



Geografares

ISSN: 2175-3709

ISSN-L: 1518-2002

claudio.zanotelli@ufes.br

Universidade Federal do Espírito Santo

Brasil

Muzzolon, Anderson; Laranja, Ruth de Paula Elias
Uso do solo no entorno do Lago Corumbá IV: análise e adequação às diretrizes do PACUERA
Geografares, vol. 5, núm. 41, e-48442, 2025, Julio-Diciembre
Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória- Espírito Santo, Brasil

DOI: <https://doi.org/10.47456/geo.v5i41.48442>

Disponibile en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=777782761005>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Uso do solo no entorno do Lago Corumbá IV: análise e adequação às diretrizes do PACUERA

Anderson Muzzolon 

Universidade de Brasília
Brasília, Distrito Federal, Brasil
anderson_muzzolon@yahoo.com.br

Ruth de Paula Elias Laranja 

Universidade de Brasília
Brasília, Distrito Federal, Brasil
laranja.ruth@unb.br

RESUMO

A análise do uso de solo em diferentes períodos é fundamental para compreender as transformações geoecológicas da paisagem, visto que essas mudanças impactam diretamente recursos essenciais, como a água e a biodiversidade. O objetivo deste estudo foi examinar as mudanças no entorno do Lago Corumbá IV ao longo do tempo, com o intuito de entender as alterações na paisagem e avaliar a implementação do planejamento local desde a criação do reservatório. Foram empregados dados cartográficos digitais do IBGE (delimitação de municípios), DGI/INPE (modelo numérico do terreno), MapBiomas e imagens de satélite do Banco de Dados da Google, processados no software QGIS 3.34, para gerar mapas comparativos entre a utilização do solo e a estratégia estabelecida pelo PACUERA. Os resultados mostraram uma aceleração da urbanização nas margens do lago no período de 2016 a 2023, resultando na redução das áreas de floresta e agropecuária, além do não cumprimento do projeto original. Conclui-se a necessidade de reestruturar o planejamento ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento ambiental; urbanização; dinâmica geoecológica.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, as sociedades humanas moldam o ambiente para sustentar sua existência, desencadeando alterações progressivas e aceleradas nas paisagens e nos habitats naturais (Araújo, 2007). Essas transformações exigem estratégias eficazes para mitigar os danos aos serviços ecológicos essenciais à nossa sobrevivência (Nguyen *et al.*, 2023).

Para compreender a complexidade desses fenômenos, torna-se fundamental o emprego de tecnologias que integrem o estudo das diversas variáveis que interagem nos sistemas antropos naturais (Fonseca *et al.*, 2024). Diante de um contexto de mudanças ambientais em ritmo e magnitude sem precedentes (Antunes *et al.*, 2019), o presente estudo se volta para a análise das transformações ocorridas no entorno do Lago Corumbá IV.

Este estudo tem como objetivo analisar as transformações no uso do solo de uma área que, de rural, foi reclassificada como parte do perímetro urbano descontínuo dos municípios afetados pela construção da barragem. A pesquisa busca identificar essas mudanças e avaliar a eficácia do planejamento territorial implementado após a criação do reservatório, verificando se as políticas e ações adotadas foram bem-sucedidas em guiar a sustentabilidade ambiental ordenada dessa nova configuração da paisagem.

Para analisar essas mudanças, utilizou-se dados do Projeto MapBiomas para os anos de 2000, 2006, 2012, 2018 e 2023. Essa plataforma é amplamente utilizada para estudos de uso do solo no Brasil. Para obter uma representação mais precisa da expansão urbana, realizamos um mapeamento manual usando imagens de satélite do Google™ de alta resolução, que permitiu identificar a formação de novos condomínios.

Além disso, a análise se baseou no Zoneamento Ambiental definido no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA) de 2011. Essa abordagem foi fundamental para comparar a expansão das áreas urbanas com as diretrizes de planejamento propostas. De modo que foi possível verificar se o desenvolvimento da paisagem estudada seguiu as orientações do plano, especialmente em relação às áreas de conservação e às zonas permitidas para ocupação.

A análise de declividade, baseada na classificação de relevo proposta pela Embrapa (1979), também foi utilizada para identificar possíveis áreas de risco ambiental. A partir da produção destes dados foi possível compreender a dinâmica do uso de solo e as implicações socioambientais do crescimento urbano na paisagem local (Bertrand, 1972).

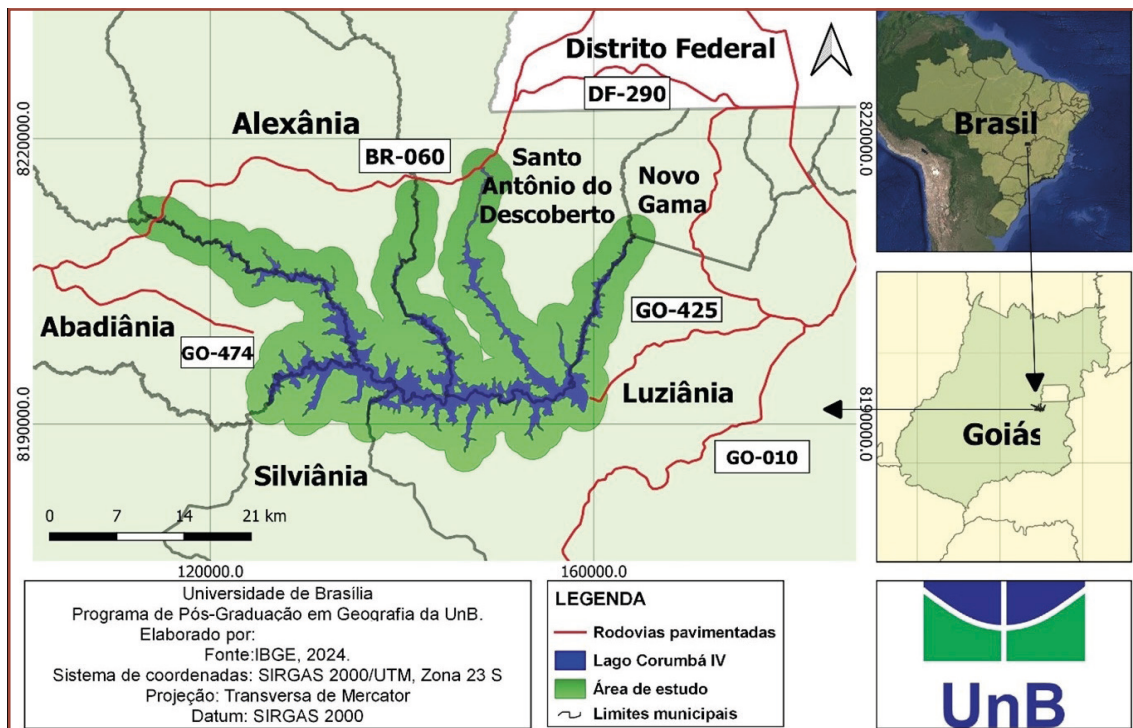
A implementação e o acompanhamento rigoroso de instrumentos de gestão são medidas essenciais para compreender o processo de urbanização e planejar ações estratégicas voltadas à sustentabilidade ambiental (Yang; Zhang, 2021). Essa análise deve incorporar estudos de impacto ambiental que considerem tanto os aspectos físicos quanto os socioeconômicos. Ao adotar uma abordagem integrada, é possível reconhecer a complexa relação entre as atividades humanas e o meio ambiente (Rodrigues; Silva; Cavalcanti, 2022).

As geotecnologias, ao possibilitarem o monitoramento e a análise precisa dos impactos ambientais e do manejo da paisagem (Furtado *et al.*, 2020), fornecem ferramentas necessárias para um acompanhamento detalhado. A proteção dessas áreas é fundamental para a manutenção da integridade dos recursos hídricos e do fluxo gênico, bem como para a prevenção da erosão, orientando o planejamento de ações voltadas à sustentabilidade (Prochazka *et al.*, 2023).

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma área que sofre influências diretas da construção do reservatório da Hidrelétrica Corumbá IV, composta por uma faixa de 1,2 km a partir das margens do reservatório, devido à intensa dinâmica da paisagem causada pela expansão dos perímetros urbanos dos municípios afetados. Essas localidades incluem os municípios de Luziânia, Silvânia, Novo Gama, Santo Antônio do Descoberto e Alexânia, que são diretamente impactadas pela formação do lago Corumbá IV (Figura 1). Destaca-se que o Lago fica em área que era considerada inicialmente rural, sem ligação direta com os núcleos urbanos e que hoje abastece 1,3 milhões de pessoas do Distrito Federal com água potável.

Para analisar as mudanças no entorno do Lago Corumbá IV, utilizaram-se imagens dos anos 2000, 2006, 2012, 2018 e 2023, fornecidas pelo Projeto Map Biomas, coleção 2023, conforme a paleta RGB disponibilizada pela plataforma. Esses mapas possuem um histórico para cada pixel mapeado desde 1985 e foram gerados a partir de imagens de satélites das coleções LANDSAT 5 e 8, permitindo acompanhar de modo detalhado as transformações ao longo do tempo. Essa base de dados é amplamente utilizada como fonte para estudos de uso e cobertura do solo no Brasil, oferecendo dados para a realização de análises e orientação de políticas públicas, como o combate ao desmatamento e a avaliação da condição dos biomas brasileiros (Xavier; Menezes; Silva, 2024).

Figura 1 – Localização do Lago Corumbá IV e municípios afetados

Fonte: IBGE (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

O tratamento de imagens, geração de buffer da área de estudo, edição, digitalização, recortes, sobreposições e georreferenciamento foram feitos no software QGIS 3.34; os cálculos referentes às áreas das categorias mapeadas foram obtidos por meio da extensão *r.report* no QGIS. Para a transformar dos dados produzidos em gráficos e tabelas, utilizou-se o software *Excel*.

Realizou-se o mapeamento manual dos locais com arruamentos (novos condomínios) na área de estudo devido à dificuldade em identificar essas áreas pela classificação do projeto MapBiomias. Em muitos casos, o projeto classificava arruamentos com poucas construções como pertencentes à categoria agropecuária. Para superar essa dificuldade, utilizou-se a composição de imagens de satélite da empresa Google, com resolução de 0,5 metros, referentes a 2023.

Então, gerou-se o mapa da formação de novos condomínios e, em seguida, cruzaram-se esses mapas com as áreas urbanizadas para uso do solo da área de estudo (utilizando os indicadores fornecidos pelo MapBiomias), a fim de identificar novas transformações na paisagem. Posteriormente, realizou-se uma análise e interpretação das informações originais, apontando as maiores modificações e os tipos de mudanças realizadas.

Neste estudo utilizamos o PACUERA (Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial), que é um instrumento jurídico e técnico, concebido para orientar o uso do solo em áreas que margeiam lagos artificiais

criados para a geração de energia elétrica (Brasil, 2002). Sua função é conciliar a conservação ambiental com as atividades humanas, estabelecendo regras para construção e agricultura a fim de garantir a qualidade da água e a estabilidade das margens, complementando as diretrizes do Código Florestal (BRASIL, 2012).

Desse modo, o Zoneamento Ambiental proposto pelo PACUERA de 2011 serviu como ponto de partida para a análise. A metodologia consistiu em comparar esse zoneamento, que divide a área em zonas de uso específicas (preservação, uso agrícola, urbanização controlada), com mapas que mostram a formação de novas áreas urbanas. Para esse mapeamento, foram combinadas informações do MapBiomas com dados de alta resolução obtidos por mapeamento manual de imagens da empresa Google™.

Esses mapas de urbanização incluíam informações sobre novos arruamentos e a formação de condomínios. Buscou-se, assim, identificar se as novas áreas de urbanização estavam sendo implementadas em zonas designadas para tal uso ou se estavam ocupando áreas destinadas a outros fins, como a conservação ambiental.

A declividade da área de estudo foi mapeada usando um Modelo Digital de Elevação (MDE), com resolução de 30m, obtido a partir da carta topográfica TOPODATA 16S495ZN, cujos dados foram fornecidos pela missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) e disponibilizados na Base de Dados Topodata do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Inicialmente, recortou-se o MDE para delimitar o sítio de estudo, permitindo uma análise focada na paisagem de interesse. Em seguida, calculou-se a declividade em porcentagem. Para assegurar a precisão e padronização da análise, usou-se a classificação de declividade sugerida pela Embrapa (1979), conforme apresentado na Tabela 1. Essa classificação estabelece categorias claras para diferentes graus de inclinação do terreno, proporcionando uma base confiável para a interpretação dos resultados.

Tabela 1 – Classificação do relevo conforme Embrapa

| Classe de relevo | Taxa de variação | Característica |
|------------------|------------------|---|
| Plano | (0 a 3%) | Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos |
| Suave ondulado | (3 a 8%) | Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto e/ou outeiros apresentando declividade suave |
| Ondulado | (8 a 20%) | Superfície de topografia pouco movimentada, formada por conjunto de colinas e/ou outeiros |

Continua na próxima página...

| Classe de relevo | Taxa de variação | Característica |
|------------------|------------------|--|
| Forte ondulado | (20 a 45%) | Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros com elevações de 100 a 200m de altitude relativa |
| Montanhoso | (45 a 75%) | Superfície de topografia vigorosa, com predominância de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos |
| Escarpado | (> 75%) | Regiões ou áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo escapamentos com declividade muito forte |

Fonte: Embrapa (1979). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

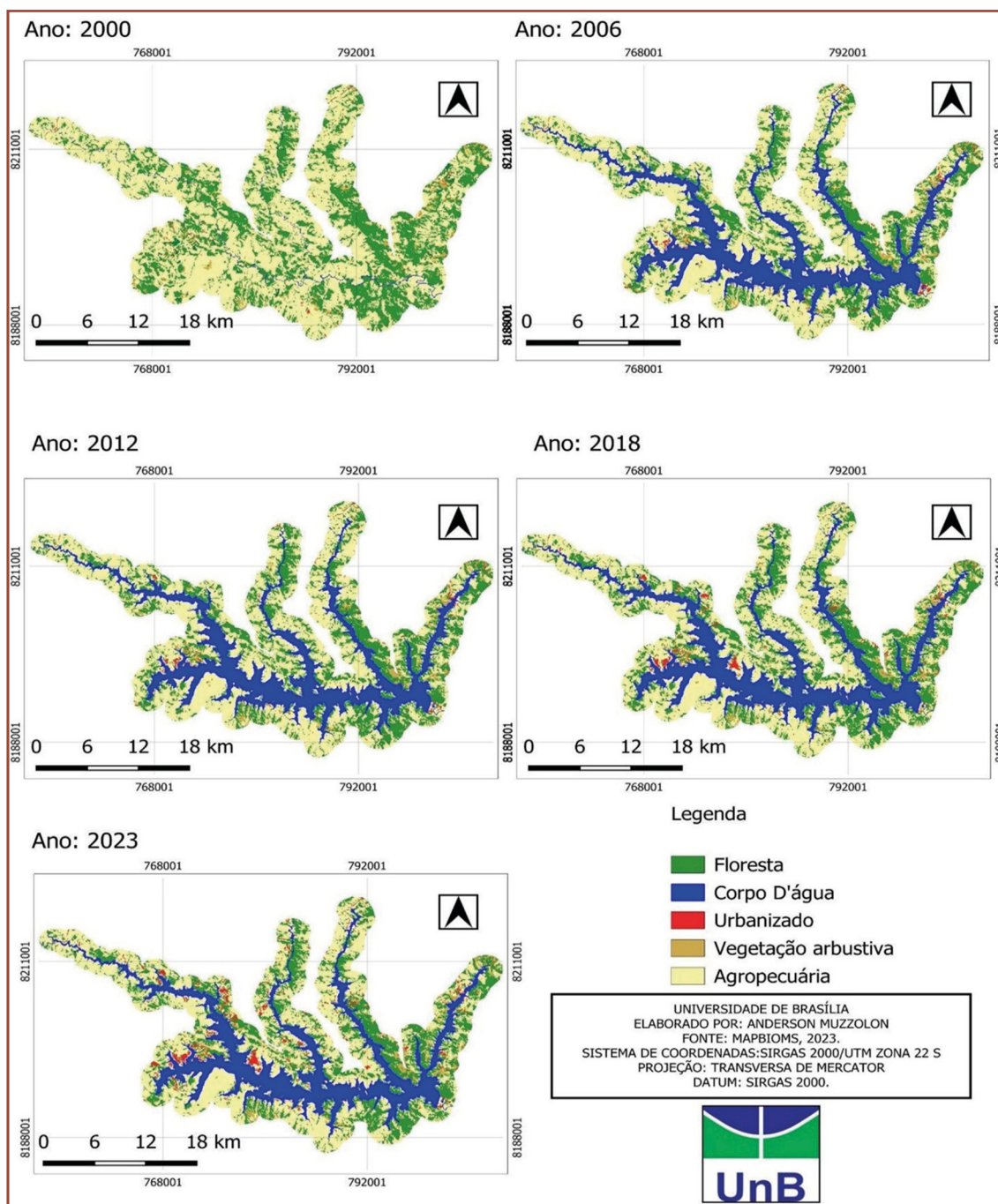
Na sequência da elaboração do mapa de declividade no QGIS 3.34, calculou-se a área de cada classe gerada utilizando a extensão r.report. Em seguida, extraíram-se as áreas urbanizadas por meio da camada vetorial dos polígonos dos condomínios. Essa análise permitiu obter indicadores que mostraram as áreas assentadas em locais adequados e de risco ambiental, com base nos parâmetros de declividade.

Nesta pesquisa, adotou-se a abordagem geoecológica da paisagem, que a compreende como um espaço físico complexo, resultante da interação dinâmica e, portanto, instável, de componentes naturais e antrópicos em diversas escalas de tempo e espaço (Bertrand, 1972). Assim, a paisagem configura-se como um conjunto único e indissociável de sistemas naturais e antroponaturais dinâmicos, no qual as sociedades e seus sistemas sociais se integram à natureza, estabelecendo uma relação inseparável (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

A adoção dessa abordagem é essencial para a região do entorno do Lago Corumbá IV, pois sua dinâmica ambiental no contexto geoecológico define as características dessa área. Esta paisagem apresenta uma série de fatores ambientais que, interligados, influenciam diretamente suas condições de vulnerabilidade. A presença de corpos d'água, o relevo, a vegetação e os processos de uso do solo, tanto por atividades humanas quanto por fenômenos naturais, tornam essa área particularmente sensível às mudanças ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A urbanização impulsionada pela infraestrutura da usina hidrelétrica acelerou as mudanças no uso do solo, desequilibrando a paisagem local (Bertrand, 1972), produzindo uma nova dinâmica socioeconômica. A análise espacial revela um padrão de ocupação desordenado (Figura 2).

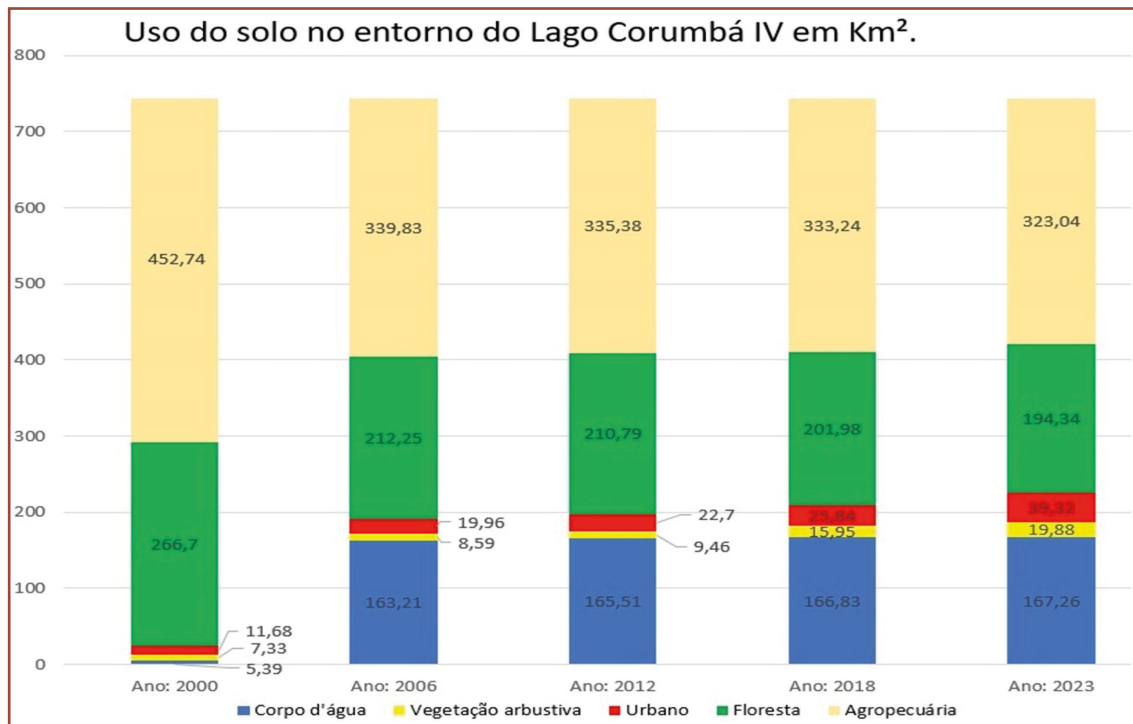
Figura 2 – Uso de solo em diferentes anos no entorno do Lago Corumbá IV

Fonte: Dados de MapBiomas (2023). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

Neste levantamento foram categorizados os setores em Floresta (localidades com matas de galeria e cerradão), Corpo D'água (lagos e rios), Urbanizado (territórios com arruamentos e construções) Vegetação Arbustiva (cerado *stricto sensu* e campos sujos) e agropecuária (pastagens e agricultura). Com base nos indicadores levantados pelo mapeamento acima, verificou-se que as áreas urbanizadas na área de estudo começaram a se formar logo após a inauguração do empreendimento e têm se expandido progressiva-

mente, passando de 19,96 km² no ano de 2006 para 39,32 km² em 2023. Esse crescimento se deu em espaços que eram compostos pela agropecuária e manchas florestais (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Análise temporal do uso do solo na paisagem estudada


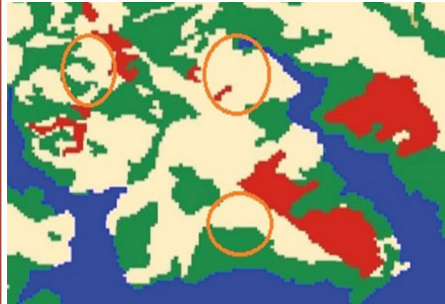

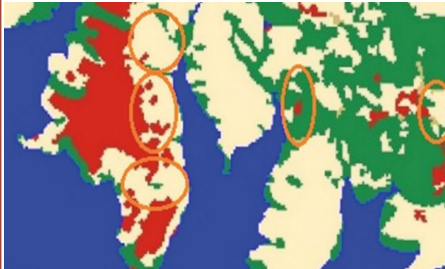


Fonte: Dados do Map Biomas (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

Essas transformações podem ser ainda mais intensas, pois apesar dos dados fornecidos pelo MapBiomas comprovarem a aceleração das dinâmicas ambientais na paisagem em análise, podem ocorrer erros de classificação devido a vários fatores, como resolução da área mapeada, a atribuição incorreta de pixels às classes de uso do solo e a alta proporção de amostras que não estão corretamente classificadas (Xavier; Menezes; Silva, 2024).

Assim, decidiu-se mapear manualmente as áreas com arruamentos na paisagem estudada (com composição de imagens fornecidas pela Google para o ano de 2023, com resolução de 0,5m por 0,5m), a fim de obter uma aproximação maior com a realidade e identificar os condomínios ainda em formação, visto que em função da resolução espacial trabalhadas (30 metros por 30 metros) pelo MapBiomas os arruamentos e alguns locais com pouca densidade de construções são incluídas em outras categorias, que não a urbanizada (neste exemplo, como agropecuária), como pode-se ver nas localidades circuladas em laranja (Tabela 2) que eram novas formações de condomínios porém foram classificadas como agropecuária em função da grande presença de gramíneas e pouca densidade de construções.

Tabela 2 – Diferentes classificações em função de diferentes resoluções de imagem

| Condomínios | Composição Google 2023 | Uso do solo MapBiomias 2023 |
|---|---|--|
| Real Ville (1) Porto do Sol (2) Bora Pescar (3) |  |  |
| Bougaville (4) Sabiá (5) Enseada Park (6) |  |  |

Fonte: Banco de imagens Google™ e Map Biomias (2023). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

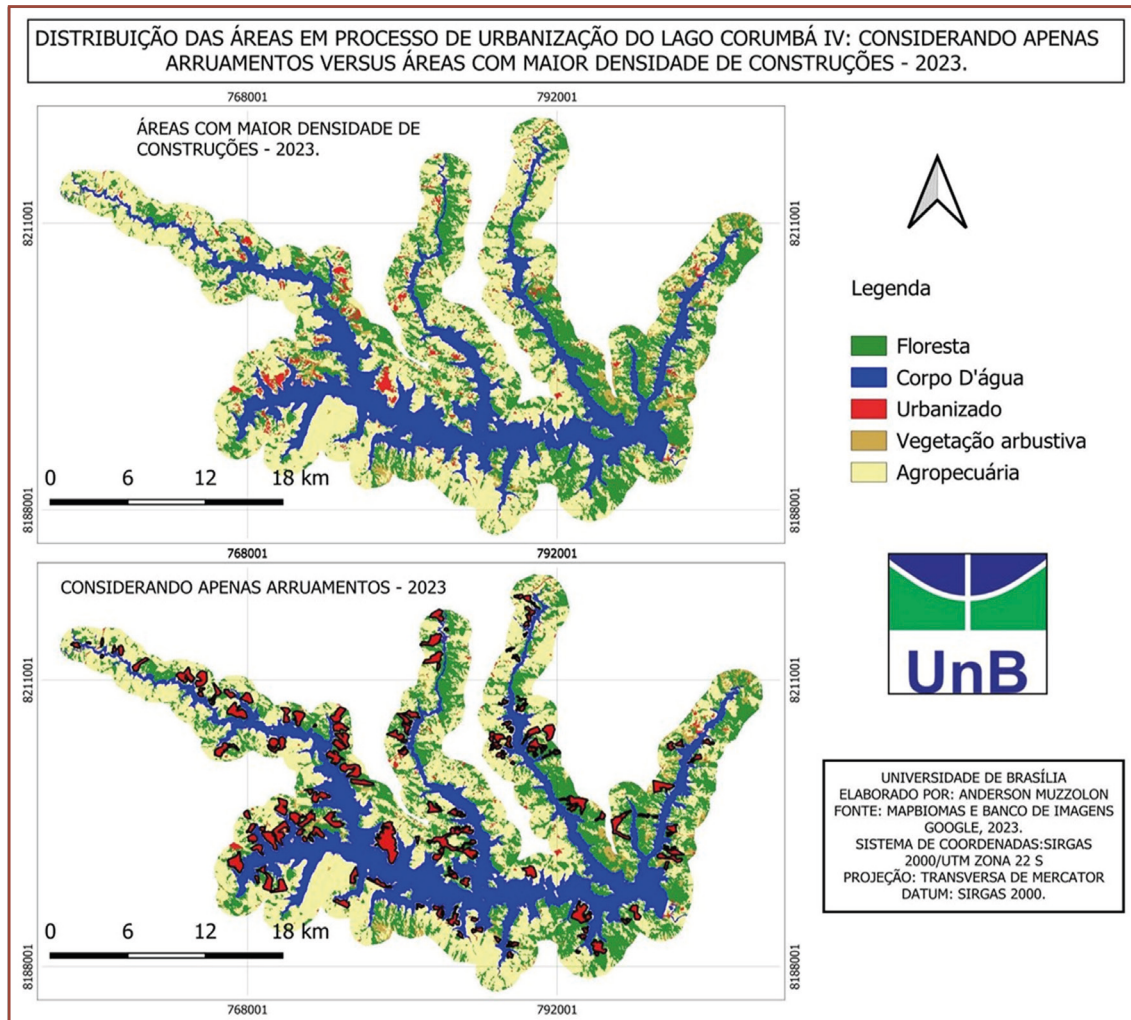
A sobreposição de mapas é uma técnica poderosa que facilita a análise de problemas ao permitir comparações visuais entre diferentes camadas de informações, oferecendo uma visão integrada de dados, tornando-se uma ferramenta indispensável no processo de tomada de decisão (Fushita *et al.*, 2010). Sua utilidade é amplificada no contexto da análise multicritério, onde diversos fatores são avaliados de forma simultânea para proporcionar uma melhor compreensão da situação cartografada (Vestena *et al.*, 2024). Ao digitalizar os polígonos referentes a áreas com arruamentos de condomínios em uma composição de imagens de satélite com 0,5 metros de resolução disponíveis no repositório das informações da GOOGLE™ para o ano de 2023, obteve-se uma camada vetorial com uma área urbanizada de 53,27 km², a qual sobrepôs-se às estatísticas oriundas do Map Biomias a fim de comparação (Figura 3).

A resolução superior permitiu identificar os arranjos internos do espaço urbano, como a malha viária e os limites de loteamentos, que são frequentemente subestimados ou generalizados em dados de menor resolução. Essa capacidade de capturar os detalhes internos do fenômeno estudado aprimorou a delimitação da área construída e forneceu uma visão mais fiel da dinâmica de expansão e uso do solo da paisagem.

Com o objetivo de avaliar se os empreendimentos na região estão sendo construídos em áreas com inclinação adequada para a expansão urbana,

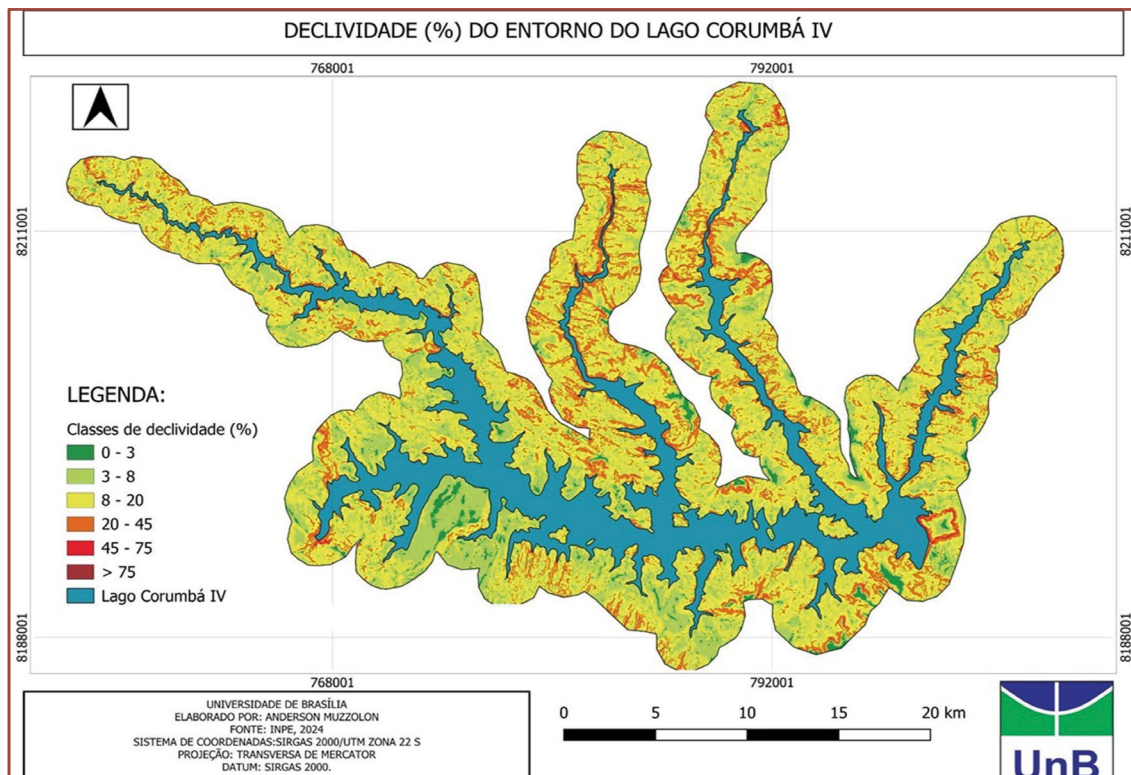
desenvolvemos um mapa de declividade em porcentagem (Figura 4), seguindo a classificação sugerida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1979).

Figura 3 – Representação do uso de solo MapBiomias e mapeamento manual



Fonte: Dados do Map Biomias e Google™ (2023). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

Áreas com alta inclinação podem representar maiores desafios para a infraestrutura, exigindo medidas de controle mais rigorosas, como obras de contenção e sistemas de drenagem específicos (Zhang; Huang, 2014). Por outro lado, regiões com baixa declividade possuem vantagens para a urbanização, pois facilitam a implementação de ruas, edifícios e outras estruturas urbanas com menor custo e menor impacto ambiental. O uso do mapa de declividade permite, assim, uma análise criteriosa da paisagem, orientando a tomada de decisões no planejamento urbano e garantindo que os empreendimentos respeitem as características naturais do terreno, evitando construções em áreas inadequadas (Guerra, 2011).

Figura 4 – Classificação da declividade no entorno do Lago Corumbá IV

Fonte: Dados do INPE (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

A análise da declividade, indicou a predominância de terrenos ondulados na área estudada. A tabela 3 demonstra que 57,03% da área tem declividades entre 8% e 20%. Isso ocorre principalmente por causa das vertentes que se estendem ao lago. As áreas de suave ondulado, com declividades de 3% a 8%, representam 23,73% do total. Já as áreas de forte ondulado, com declividades de 20% a 45%, correspondem a 16,72%. Em contrapartida, as classes de montanhas, escarpadas e planas, quando somadas, representam menos de 3% da área total analisada.

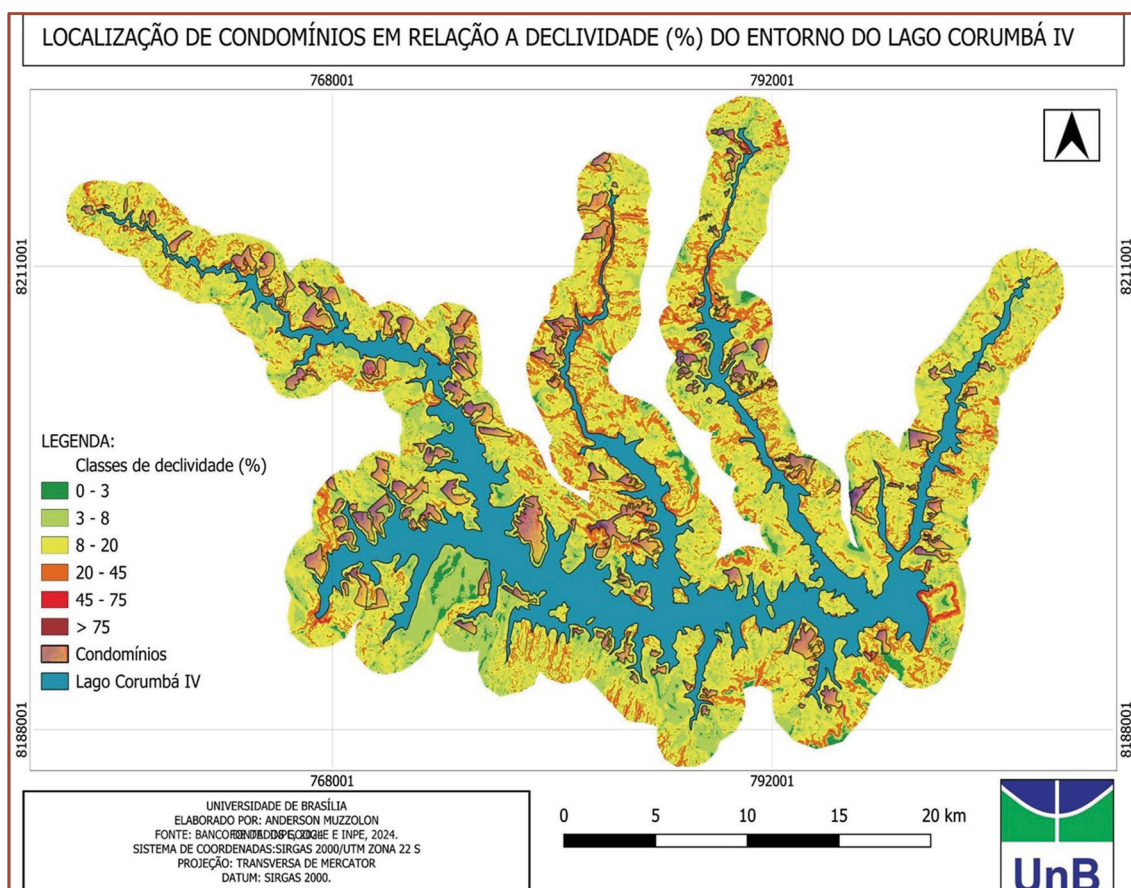
Tabela 3 – Intervalos de declividade com respectivas denominações das classes, áreas e porcentagens correspondentes a cada uma no entorno do Lago Corumbá IV

| Classe | Característica | Área (km ²) | Porcentagem |
|---------|----------------|-------------------------|-------------|
| 0 a 3 | Plano | 11,71 | 1,975 |
| 0 a 3 | Suave ondulado | 140,71 | 23,736 |
| 8 a 20 | Ondulado | 338,13 | 57,039 |
| 20 a 45 | Forte ondulado | 99,12 | 16,720 |
| 45 a 75 | Montanhoso | 3,12 | 0,526 |
| > 75 | Escarpado | 0,02 | 0,003 |

Fonte: Dados da pesquisa (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

A fim de identificar potenciais áreas de risco, sobrepueram-se os polígonos dos arruamentos dos condomínios ao mapa de declividade (Figura 5), com foco nas inclinações acima de 20%, conforme a classificação da EMBRAPA (1979). Essa análise permitiu detectar áreas de maior vulnerabilidade ambiental.

Figura 5 - Localização dos arruamentos de condomínios em relação a declividade no entorno do Lago Corumbá IV

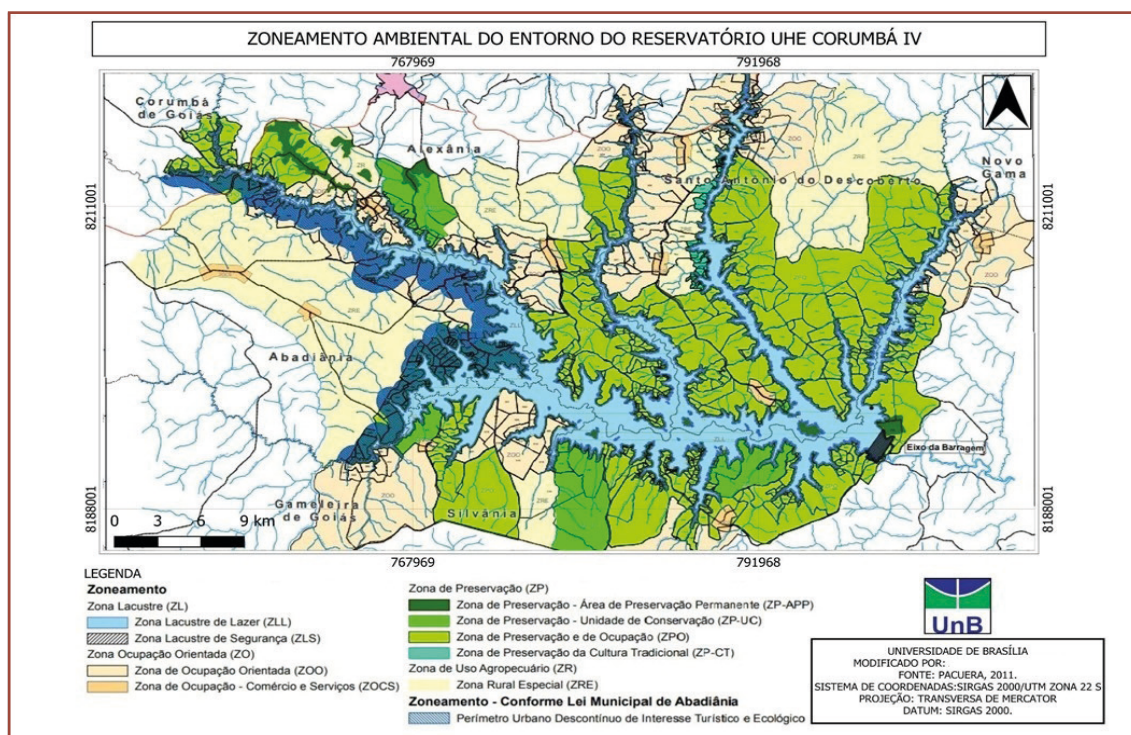


Fonte: INPE/GOOGLE™ (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

A análise dos indicadores revelou que, dos 53,27 km² de arruamentos de condomínios, 2,56 km² estão situados em áreas de forte ondulação, com declividades entre 20% e 45%. Essa condição representa riscos significativos para a população e o lago, devido à alta propensão a erosão e deslizamentos nessas áreas inclinadas. Terrenos com declividade acima de 20%, classificados como forte ondulado, montanhoso e escarpado, apresentam grandes desafios para a urbanização, tornando o processo mais caro e complexo. Nessas áreas, é necessário o uso de técnicas especializadas de engenharia devido ao alto risco de aceleração dos fluxos, erosão e deslizamentos (Zhang; Huang, 2014). Essas áreas são geralmente mais apropriadas para fins de preservação ambiental, evitando danos ao meio ambiente (Guerra, 2011).

Para tentar mitigar esses problemas, a empresa Corumbá Concessões S.A. fez um zoneamento destinado a servir como base para o manejo ambiental da área estudada. Conforme o planejamento e os critérios estabelecidos no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA) de 2011, foram definidas quatro macrozonas de atuação. Cada uma dessas macrozonas possui zonas específicas, com diferentes níveis de restrição e diretrizes para o uso ambientalmente correto do solo: a Zona Lacustre (ZL), a Zona de Preservação (ZP), a Zona de Ocupação (ZO) e a Zona Rural (ZR) (Figura 6).

Figura 6 – Zoneamento ambiental no entorno do Lago Corumbá IV



Fonte: Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA), 2011. Modificado por: Anderson Muzzolon.

A Zona de Preservação (ZP) engloba áreas de maior atenção, pois possui vulnerabilidade ambiental elevada, destacando-se terrenos mais inclinados, matas ciliares e fragmentos vegetais significativos para a conservação. Essas áreas possuem grande interesse ecológico, e deveriam ser dedicadas à proteção da fauna e flora locais. A Zona de Preservação (ZP) compreende uma faixa de 100 metros ao redor da margem do reservatório, além dessa faixa, as ilhas do reservatório também são consideradas parte da ZP as ilhas que compõem o lago.

A Zona de Ocupação (ZO), por sua vez, abrange áreas com menor fragilidade ambiental. Essas áreas estão localizadas em terrenos com baixas declividades e apresentam poucos remanescentes vegetais relevantes para a conservação.

Já a Macrozona Rural (ZR) é composta pela Zona Rural Especial (ZRE), criada devido à possibilidade de pressão por novas ocupações. Essa área é predominantemente utilizada para atividades agropecuárias, sendo mais afastada do reservatório e com menor risco de comprometer a qualidade da água.

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial do Lago Corumbá IV tem por objetivo orientar o uso do solo, buscando potencializar o desenvolvimento econômico regional em diversos setores (turismo, lazer, pesca, agricultura e pecuária), melhorando a qualidade de vida de seus moradores. Esse desenvolvimento deve ser atingido tendo a conservação da paisagem e da biodiversidade regional como metas a serem alcançadas (PACUERA, 2011, p. 8).

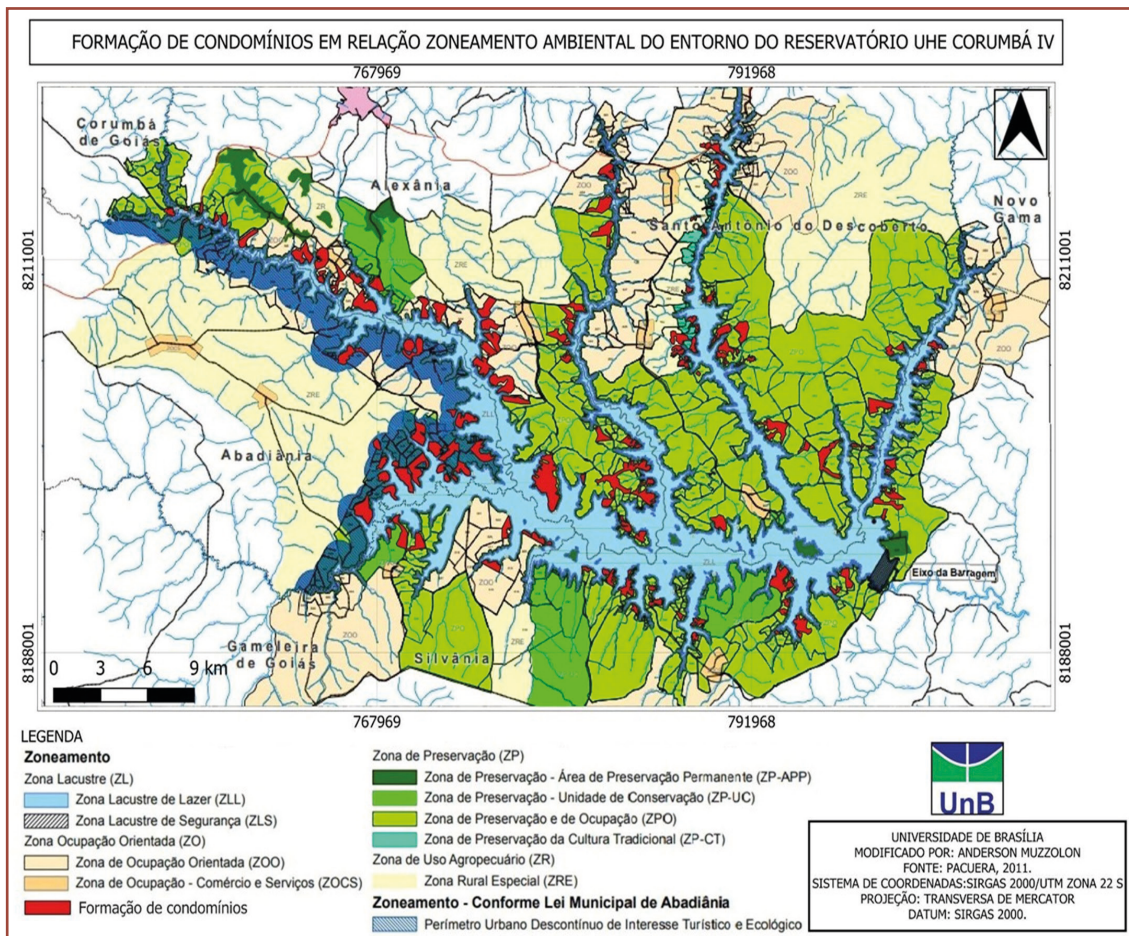
O zoneamento ambiental da paisagem do Lago Corumbá IV, que estabelecia áreas mínimas de lotes de 20.000 m², foi deliberadamente ignorado pelos municípios da região (Coelho; Queiroga; Leonardi, 2021). Nenhum município seguiu o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais. Em vez disso, a área foi reclassificada de rural para zona de expansão urbana, permitindo planos diretores com lotes menores que a fração mínima de parcelamento do Incra (2 hectares) (PACUERA, 2011).

Isso pode ser constatado quando sobrepomos a espacialização dos condomínios mapeados (em vermelho no mapa) com as indicações de uso e ocupação sugeridas pelo PACUERA, em que áreas mapeadas para formação de Unidades de Conservação (UC) e de Proteção Permanente foram ocupadas por novos condomínios, com mais intensidade nos municípios de Alexânia e Abadiânia (Figura 7).

A falta de unificação das legislações municipais, com cada município implementando suas próprias regras sem alinhamento ao PACUERA, resultou nessa situação. Essa desarticulação, motivada por interesses de grupos locais, evidencia uma gestão promíscua da ocupação do solo em relação às questões ambientais (Coelho; Queiroga; Leonardi, 2021).

A análise de imagens de satélite (2006, 2012, 2018 e 2024) evidencia o avanço acelerado das áreas urbanas (Tabela 4), especialmente nas proximidades do lago, onde a expansão e densidade das edificações são notáveis. Além da impermeabilização do solo, o crescimento urbano traz desafios como o aumento populacional, ausência de saneamento, a drenagem inadequada de águas pluviais e a coleta insuficiente de resíduos sólidos. Essas transformações intensificam o fluxo de energia das águas (Bello; Hashim; Haniffah, 2014), transportando sedimentos e resíduos para o reservatório.

Figura 7 – Sobreposição dos condomínios em relação ao Zoneamento ambiental no entorno do Lago Corumbá IV



Fonte: PACUERA, 2011. Elaborado por: Anderson Muzzolon. Modificado por: Anderson Muzzolon.

Tabela 4 – Urbanização dos condomínios Porto do Sol, Vaca Brava, Recanto Pescador 2, no entorno do Lago Corumbá IV

| Cond.* | Ano 2006 | Ano 2012 | Ano 2018 | Ano 2024 |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Porto do Sol, Alexânia – Goiás | | | | |
| Vaca Brava, Abadiânia – Goiás | | | | |

Continua na próxima página...



*Condomínio.

Fonte: Banco de imagens GOOGLE™ (2024). Elaborado por: Anderson Muzzolon.

Interferências antrópicas desrespeitam o zoneamento e o planejamento do uso do solo, comprometendo a conservação das paisagens e prejudicando a biodiversidade, os ciclos naturais e a qualidade dos recursos (Ochoa, 2024; Xavier; Menezes; Silva, 2024). A perda de habitats, a extinção de espécies e a degradação de ecossistemas demandam esforços intensos de conservação (Fonseca *et al.*, 2024). Assim, o manejo adequado das paisagens alteradas é essencial para mitigar os impactos humanos e garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, tornando a relação entre atividade humana e natureza central nos debates sobre sustentabilidade das paisagens (Sánchez, 2008).

CONCLUSÃO.

A criação do Lago Corumbá IV no ano de 2005 reconfigurou a paisagem local, impulsionando uma urbanização acelerada e desordenada. A área, antes rural, passou a integrar o perímetro urbano descontínuo dos municípios que o margeiam, com a expansão urbana crescendo de 19,96 km² em 2006 para 53,27 km² em 2023. Essa expansão, que substituiu principalmente pastagens e vegetação de Cerrado, gerou um novo padrão de uso e ocupação do solo.

A análise demonstrou que essa ocupação não respeitou o zoneamento ambiental do PACUERA (BRASIL, 2002), um instrumento que complementa o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). A sobreposição dos mapas mostrou que áreas destinadas à conservação e preservação foram ocupadas por novos condomínios, principalmente nos municípios de Alexânia e Abadiânia, pressionando a Área de Preservação Permanente (APP) no entorno do lago.

A análise de declividade mostrou que 2,56 km² das áreas urbanizadas estão em terrenos com forte inclinação (entre 20% e 45%), tornando-os mais vulneráveis a processos erosivos e deslizamentos. Apesar de essa área de risco representar apenas 0,4% do total do território estudado (excluindo a superfície do lago), o acompanhamento rigoroso desse processo é essencial para evitar que essa ocupação em locais inadequados se expanda.

A desarticulação entre o planejamento e a prática, motivada por interesses locais e a falta de alinhamento entre as legislações municipais, destaca a ineficácia das diretrizes de gestão dos diferentes usos do solo. Diante da complexidade da paisagem e da expansão urbana em áreas naturais, são necessárias ações urgentes e coordenadas para mitigar a ocupação desordenada, garantindo um planejamento eficiente da infraestrutura e a sustentabilidade dos recursos naturais do Lago Corumbá IV. ●

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J. F. G.; ESQUERDO, J. C. D. M.; COUTINHO, A. Č.; SANTOS, J. L. DOS; PARIZZI, T. N. T.; BERTOLO, L. S. **Análise das mudanças do uso e cobertura da terra no Estado de Mato Grosso por meio do geoportal TerraClass**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19, 2019, Santos. Anais...Santos, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108715> Acesso em: 01 out. 2024.

ARAÚJO, R. C. **Manual do Candidato de Geografia**. Brasília: FUNAG, 2007. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/al000010.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BELLO, A. D.; HASHIM, N. B.; HANIFFAH, R. M. Impact of urbanization on the sediment yield in tropical watershed using temporal land-use changes and a GIS-based model. **Journal of Water and Land Development**, v. 34, n. 1, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320846714_Impact_of_urbanization_on_the_sediment_yield_in_tropical_watershed_using_temporal_land-use_changes_and_a_GIS-based_model. Acesso em: 11 mai. 2025.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Cruz, Olga (trad.). Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, USP-IGEOG, nº 43, 1972.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 302, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APPs) de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 49-E, p. 70, 20 mar. 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro

de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 102, p. 1, 28 maio 2012.

CONCEIÇÃO, R. S.; DORNELLES, L. M. A. Avaliação urbano-ambiental numa perspectiva de uso e ocupação do solo na área de planejamento 2 da cidade do Rio de Janeiro. **Geografares**, Vitória, Brasil, n. 6, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/1016>. Acesso em: 9 maio. 2025.

COELHO, L. L.; QUEIROGA, E.; LEONARDI, I. **Planning instruments, urban expansion, and administrative spheres: Conflicts and contradictions within the Corumbá IV Hydroelectric Power Plant implementation**. SciELO Preprints, 2021. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.2959. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/2959>. Acesso em: 25 set. 2024.

CORUMBÁ CONCESSÕES S.A. **Usina Hidrelétrica Corumbá IV**. 2024. Disponível em: <https://www.corumbaconcessoes.com.br/#uhe>. Acesso em: 01 out. 2024.

FUSHITA, A. T.; CAMARGO, L. H. G.; ARANTES, E. M.; MOREIRA, M. A. A.; CANÇADO, C. J.; LORANDI, R. Fragilidade ambiental associada ao risco potencial de erosão de uma área da região geoeconômica médio Mogi Guaçu superior (SP). **Revista Brasileira de Cartografia** (2010), n. 63/4, p. 477-488. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49216>. Acesso em: 15 nov. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. In: Súmula da X reunião técnica de levantamento de solos, Rio de Janeiro, 1979.

FONSECA, Charles; LOBO, Carlos; RIBEIRO, Sônia Maria Carvalho; LEITÃO, Rodrigo. Expansão urbana e o fornecimento de serviços ecossistêmicos em Nova Serrana, Minas Gerais, Brasil. **Geografares**, n. 38, 2024. Publicado online em: 28 jun. 2024. Disponível em: <http://journals.openedition.org/geografares/13345>. Acesso em: 08 jul. 2024.

FURTADO, L. G.; MORALES, G. P.; SILVA, D. F.; PONTES, A. N. Transformações do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Murucupi, Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.05, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/245030>. Acesso em: 15 jan. 2025.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. 2024. Topodata: **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso: 22 set. 2024.

MAPBIOMAS. **MapBiomas** Brasil. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso: 15 set. 2024.

PACUERA, **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da UHE Corumbá IV** Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda. (2011). Brasília, DF, Corumbá Concessões S.A. Disponível em: <https://www.corumbaconcessoes.com.br/documentos/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

PROCHAZKA, P. ; ABRHAM, J. ; CERVENY, J. ; KOBERA, SANOVA, P. ; BENES D. ; FINK, J. M. ; JIRASKOVA, E. ; PRIMASOVA S. ; SOUKUPOVA, J. ; SMUTKA L. Understanding the socio-economic causes of deforestation: a global perspective. **Frontiers in Forests and Global Change**. (2023) ; . Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/forests-and-global-change/articles/10.3389/ffgc.2023.1288365/full#ref27>. Acesso: 09 mai. 2024.

NGUYEN, T. T.; GROTE, U.; NEUBACHER, F.; RAHUT, D. B., Do, M. H.; Paudel, G. P. Security risks from climate change and environmental degradation: Implications for sustainable land use transformation in the Global South. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101322>. Acesso: 21 set. 2024.

OCHOA, J. D. Z. Ecologia política do ordenamento territorial e das áreas protegidas. Encruzilhadas na implementação do Sistema Local de Áreas Protegidas no Município de Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colômbia. **Geografares**, Vitória, Brasil, v. 4, n. 38, p. 75–99, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/44803>. Acesso em: 12 maio. 2025.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V.; CAVALCANTE, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2022.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

VESTENA, L.R.; SANTOS, R.A.A.; MACHADO, F.E.; LOPES, J.S.F. Análise temporoespacial de edificações em áreas de perigo de inundação em Guarapuava, Paraná, Brasil. **Geografares**, Vitória, Brasil, v. 4, n. 39, 2024. DOI: 10.47456/geo.v4i39.45212.

Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/45212>. Acesso em: 12 maio. 2025.

XAVIER, R. L., MENEZES, D. B., SILVA, F., L., Mapeamento de uso e ocupação do solo utilizando dados do MapBiomas: uma abordagem manual para aumento de precisão aplicada em Meridiano, São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.17, n.3, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/259409>. Acesso em: 15 dez. 2024.

ZHANG, W.; HUANG, B. Soil erosion evaluation in a rapidly urbanizing city (Shenzhen, China) and implementation of spatial land-use optimization. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, n. 19, p. 11453-11464, out. 2014 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266974099_Soil_erosion_evaluation_in_a_rapidly_urbanizing_city_Shenzhen_China_and_implementation_of_spatial_land-use_optimization. Acesso em: 11 mai. 2024.

YANG, J.; ZHANG, Z.; LI, C. Spatial optimization of green infrastructure for urban landscape sustainability: a case study of Fuzhou City, China. **Ecological Indicators**, v. 121, p. 107079, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367155276_Exploring_Urban_Green_Space_Optimization_of_the_Urban_Walking_Life_Circle_in_Fuzhou_China/figures. Acesso em: 11 mai. 2024.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Anderson Muzzolon: responsável pelo desenvolvimento teórico-conceitual, pela tradução do artigo e produção de dados.

Ruth Elias de Paula Laranja: responsável pela revisão de dados, procedimentos técnicos, suas interpretações, revisão do texto e leitura crítica.

EDITOR DO ARTIGO

Cláudio Luiz Zanotelli

*Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória, Espírito Santo, Brasil
claudio.zanotelli@ufes.br*

Artigo recebido em: 12/05/2025

Artigo aprovado em: 04/09/2025

Artigo publicado em: 05/09/2025