o solo, manter a biodiversidade e garantir a estabilidade geológica, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora.</p> <p>A consolidação e o adensamento da urbanização nessas áreas aumentam os riscos às edificações e agravam os eventos de escassez e de inundações, comprometendo a segurança e a funcionalidade dos ecossistemas.</p> <p>A frequência e a intensidade de eventos extremos, como secas e inundações, têm aumentado devido às mudanças climáticas, intensificando os riscos urbanos e os impactos sobre o ciclo hidrológico.</p>	<p>maior segurança contra inundações.</p> <p>A implantação de edificações com pavimento de subsolo deve ser proibida para evitar riscos estruturais em áreas sujeitas a alagamentos.</p> <p>É essencial instalar sistemas de retardamento e armazenamento do fluxo de água para conter enchentes e aproveitar as águas pluviais.</p> <p>Deve-se promover a estabilização de recalques por meio de técnicas de adensamento e melhoria da capacidade de suporte do solo.</p> <p>Sempre que possível, é importante realocar usos e ocupações vulneráveis a inundações para áreas mais seguras.</p>	<p>Projetos de educação ambiental devem ser desenvolvidos para conscientizar a população sobre os riscos de ocupação em áreas sujeitas a inundações.</p> <p>A implantação de sistemas de alerta de inundações é essencial para garantir respostas rápidas em situações de emergência.</p> <p>É necessário investigar a presença de solos moles para evitar construções em áreas inadequadas, além de congelar o uso e ocupação atual dos lotes.</p> <p>Recomenda-se reduzir a Taxa de Ocupação (TO) e o Coeficiente de Aproveitamento (CA) dos terrenos, impedir novos desmembramentos e loteamentos, e promover a transferência do direito de construir para áreas mais seguras.</p>
ZUP não urbanizada	<p>No uso e ocupação do solo dessa zona, é essencial considerar os processos hidrodinâmicos associados à planície, como o acúmulo de umidade no solo decorrente do excesso ou falta de precipitação, que pode resultar em situações de escassez ou inundações.</p> <p>As funções hidroecológicas dessas zonas devem ser preservadas para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, proteger a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora e assegurar a proteção do solo.</p> <p>Os riscos difusos relacionados à ocupação dessas zonas, como o agravamento de eventos de</p>	<p>É recomendável implantar infraestruturas verdes e estruturas específicas para mitigar os efeitos das inundações, garantindo a flutuação natural do nível da água.</p> <p>Deve-se permitir usos não edificados, como parques lineares, campos de futebol, hortas e pomares ecológicos, além de academias ao ar livre, para promover o uso sustentável dessas áreas.</p>	<p>É essencial identificar e sinalizar as áreas sujeitas a inundações para alertar a população sobre os riscos.</p> <p>A fiscalização dessas áreas deve ser realizada pelos órgãos responsáveis, com possível participação da comunidade, para evitar ocupações irregulares.</p> <p>Campanhas de conscientização devem ser promovidas para desestimular o descarte de entulhos e lixo em áreas vulneráveis.</p> <p>A implantação de infraestrutura verde deve ser incentivada por meio de projetos do poder público,</p>

	<p>escassez e de inundações, podem ser intensificados pela impermeabilização dos solos ao longo dos cursos de água e da bacia hidrográfica.</p> <p>O aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, resultante das mudanças climáticas, potencializa os riscos urbanos associados tanto ao excesso quanto à falta de precipitação, como secas, inundações lentas e rápidas e temporais.</p>		<p>da iniciativa privada ou de trabalhos comunitários.</p> <p>Também é importante oferecer isenção de impostos ou pagamento por serviços ambientais para proprietários que contribuírem para a conservação dessas áreas, além de permitir a transferência do direito de construir para terrenos aptos à ocupação.</p>
ZUE com urbanização em consolidação	<p>No uso e ocupação do solo dessa zona, é essencial considerar os processos hidrodinâmicos associados às encostas, como o acúmulo de umidade no solo devido ao excesso ou falta de precipitação, que pode resultar em situações de escassez ou enxurradas.</p> <p>As funções hidroecológicas dessas zonas devem ser preservadas para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, proteger a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora e assegurar a proteção do solo.</p> <p>A consolidação e o adensamento da urbanização nessas zonas aumentam os riscos às edificações e agravam os eventos de escassez e de inundações a jusante da encosta, comprometendo a segurança e a funcionalidade dos ecossistemas.</p> <p>O aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, causado pelas mudanças climáticas, potencializa os riscos urbanos associados ao excesso ou à escassez de</p>	<p>Recomenda-se implantar sistemas de drenagem e obras para reduzir a energia de escoamento, como escadas hidráulicas e caixas de contenção.</p> <p>Deve-se instalar sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial, como piscinínhas, para melhorar a infiltração e reduzir o volume de escoamento.</p> <p>Novas ocupações devem ser autorizadas apenas mediante a adoção de medidas de retenção de água nos lotes.</p> <p>É importante estimular a criação de áreas permeáveis com usos econômicos, como hortas, para promover a infiltração e o uso sustentável do solo.</p>	<p>É essencial realizar estudos geotécnicos para avaliar o comportamento dos solos e os riscos associados, orientando medidas de prevenção e manejo adequado.</p> <p>Projetos de educação ambiental devem ser desenvolvidos para conscientizar a comunidade sobre os riscos geotécnicos e de inundações, aumentando a percepção de perigo e a capacidade de resposta.</p> <p>A fiscalização dos sistemas de abastecimento de água, esgoto e drenagem deve ser constante para identificar e reparar vazamentos, evitando o agravamento dos riscos. A ocupação irregular das áreas de risco deve ser controlada por meio de fiscalização dos órgãos responsáveis, com possível participação da comunidade.</p> <p>É necessário sinalizar as áreas sujeitas a riscos geotécnicos e de inundações rápidas, além de congelar o uso e ocupação atual dos lotes. Deve-se também reduzir a Taxa de Ocupação (TO) e o Coeficiente de Aproveitamento (CA) dos terrenos para limitar o</p>

	precipitação, como secas, inundações e temporais.		impacto urbano nessas zonas. Novos desmembramentos de glebas e a implantação de loteamentos devem ser proibidos, enquanto a transferência do direito de construir para áreas seguras deve ser incentivada como alternativa para acomodar a expansão urbana de forma sustentável.
ZUE não urbanizadas	<p>Devido à função hidroecológica dessas zonas na manutenção dos serviços ecossistêmicos, tanto em períodos de estiagem quanto de alta pluviosidade, é essencial evitar sua ocupação. Para isso, devem ser criados mecanismos que definam essas áreas como zonas protegidas, permitindo apenas usos compatíveis com sua função ambiental e de regulação hídrica.</p>	<p>É essencial promover a recuperação das áreas degradadas por meio da restauração da vegetação nativa, fortalecendo a biodiversidade e a estabilidade ambiental.</p> <p>Além disso, o aproveitamento das águas pluviais deve ser incentivado para reduzir o escoamento superficial e melhorar a infiltração no solo.</p>	<p>É fundamental promover a fiscalização das áreas vulneráveis pelos órgãos responsáveis, com possível participação da comunidade, para evitar ocupações irregulares.</p> <p>Campanhas de conscientização devem ser realizadas para prevenir o descarte inadequado de entulhos e lixo, preservando a qualidade ambiental dessas zonas.</p> <p>A implantação de infraestrutura verde deve ser incentivada para melhorar a drenagem e a estabilidade dos ecossistemas locais.</p> <p>Proprietários que contribuírem para a conservação dessas áreas devem ser beneficiados com isenção de impostos ou pagamento por serviços ambientais.</p> <p>Também é recomendável estimular a transferência do direito de construção para terrenos aptos à ocupação, garantindo o equilíbrio entre urbanização e preservação ambiental.</p>

Fonte: Autor (2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada dos serviços ecossistêmicos no baixo curso do Rio Catumbela evidenciou a relevância estratégica desse território para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades locais. As zonas úmidas e o estuário da região desempenham funções ecológicas vitais, incluindo a regulação hídrica, a retenção de sedimentos, o sequestro de carbono e a manutenção da biodiversidade, além de oferecerem serviços de provisão, como água, recursos pesqueiros e suporte à agricultura irrigada. Esses serviços sustentam não apenas as dinâmicas ecológicas, mas também as atividades econômicas e socioculturais que moldam o cotidiano das populações ribeirinhas e urbanas da bacia inferior do Catumbela.

Entretanto, os resultados apontam para um crescente processo de degradação ambiental impulsionado pela expansão desordenada da mancha urbana, pela intensificação da agricultura em áreas ecologicamente sensíveis e pela presença de infraestruturas costeiras que alteram os fluxos naturais do ecossistema estuarino. A fragmentação da cobertura vegetal, a pressão sobre as zonas úmidas e os sinais de poluição hídrica comprometem significativamente a oferta e a qualidade dos serviços ecossistêmicos locais. Nesse contexto, torna-se imperativo adotar estratégias integradas de gestão territorial, com base em instrumentos de planejamento ambiental, mapeamento participativo, uso de geotecnologias e envolvimento comunitário. Proteger e valorizar os serviços ecossistêmicos do baixo Catumbela é não apenas uma medida de conservação, mas uma ação indispensável para garantir a resiliência ecológica, a segurança hídrica e o desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS

- ADEKOLA, O.; MITCHELL, G. The impact of flooding on the sustainable livelihoods of wetland dependent communities in the Niger Delta, Nigeria. **Natural Hazards**, v. 58, p. 1–24, 2011.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, 2017. 1796p.
- CARVALHO, L.; SILVA, A. C.; COSTA, P. R. Impactos da urbanização em bacias hidrográficas: desafios e soluções. **Revista de Gestão Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 45–58, 2016.
- DAVIDSON, N. C. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. **Marine and Freshwater Research**, v. 65, n. 10, p. 934–941, 2014
- FERNANDES, R.; RODRIGUES, L. P.; SANTOS, M. G. Efeitos das mudanças no uso e cobertura do solo sobre a qualidade da água em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 89–104, 2015.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on version**. Nottingham: University of Nottingham, 2013.

INSTITUTO GEOGRÁFICO DE ANGOLA. **Cartas Topográficas.** 1:50.000. Luanda: IGeoA, 2010.

JUNK, W. J.; SHUQING, A.; FINLAYSON, C. M.; GOPAL, B.; KVET, J.; MITCHELL. S. A.; MITSCH, W. J.; ROBARTS, R. D. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. **Aquatic Sciences**, v. 75, p. 151–167, 2014.

KAGGWA, R. C.; HOGARTH, J. R.; WESSBERG, W.; AMARSI, R. **Wetlands Management and Sustainable Livelihoods in Uganda:** the Case of Lake Victoria Basin Wetlands. Nairobi: UNEP, 2009.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.** Washington: Island Press, 2005. 155p.

MERRITT, D. M.; COOPER, D. J. Riparian vegetation and channel change in response to river regulation: A comparative study of regulated and unregulated streams. **Water Resources Research**, v. 46, n. 3, p. 1–12, 2010.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE DE ANGOLA. **Mapas fitogeográficos e de rede hidrográfica.** Luanda: Ministério do Ambiente, 2015.

RAMSAR CONVENTION. **Global Wetland Outlook:** State of the World's Wetlands and their Services to People. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2018. 20p.

RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS. **Global Wetland Outlook:** Special Edition 2021. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2021.

REBELO, L.-M.; FINLAYSON, C. M.; NAGABHATLA, N. Remote sensing and GIS for wetland inventory, mapping and change analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 7, p. 2144–2153, 2009.

RESENDE, A. S. *et al.* Solos de várzea: características, manejo e sustentabilidade. In: MARTINS, C. E. (org.). **Sustentabilidade da agricultura em várzeas tropicais.** Brasília: Embrapa, 2014. p. 103–122.

SALDANHA, M. A. Zonas úmidas costeiras e mudanças climáticas: implicações para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 3, p. 948–962, 2024.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY – TEEB. **Mainstreaming the Economics of Nature:** A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB. Geneva: UNEP, 2010.

THE FUTURE OKAVANGO. Scientific Support for Sustainable Land and Water Management in the Okavango Region. **Project summary report.** Hamburg: University of Hamburg, 2013.