

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA EM FLORIANÓPOLIS A PARTIR DE IMAGENS SENTINEL-2

Spatiotemporal Assessment of Land Use and Land Cover in Florianópolis Using Sentinel-2 Imagery

Bruno Joukoski Jalowski

Universidade Federal de Santa Catarina

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

bruno.jalowski@gmail.com

Guilherme Silva Salgueiro

Universidade Federal de Santa Catarina

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

guilhermessalgueiro1@gmail.com

Renan Furlan de Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Civil

renan.furlan@ufsc.br

Resumo:

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo realizar uma análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra baseada no processamento de imagens de sensoriamento remoto. A metodologia é composta por três etapas principais: caracterização da área de estudo, organização do banco de dados geográficos, e reclassificação das imagens. Para isso, foi utilizada a plataforma Google Earth Engine e um Sistema de Informação Geográfica. As imagens são da Coleção Beta da Plataforma MapBiomias, do satélite Sentinel-2. Os resultados apontam para taxas de mudança nas classes de uso e cobertura da terra que variam entre 7% e 146% positivamente, e entre 0,14% e 16% negativamente. Portanto, esta abordagem contribui para a obtenção de importantes indicadores para o diagnóstico territorial e ambiental no contexto do planejamento e gestão municipal a médio e longo prazo.

Palavras-chave: MapBiomias, processamento de imagens, sensoriamento remoto.

Abstract:

This research aims to conduct a spatiotemporal analysis of land use and land cover based on remote sensing image processing. The methodology consists of three main stages: characterization of the study area, organization of the geographic database, and image reclassification. For this purpose, the Google Earth Engine platform and a Geographic Information System were utilized. The images used are from the Beta Collection of the MapBiomias Platform, sourced from the Sentinel-2 satellite. The results indicate changes in land use and land cover classes, with positive changes ranging from 7% to 146% and negative changes from 0.14% to 16%. Therefore, this approach provides significant indicators for territorial and environmental diagnosis within the context of medium- and long-term municipal planning and management.

Keywords: MapBiomias, image processing, remote sensing.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os impactos associados às mudanças no uso e cobertura da terra sobre os processos naturais têm aumentado drasticamente, assim como, as investigações sobre esse tema, o que reforça a importância na mudança ambiental em níveis globais e regionais (GUO *et al.*, 2020; LAN *et al.*, 2023; VUKEYA *et al.*, 2023; WANG, 2023). Uma abordagem tradicionalmente utilizada para caracterizar as mudanças de uso e cobertura da terra e seus impactos, ao longo do tempo, é a utilização dos dados de sensoriamento remoto (JENSEN, 2014) aliado, por exemplo, às diversas técnicas de processamento digital de imagens (JENSEN, 2016).

Diversas organizações, sociedades e comitês têm trabalhado nesta temática, como por exemplo a International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), através das comissões “III - Remote Sensing” e “IV - Spatial Information Science”. No que se refere à comissão III, dentre os objetivos do “WG III/4 - Landuse and Landcover Change Detection”, destacam-se: investigar e aprimorar algoritmos e metodologias para mapeamento e detecção das mudanças no uso e cobertura da terra; aprofundar os estudos de séries temporais; monitorar e analisar mudanças no uso e cobertura da terra, aprofundar os estudos da dinâmica de uso e cobertura da terra em diferentes regiões do mundo; e cooperar com sociedades de informação geoespacial, tais como a International Cartographic Association (ICA) e a International Federation of Surveyors (FIG), contribuindo com dados de sensoriamento remoto e atualização de bases de dados espaciais.

As investigações e análises sobre as transformações do território são essenciais para identificar os aspectos naturais, para a preservação dos recursos ambientais e, atividades antrópicas, como a expansão urbana, e os impactos ambientais, seja em cenários locais, regionais ou globais (WULDER *et al.*, 2016; MOHANRAJAN *et al.*, 2020). No Brasil, a plataforma MapBiomas (SOUZA; AZEVEDO, 2017) aponta que em cerca de 37 anos, a Amazônia perdeu 9,7% de sua vegetação natural, o que reforça a necessidade de uma ação internacional integrada para reverter a tendência de destruição. Adicionalmente, nos últimos 30 anos, o Brasil perdeu cerca de 1,5 milhão de hectare de superfície de água. Em um contexto internacional, em 374 anos, o Peru perdeu 49,9% de suas geleiras e 3,9% de sua vegetação natural, devido às mudanças climáticas e ao carbono negro causado pela queima da Amazônia. Neste mesmo país, as geleiras alimentam as nascentes dos grandes rios, fornecendo água para milhões de pessoas (MAPBIOMAS PERU, 2023). Diante disso, os dados chamam a atenção das instituições, da comunidade científica e da população em geral.

No contexto do uso e cobertura da terra e suas dinâmicas, diversas metodologias e abordagens têm sido propostas, com a finalidade de contribuir com diagnósticos ambientais, muitas vezes multitemporais, otimizando futuras ações de planejamento ambiental, restauração de áreas degradadas, e políticas públicas sustentáveis em prol da proteção ambiental e do desenvolvimento regional. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação espaço-temporal do uso e cobertura da terra para o município de Florianópolis, entre 2016 e 2022, a partir da Coleção Beta da plataforma MapBiomas, e apresentar indicadores quantitativos, a fim de contribuir com o entendimento e a interpretação da modificação da paisagem nos últimos anos.

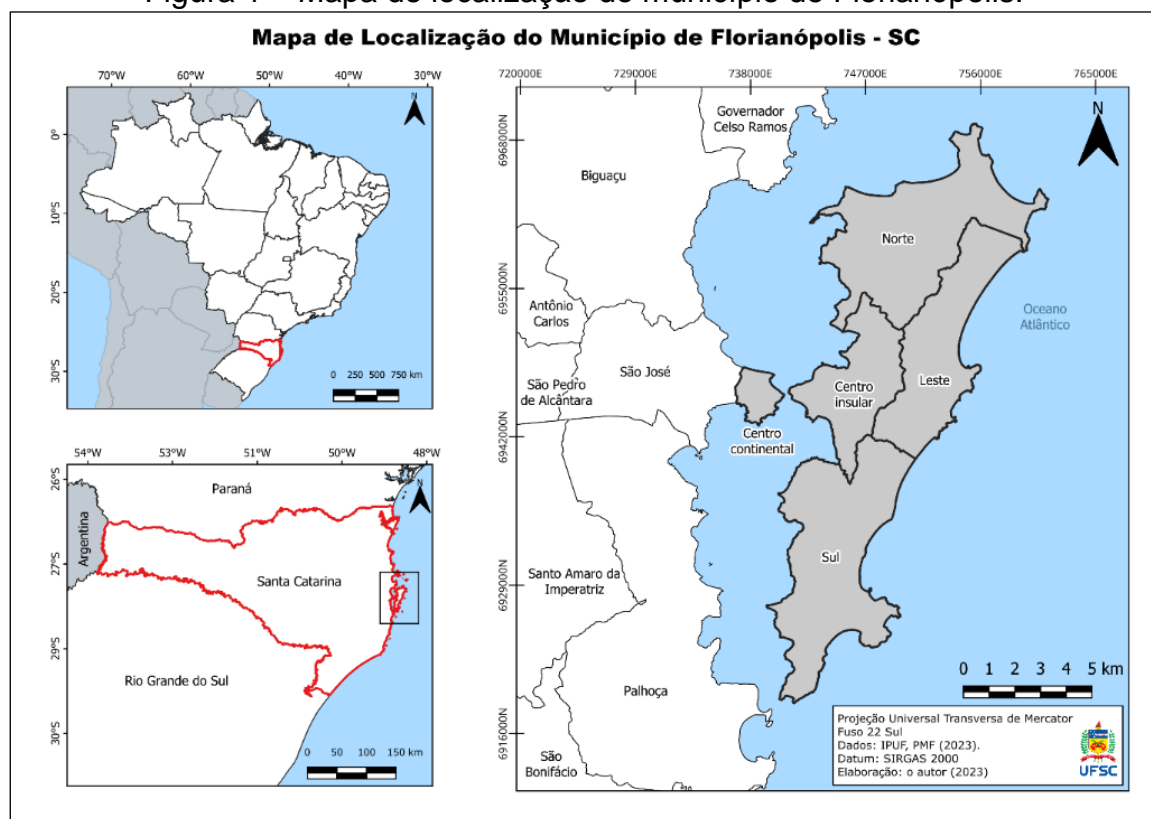
2 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra para Florianópolis-SC foi realizada em três etapas: caracterização da área de estudo; organização da base de dados geográficos e; reclassificação das imagens. A abordagem do MapBiomass, que abrange todo o processo de aquisição de imagens, pré-processamento, classificação, pós-classificação, validação e acurácia em relação aos dados de uso e cobertura da terra, pode ser consultada em MapBiomass (2023) e Souza *et al.* (2020).

2.1 Área de estudo

Florianópolis, a capital do estado de Santa Catarina, foi selecionada devido aos aspectos da topografia irregular, além da variedade de ecossistemas e uma ocupação do solo complexa. A capital catarinense passou por um notável aumento populacional nos últimos anos, resultando em mudanças significativas na paisagem anteriormente caracterizada por baixa densidade demográfica, especialmente em meio a uma segregação socioespacial evidente (IBGE, 2022). Este crescimento populacional, juntamente com a valorização imobiliária e turística, tem impactado severamente os diversos usos da terra, refletindo em uma transformação desigual devido à complexidade do território. O mapa de localização é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Florianópolis.



Fonte: os autores (2024).

2.2 Base de dados geográficos: imagens e geometrias

A base cartográfica foi composta pela malha municipal de Florianópolis, em sua versão mais atual de 2022, fornecida pelo IBGE, bem como pelos dados de uso e cobertura da terra da plataforma MapBiomas - Coleção Beta (MAPBIOMAS, 2022), que disponibiliza imagens com resolução espacial de 10 m/pixel, do satélite Sentinel-2. A partir disso, foram selecionadas sete imagens, entre os anos de 2016 e 2022, anualmente, para Florianópolis, período completo de disponibilidade de imagens do satélite Sentinel-2. A seleção e download das imagens foram realizados a partir do *toolkits* da Coleção Beta, disponibilizados pela plataforma MapBiomas, com o auxílio do processamento via *Google Earth Engine*. A base cartográfica foi manipulada em um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e de código aberto, o QGIS, versão 3.28.4

2.3 Reclassificação das imagens Sentinel-2

A projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 22 Sul e o *datum* SIRGAS 2000 foram adotados para as sete imagens Sentinel-2, possibilitando o cálculo de áreas das classes. Adicionalmente, foi realizada a reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra, com base no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (IBGE, 2013). As classes e subclasses, nível 1, 2, 3 e 4 da Coleção Beta do MapBiomas foram generalizadas a partir dos códigos da legenda para os valores de pixel (MAPBIOMAS, 2023), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Uso e cobertura da terra a partir da Coleção Beta, classe nível 1 (MapBiomas) e do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE.

Classes nível 1	Classes agrupadas: Coleção Beta do MapBiomas
Floresta	Formação florestal; formação savânica; mangue; floresta alagável (beta) e restinga arbórea.
Formação Natural não Florestal	Campo alagado e área pantanosa; formação campestre; apicum, afloramento rochoso; restinga herbácea e outras formações não florestais.
Agropecuária	Pastagem; agricultura (lavoura temporária e lavoura perene); silvicultura e mosaico de usos.
Área não Vegetada	Praia, duna e areal; área urbanizada; mineração e outras áreas não vegetadas.
Corpo d'água	Rio, lago e oceano; aquicultura.







Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Ressalta-se que o processamento das imagens Sentinel-2, da Coleção Beta, foi realizada no software QGIS, versão 3.28.4, com o *Semi Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, 2021). Dentre as diversas possibilidades que o *plugin* oferece aos usuários, destacam-se, no contexto deste trabalho de pesquisa, a comparação entre as classificações de diferentes datas e o cálculo de estatísticas de classe, como número de pixels, porcentagem e área, conforme cada uma das classes de nível 1, as quais foram definidas e apresentadas na Tabela 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes apresentadas (Tabela 1) foram especificadas graficamente, a partir da adaptação da legenda originalmente proposta pela Coleção Beta da plataforma MapBiomias, em conjunto com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). A especificação gráfica das cinco classes de nível 1 é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Especificação gráfica das classes de nível 1: uso e cobertura da terra para elaboração das representações.

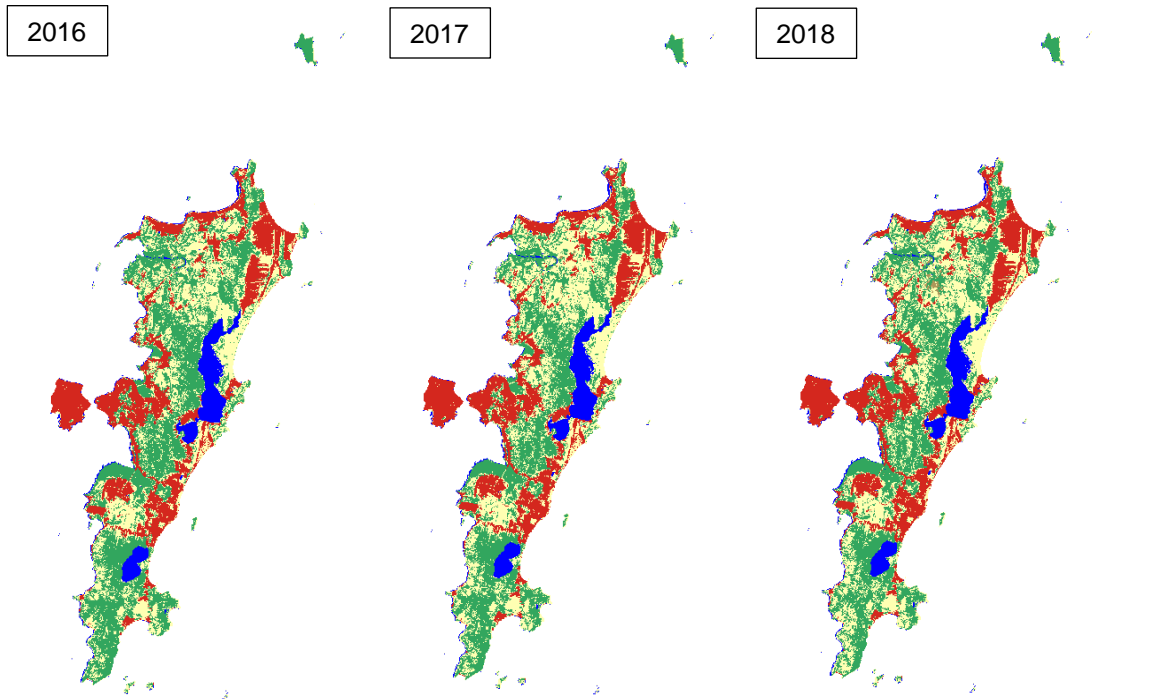
Variável (mapa)	Classe de informação	Subclasse de informação	Variável visual	Sistema de cor (Hexacode number)	Símbolo
Uso e cobertura da terra	Classes nível 1	Floresta	Cor matiz	#32a65e	
		Formação natural não florestal		#ad975a	
		Agropecuária		#FFFFB2	
		Área não vegetada		#d4271e	
		Corpo d'água		#0000FF	
	Limite de Florianópolis			#000000	

Fonte: os autores (2024).

Os resultados da reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra para o município de Florianópolis, entre os anos de 2016 e 2022, a partir das imagens Sentinel-2, da Coleção Beta, são apresentados, nas Figuras 2, 3 e 4, anualmente. A especificação gráfica proposta na Tabela 2 foi aplicada para todas as representações cartográficas temáticas exibidas na sequência.

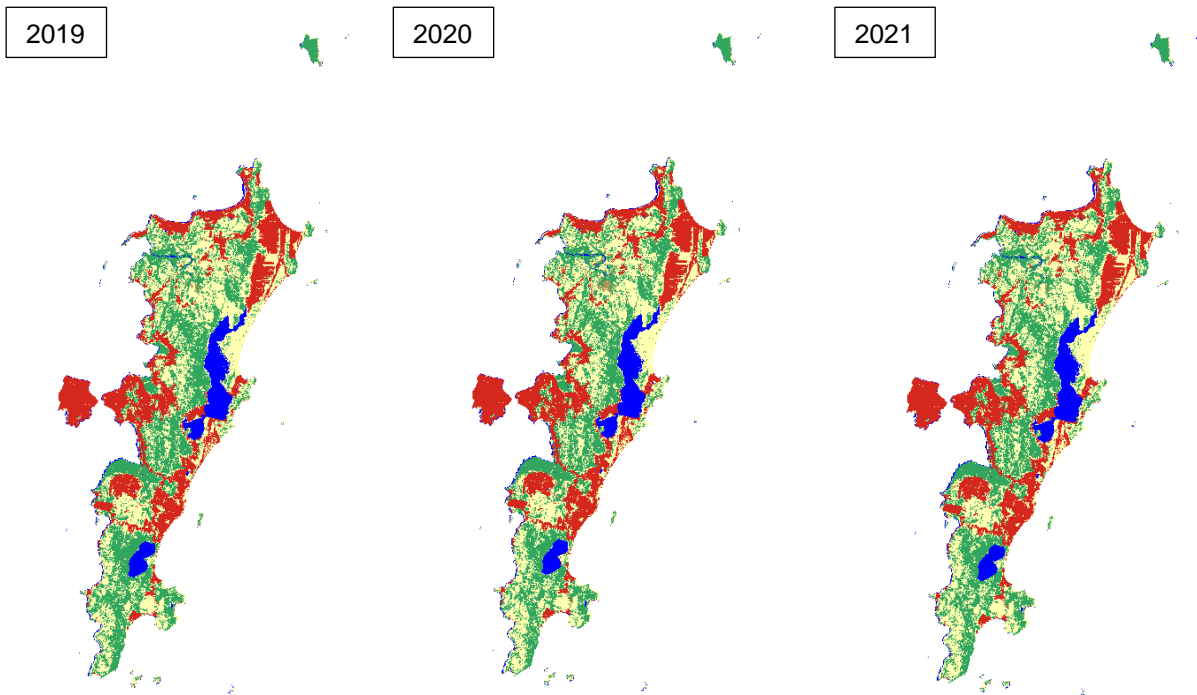
A transição temporal e as mudanças entre classes, considerando os anos de 2016 e 2022, foram representadas graficamente por meio do diagrama de Sankey, apresentado na Figura 5. Ressalta-se que o diagrama de Sankey foi originalmente proposto por Schmidt (2008). Adicionalmente, obteve-se a matriz de transição, apresentada na Tabela 3, considerando as diferentes classes em 2016 e as suas mudanças em 2022. As áreas para cada classe de uso e cobertura da terra e o percentual de alteração também foram calculados, como apresenta a Tabela 4, na sequência.

Figura 2 – Uso e cobertura da terra para Florianópolis (2016 a 2018).



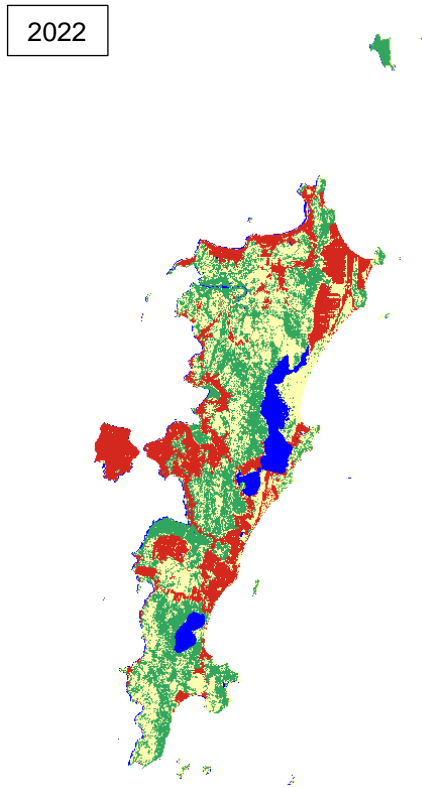
Fonte: os autores (2024).

Figura 3 – Uso e cobertura da terra para Florianópolis (2019 a 2021).



Fonte: os autores (2024).

Figura 4 – Uso e cobertura da terra para Florianópolis em 2022.



Fonte: os autores (2024).

Tabela 3 – Matriz de transição: uso e cobertura da terra (2016 – 2022).

2016 \ 2022	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água	Total aproximado (km²)
Floresta	138,179	0,011	33,064	0,657	0,264	172,180
Formação natural não florestal	0,005	0,080	0,229	0	0,002	0,318
Agropecuária	6,725	0,687	117,623	7,493	0,379	132,911
Área não vegetada	0,006	0	0,514	104,884	0,088	105,497
Corpo d'água	0,065	0	0,451	0,261	31,190	31,971
Total aproximado (km²)	144,986	0,779	151,885	113,301	31,926	442,868

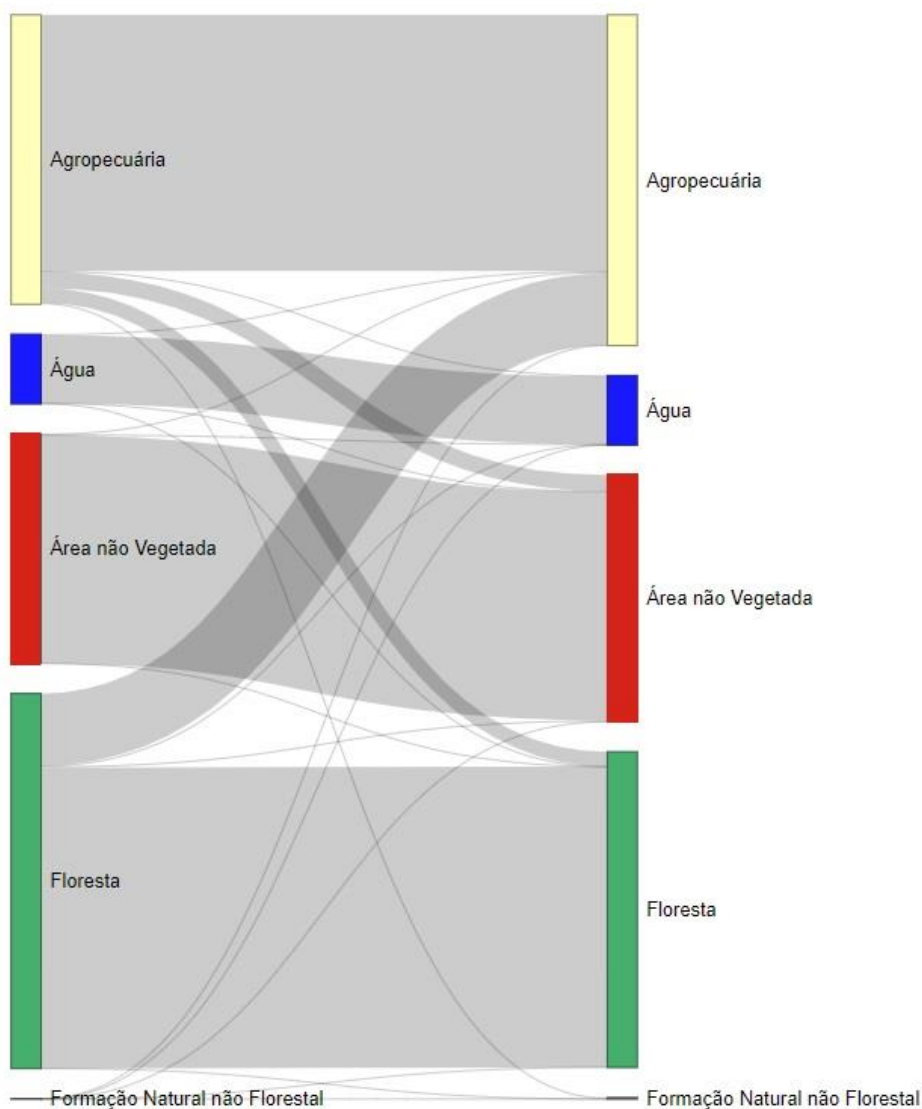
Fonte: os autores (2024).

Tabela 4 – Áreas calculadas e percentual de alteração do uso e cobertura da terra entre 2016 e 2022 para o município de Florianópolis.

Classes	Área (km ²)	Área (km ²)	Mudança (%)
	2016	2022	
Floresta	172,180	144,986	-15,79
Formação Natural não Florestal	0,318	0,779	145,03
Agropecuária	132,911	151,885	14,28
Área não vegetada	105,497	113,301	7,40
Corpo d' Água	31,971	31,926	-0,14

Fonte: os autores (2024).

Figura 5 – Diagrama de Sankey: uso e cobertura da terra (2016 – 2022).



Fonte: os autores (2024).

Com base nos resultados apresentados nas Figuras 2, 3 e 4, bem como nas Tabelas 3 e 4, nota-se que a classe de uso e cobertura da terra que mais sofreu alteração entre 2016 e 2022 é a formação natural não florestal, que apresentou um crescimento de aproximadamente 0,461 km², o que representa um aumento de 145,03%. Entretanto, essa alteração ocorreu para uma classe de baixa magnitude, devido a sua baixa expressividade e manifestação em relação às demais classes de uso e cobertura da terra. No mesmo período, a classe floresta resultou em uma diminuição de 15,79%, o que representa aproximadamente 27,194 km².

De acordo com o Diagrama de Sankey, apresentado na Figura 5, observa-se que no período entre 2016 e 2022, parte da classe floresta foi alterada para a classe agropecuária, mesmo que uma pequena parte da classe agropecuária tenha sido alterada para a classe floresta, no mesmo período, porém, com bem menos magnitude. Diante disso, a maior expressividade da mudança de uso e cobertura da terra em área está relacionada à diminuição da classe floresta e ao aumento da classe agropecuária, a qual teve uma alteração de 14,28%, o que representa cerca de 18,974 km². Ademais, observando as alterações no módulo de transições da plataforma Mapbiomas, pôde-se verificar que o desflorestamento ocorreu de forma substancialmente dispersa ao longo do território insular, no entanto com maior presença nas regiões Centro insular, Norte e Leste (MAPBIOMAS, 2023). Uma associação importante deve-se à maior concentração populacional nessas áreas, onde a pressão demográfica impulsiona o desmatamento (DEFRIES et al., 2010).

De forma menos expressiva, destaca-se as alterações das classes área não vegetada e corpo d'água. Em relação à classe área não vegetada, pode-se observar um crescimento de 7,4% no período, o que corresponde a uma área de aproximadamente 7,804 km². É importante destacar que uma das subclasses da classe área não vegetada corresponde à área urbanizada, e em 2016, o município de Florianópolis já havia sido impactado com aumento populacional exponencial, e conseqüentemente, com um crescimento urbano exacerbado. Durante o período analisado, o município sofreu um aumento de mais de 59 mil habitantes em sua população, o que representa uma taxa de aproximadamente 12,43% (IBGE, 2022). Esse alto crescimento em um curto período é responsável significativamente de forma direta e indireta nas demais classes de mudanças do uso e ocupação da terra na capital. De forma que, simultaneamente ao aumento da população e área urbana, a demanda por produtos advindos da área agropecuária cresce, ocorrem alterações nas legislações ambientais, nos planos diretores, e em outros processos determinantes.

Quanto à classe corpo d'água, houve uma diminuição de 0,14%, o que corresponde a uma área de aproximadamente 0,045 km², indicando uma resposta positiva para o período analisado, a partir de uma grande preservação do corpo hídrico, entre 2016 e 2022. Por se tratar de uma mudança quantitativamente baixa e geograficamente esparsa, é impreciso atribuir uma causa específica ao ocorrido, podendo tratar-se de fatores naturais, como períodos de estiagem, ou antrópicos, como mudanças climáticas, assoreamento, ocupação da superfície, entre outros.

4 CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho de pesquisa evidenciam mudanças importantes no uso e cobertura da terra em Florianópolis entre 2016 e 2022, com implicações relevantes para o planejamento urbano e a gestão ambiental. O crescimento da classe de formação natural não florestal, embora expressivo em termos percentuais, revela uma mudança em uma classe de baixa magnitude quantitativa, sendo assim, tornando difícil a tarefa de inferir parâmetros e justificar ocorrências para o período analisado.

A redução de 15,79% na cobertura florestal, correspondente a aproximadamente 27,194 km², é alarmante e indica uma tendência preocupante de desmatamento, particularmente nas regiões com maior densidade populacional. Esta dinâmica sugere que a pressão demográfica, associada à demanda crescente por espaço urbano e produtos agropecuários, está contribuindo para a degradação ambiental. É essencial que políticas públicas considerem essa realidade para implementação de medidas de proteção e recuperação das áreas florestais, a médio e longo prazo, especialmente nas regiões mais afetadas. Além disso, o aumento de 14,28% na classe agropecuária, resultando em cerca de 18,974 km² de conversão de áreas florestais, enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada que promova práticas sustentáveis de uso da terra. A expansão da agropecuária deve ser cuidadosamente regulamentada para evitar a degradação dos recursos naturais e garantir a conservação da biodiversidade local.

O crescimento populacional de mais de 59 mil habitantes em apenas seis anos também reforça a urgência de revisões nas legislações ambientais e nos planos diretores, visando um desenvolvimento urbano que seja sustentável e que minimize os impactos sobre o meio ambiente. Estratégias que envolvam a participação da comunidade local na gestão do território podem ser fundamentais para alcançar um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

A leve diminuição da classe corpo d'água reflete na importância da preservação dos recursos hídricos da região. Fatores naturais e antrópicos devem ser monitorados para garantir a manutenção da qualidade e quantidade desses corpos d'água, que são essenciais para a saúde dos ecossistemas, bem como para a qualidade de vida da população. Em suma, os dados e as informações reveladas neste estudo poderão fornecer suporte para promover ações efetivas de gestão ambiental e urbanística em Florianópolis, com foco na sustentabilidade e na proteção dos recursos naturais frente ao crescimento urbano e demográfico.

Ressalta-se que, com a utilização dos dados do Sentinel-2, houve um ganho no que se refere à resolução espacial das imagens, correspondentes 10 m/pixel, em comparação aos dados da série Landsat, com resolução de 30 m/pixel da Coleção 8.0 da plataforma MapBiomas; embora também é possível observar uma diminuição na consistência temporal, sendo esta uma limitação do presente trabalho de pesquisa. Por conseguinte, o avanço no campo do sensoriamento remoto e a integração de suas tecnologias com as necessidades práticas de gestão oferecem insights cruciais para entender as mudanças ambientais e socioeconômicas em curso, e proporcionam uma base sólida para orientar políticas públicas e práticas de gestão ambiental futuras. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a exploração das mais diversas ferramentas e produtos disponibilizados pela plataforma MapBiomas, bem como o uso de outros

conjuntos de imagens, metodologias e técnicas de sensoriamento remoto com o objetivo de investigar a análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra para diferentes regiões do Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo apoio financeiro ao segundo autor durante o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

CONGEDO, L. Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. **Journal of Open Source Software**, v. 6, n. 64, p. 3172, 2021.

DEFRIES, R. S.; RUDEL, T.; URIARTE, M.; HANSEN, M. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, 3, 178-181. 2010.

GUO, A.; YANG, J.; SUN, W.; XIAO, X.; CECILIA, J. X.; JIN, C.; LI, X. Impact of urban morphology and landscape characteristics on spatiotemporal heterogeneity of land surface temperature. **Sustainable Cities and Society**, v. 63, p. 102443, 2020

IBGE. Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2013.

IBGE. **Portal Cidades: Florianópolis - Panorama**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 02 jun. 2024.

JENSEN, R. J. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. Harlow, Pearson New International Edition, 2 ed, Pearson Education Limited Edinburgh Gate, 619p., 2014.

JENSEN, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**; Prentice Hall Inc.: Hoboken, NJ, USA, 4 ed, 2016.

LAN, Y.; CHEN, J.; YANG, Y.; LING, M.; YOU, H.; HAN, X. Landscape Pattern and Ecological Risk Assessment in Guilin Based on Land Use Change. **International Journal of Environmental Research and Public Health**; v. 20, n. 3, p. 2045, 2023.

MAPBIOMAS. **Coleção Beta de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial**. 2022. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/en/mapbiomas-cobertura-10m/>. Acesso em: 15 fev 2024.

MAPBIOMAS. **MapBiomass General Handbook**: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD): Collection 8, v. 1. 2023.

MAPBIOMAS PERU. **Coleção 1.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo no Peru**. Disponível em: <https://plataforma.peru.mapbiomas.org/>. Acesso em 13 mar 2024.

MOHANRAJAN, S. N.; LOGANATHAN, A.; MANOHARAN, P. Survey on Land Use/Land Cover (LU/LC) change analysis in remote sensing and GIS environment: Techniques and Challenges. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 29900-29926, 2020.

SCHMIDT, M. The Sankey diagram in energy and material flow management: Part I: History. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 1, p. 82–94, 2008.

SOUZA, C.; AZEVEDO, T. **MapBiomass general handbook**. MapBiomass: São Paulo, Brazil, p. 1-23, 2017.

SOUZA, C. M.; JR.; Z. SHIMBO, J.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; A. ALENCAR, A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; G. FERREIRA, L.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; DE OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

VUKEYA, L. R.; MOKOTJOMELA, T. M.; MALEBO, N. J.; SMITH, D. A. E.; OKE, S. The vegetation cover dynamics and potential drivers of habitat change over 30 years in the Free State National Botanical Garden, South Africa. **Regional Environmental Change**, v. 23, n. 1, p. 1-16, 2023.

WANG, X. Remote Sensing Applications to Climate Change. **Remote Sensing**, v. 15, n. 3, p. 747, 2023.

WULDER, M. A.; WHITE, J. C.; LOVELAND, T. R.; WOODCOCK, C. E.; BELWARD, A. S.; COHEN, W. B.; FOSNIGHT, E. A.; SHAW, J.; MASEK, J. G.; ROY, D. P. The global Landsat archive: Status, consolidation, and direction. **Remote Sensing of Environment**, v. 185, p. 271-283, 2016.