

ANÁLISE TEMPORAL PARA AVALIAÇÃO DA DINÂMICA HÍDRICA NA LAGOA DO IFMG CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

Aline de Sá Carvalho¹, Luiz Felipe Marques da Silva¹, Icaro Tourino Alves¹, Jonathan da Rocha Miranda¹.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Avenida Primeiro de Junho, 1043, Centro – 39705-000 - São João Evangelista-MG, Brasil, alinecarvalho81@gmail.com, luizfelipemarques857@gmail.com, icaro.alves@ifmg.edu.br, jonathan.rocha@ifmg.edu.br.

Resumo

A lagoa do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista, desempenha um papel crucial na preservação da biodiversidade e na composição da paisagem local. No entanto, tem enfrentado uma significativa redução em sua área, um fenômeno que suscita preocupações sobre as interações entre atividades humanas, variações climáticas e a saúde do ecossistema aquático. A análise temporal, utilizando dados do projeto MapBiomias e do conjunto CHIRPS, abrange o período de 1985 a 2022 e revela uma transição significativa no uso do solo, com um aumento nas áreas de mata e eucalipto, e uma redução nas áreas de pastagem e agricultura. Apesar do aumento da vegetação natural, a área da lagoa apresentou uma leve diminuição, indicando que a recuperação ambiental pode não ser suficiente para contrabalançar outros fatores, como o manejo inadequado da bacia hidrográfica, as mudanças climáticas e os impactos das práticas agrícolas e urbanas. Esses resultados destacam a importância de uma gestão integrada da bacia hidrográfica, que considere não apenas a cobertura vegetal, mas também a gestão hídrica e o controle das atividades humanas, para garantir a preservação e a sustentabilidade da lagoa a longo prazo.

Palavras-chave: Crise hídrica, Precipitação, Uso do solo.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra
Introdução

As lagoas desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade. Esses ecossistemas aquáticos oferecem habitats para uma ampla gama de espécies, incluindo aves aquáticas, peixes, anfíbios e insetos. Estudos indicam que as lagoas, mesmo as de pequeno porte, são cruciais para a conservação de espécies ameaçadas e para a preservação da diversidade biológica local. Segundo Williams *et al.* (2004), as lagoas abrigam uma maior diversidade de espécies aquáticas em comparação com outros corpos d'água de tamanho similar, como rios e lagos, o que reforça sua importância na conservação da biodiversidade.

Além disso, no contexto do paisagismo, as lagoas são elementos essenciais na criação de espaços verdes e na valorização estética de áreas urbanas e rurais. Elas não apenas contribuem para a beleza do ambiente, mas também oferecem oportunidades para recreação e educação ambiental. De acordo com Bowler *et al.* (2010), a presença de corpos d'água em parques urbanos está associada a um aumento no bem-estar psicológico das pessoas, promovendo uma conexão mais forte com a natureza e incentivando práticas de conservação. Dessa forma, lagoas integradas ao paisagismo têm um papel importante na melhoria da qualidade de vida humana e na promoção de ambientes mais sustentáveis.

A Lagoa do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), localizada no campus de São João Evangelista, é um marco ambiental e cultural significativo para a região. Conhecida por sua beleza cênica, a lagoa se destaca como um cartão-postal da cidade, atraindo estudantes, pesquisadores e visitantes. Entretanto, nos últimos anos, a lagoa tem enfrentado desafios significativos, principalmente relacionados ao seu esvaziamento progressivo. Esse fenômeno suscita preocupações e levanta questões sobre as interações entre atividades humanas, variações climáticas e a saúde desse ecossistema aquático.

O esvaziamento observado pode ser atribuído a uma combinação de fatores, como mudanças no uso do solo nas áreas de cabeceira, períodos prolongados de seca e a possibilidade de vazamentos estruturais na própria lagoa. Nesse contexto, o mapeamento por meio de imagens de satélite é uma ferramenta valiosa para o monitoramento detalhado das mudanças na cobertura do solo e nos recursos

hídricos, aspectos essenciais para uma gestão ambiental eficaz. Segundo Turner *et al.* (2007), a análise temporal da paisagem com o uso de imagens de satélite é crucial para detectar padrões de mudança, identificar áreas vulneráveis e avaliar os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas.

A utilização de séries temporais de imagens de satélite permite correlacionar as mudanças no espelho d'água com variações climáticas, como períodos de seca ou aumento de temperatura, conforme discutido por Cohen *et al.* (2016). Essa correlação é vital para entender como o clima influencia a dinâmica hídrica da lagoa e para prever possíveis cenários futuros em função das mudanças climáticas globais. O objetivo deste estudo foi utilizar dados orbitais em séries temporais para monitorar e relacionar as mudanças no espelho d'água da lagoa com o uso do solo na bacia hidrográfica e o regime hídrico da região, a fim de determinar se há uma relação com a diminuição do volume de água na lagoa.

Metodologia

A lagoa estudada, localizada no campus do Instituto Federal de Minas Gerais em São João Evangelista (IFMG/SJE), desempenha um papel central tanto no ecossistema local quanto na vida cotidiana do campus. Geograficamente, a lagoa situa-se nas coordenadas 18° 32' 52" S de latitude e 42° 45' 48" W de longitude, a uma altitude de 690 metros. O clima da região, classificado como Cwa segundo Köppen-Geiger (Alvares *et al.*, 2013), caracteriza-se por invernos secos e verões quentes e úmidos, com uma temperatura média anual de 15°C e uma precipitação média anual de 1.377 mm.

Para a análise do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica que alimenta a lagoa, foram utilizados dados do projeto MapBiomias, abrangendo o período de 1985 a 2022. O MapBiomias emprega imagens da série Landsat, associadas a técnicas avançadas de processamento digital, para gerar séries temporais anuais de mapas detalhados de uso e cobertura do solo, conforme descrito por Banchemo *et al.* (2020). Os dados de precipitação foram obtidos do conjunto CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data*), que também abrange o período de 1985 a 2022. O CHIRPS combina estimativas de precipitação geradas por satélites com dados observacionais terrestres, oferecendo uma série temporal robusta e confiável (Funk *et al.*, 2015). Além desses dados, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE), derivado do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), para a análise do relevo e a delimitação precisa da bacia hidrográfica.

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada através do processamento do MDE, que incluiu etapas fundamentais como a correção de depressões, determinação da direção de fluxo e cálculo do fluxo acumulado. Com essas informações, foi possível identificar o ponto exutório da bacia, definindo seus limites. Com a bacia delimitada, seu contorno foi importado para a plataforma *Google Earth Engine* (GEE), onde serviu de base para a análise das imagens do MapBiomias. No GEE, as imagens foram reclassificadas, atribuindo-se um valor específico (0,09, correspondente à área de um pixel em hectares) aos pixels que representavam o espelho d'água, enquanto os demais pixels foram classificados de acordo com outras categorias de uso do solo.

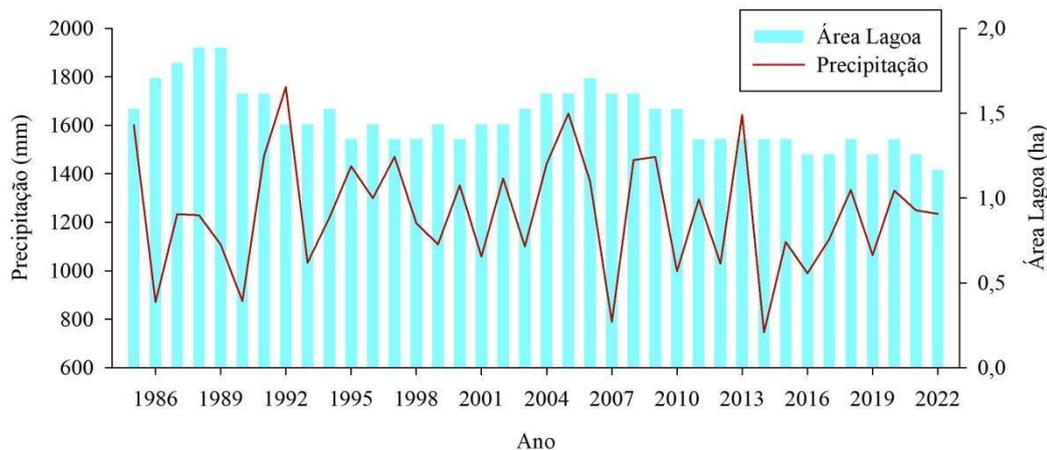
Uma análise temporal foi então realizada, somando-se os pixels classificados como água dentro do polígono da bacia para o período de 1985 a 2022. Esse procedimento permitiu monitorar a evolução da área da lagoa ao longo dos anos. O mesmo processo foi aplicado às áreas naturais identificadas nas imagens do MapBiomias, permitindo uma análise detalhada da evolução dessas áreas dentro da bacia hidrográfica. Em paralelo, os dados de precipitação do CHIRPS foram processados para calcular a precipitação anual dentro dos limites da bacia, com os valores extraídos dos pixels correspondentes. Esses dados foram então somados para obter totais anuais, abrangendo todo o período de estudo.

Os resultados da área da lagoa foram comparados com os dados de uso do solo e precipitação, buscando-se identificar possíveis relações entre as variações na área do espelho d'água, os padrões de precipitação e a evolução das áreas naturais ao longo da bacia hidrográfica.

Resultados

A relação entre a precipitação e a área da lagoa, embora inicialmente esperada como direta, não se revela tão simples, conforme observado na Figura 1. Em alguns anos, a precipitação é alta, mas a área da lagoa não aumenta proporcionalmente; em outros, a área da lagoa se expande sem uma correspondência evidente com o aumento das chuvas.

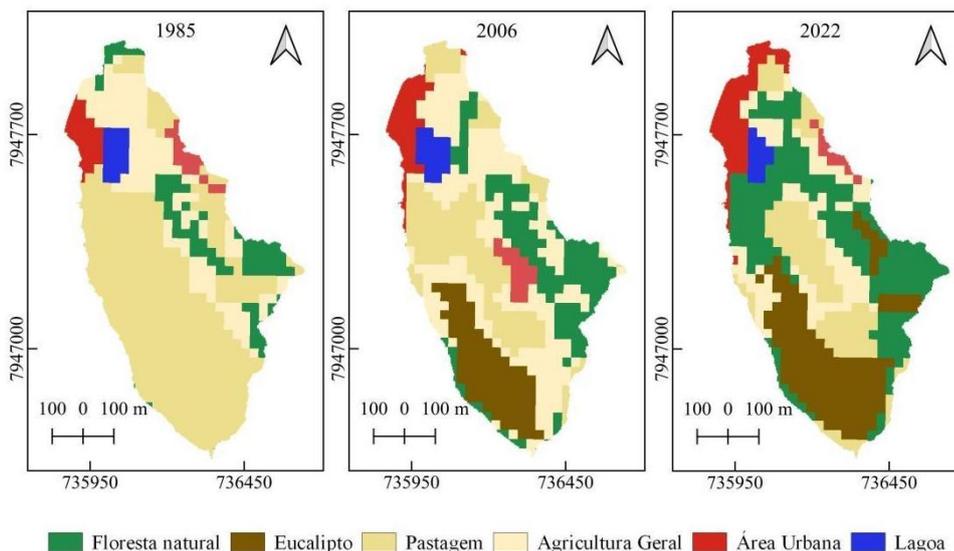
Figura 1. Área da lagoa e precipitação total anual de 1985 a 2022



Fonte: Dos autores

A análise dos dados sugere um cenário de transição no uso do solo, com uma clara tendência de aumento nas áreas de mata e eucalipto, juntamente com uma diminuição significativa das pastagens e da agricultura geral (Figura 2).

Figura 2. Uso e ocupação do solo de 1985, 2006 e 2022 para bacia que contribui para a lagoa



Sistema de projeção UTM SIRGAS 2000 Fuso 23

Fonte: Dos autores.

A área de floresta natural apresentou um crescimento substancial ao longo dos anos, passando de 7,38 em 1985 para 19,98 em 2022 (Tabela 1). Por outro lado, a área destinada a pastagem diminuiu drasticamente, de 37,71 em 1985 para apenas 12,06 em 2022. O surgimento de áreas plantadas com eucalipto, inexistente em 1985, mas crescendo para 7,83 em 2006 e 13,23 em 2022, reflete a necessidade do campus em possuir áreas de silvicultura em função do curso de engenharia florestal.

Tabela 1. Área do uso e ocupação do solo em hectares para os anos de 1985, 2006 e 2022

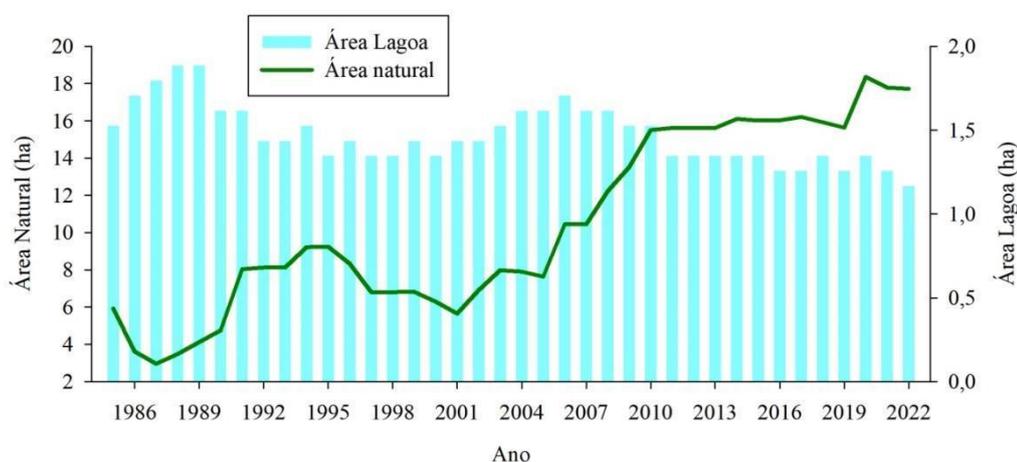
Uso do solo	1985	2006	2022
-------------	------	------	------

Floresta natural	7,38	12,24	19,98
Pastagem	37,71	14,58	12,06
Eucalipto	0	7,83	13,23
Agricultura geral	12,24	20,88	9,36
Área urbana	4,14	5,76	7,2
Lagoa	1,53	1,71	1,17

Fonte: Dos autores.

Observando as duas variáveis, percebe-se que o aumento na área natural coincide com o período de leve declínio na área da lagoa. Embora a área natural tenha aumentado significativamente, isso não parece ter um impacto direto positivo na área da lagoa, que, em vez de crescer, diminuiu levemente (Figura 3).

Figura 3. Área natural e área da lagoa no período de 1985 a 2022



Fonte: Dos autores

Essa relação sugere que, embora a recuperação ou expansão das áreas naturais seja positiva do ponto de vista ambiental, outros fatores podem estar contribuindo para a redução da área da lagoa, como o manejo inadequado da bacia hidrográfica, alterações climáticas e o impacto cumulativo de práticas agrícolas e urbanas na região.

Discussão

A dinâmica observada desafia a expectativa inicial de uma correlação linear e direta entre o aumento da precipitação e a expansão da área da lagoa, revelando uma relação não linear que é consistente com a literatura científica. Segundo Wang *et al.* (2011), a hidrodinâmica de lagos e lagoas é influenciada por uma série de fatores, incluindo a geomorfologia, o uso do solo e as condições climáticas, as quais em conjunto, podem alterar a resposta dos corpos d'água à precipitação anual.

A análise do uso do solo na bacia hidrográfica revela uma transição significativa, com o aumento das áreas de mata e eucalipto e a redução de áreas de pastagem e agricultura. Este fenômeno está alinhado com estudos que demonstram como as mudanças no uso do solo podem impactar os fluxos de água e a recarga de aquíferos. De acordo com Zhang *et al.* (2017), o aumento da cobertura florestal pode reduzir o escoamento superficial e aumentar a evapotranspiração, o que pode, paradoxalmente, levar a uma redução do volume de água disponível para corpos hídricos em certas condições.

A diminuição observada na área da lagoa, apesar do aumento da vegetação natural, pode ser explicada por diversos fatores. Alterações nos padrões de precipitação e o aumento da

evapotranspiração, resultantes das mudanças climáticas, são fatores frequentemente mencionados como influentes na disponibilidade de água em ecossistemas de água doce (IPCC, 2014).

Como afirmado por Scanlon *et al.* (2007), é essencial considerar a complexidade dos processos hidrológicos e ecológicos para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos em longo prazo. Essa abordagem integrada é crucial para preservar a saúde e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos, especialmente diante das crescentes pressões ambientais e climáticas.

Conclusão

A análise das séries temporais de dados de satélite e precipitação revelou uma relação complexa entre as mudanças no uso do solo, o regime hídrico e a área da Lagoa do IFMG no campus de São João Evangelista. Embora tenha ocorrido um aumento significativo nas áreas de vegetação natural e plantios de eucalipto ao longo dos anos, esse crescimento não resultou em uma expansão da área da lagoa, que, ao contrário, apresentou uma leve diminuição. Esse resultado sugere que a recuperação da cobertura vegetal, por si só, não é suficiente para reverter a tendência de redução da lagoa. Isso sugere que fatores adicionais, como o manejo da bacia hidrográfica, as mudanças climáticas e as práticas de uso do solo, podem exercer um papel fundamental na dinâmica da lagoa.

Referências

BANCHERO, S. *et al.* Recent land use and land cover change dynamics in the Gran Chaco Americano. In: INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES - ISPRS ARCHIVES, 2020, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: IEEE, 2020. p. 369–372.

BOWLER, D. E. *et al.* Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**, [s. l.], v. 97, n. 3, p. 147-155, 2010.

COHEN, W. B.; YANG, Z.; KENNEDY, R. E. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync—Tools for calibration and validation. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 151, p. 143-157, 2016.

FUNK, C. *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations - A new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1–21, 2015.

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

SCANLON, B. R. *et al.* Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: Quantity versus quality. **Water Resources Research**, [s. l.], v. 43, n. 3, 2007.

SUN, G. *et al.* Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, [s. l.], v. 120, n. 12, p. 2371-2392, 2015.

TURNER, M. G.; LAMBIN, E. F.; REENBERG, A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 104, n. 52, p. 20666-20671, 2007.

WANG, X. *et al.* Water resources management: Water quantity and quality at the basin scale. **Hydrological Processes**, [s. l.], v. 25, n. 16, p. 2425-2432, 2011.

WILLIAMS, P. *et al.* Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in southern England. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 115, n. 2, p. 329-341, 2004.

ZHANG, M.; WEI, X.; LIU, W. Long-term effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 23, n. 11, p. 4743-4753, 2017.