

USO E COBERTURA DA TERRA EM FLORIANÓPOLIS: UMA PERSPECTIVA DE QUASE QUATRO DÉCADAS

Land Use and Land Cover in Florianópolis: A Nearly Four-Decade Perspective

Guilherme Silva Salgueiro

Universidade Federal de Santa Catarina

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

guilhermessalgueiro1@gmail.com

Bruno Joukoski Jalowski

Universidade Federal de Santa Catarina

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

bruno.jalowski@gmail.com

Renan Furlan de Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Civil

renan.furlan@ufsc.br

Resumo:

Esta pesquisa apresenta um estudo capaz de analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra, baseada no processamento de imagens de sensoriamento remoto para Florianópolis. A metodologia é composta por três etapas: caracterização da área de estudo, download e manipulação de dados geográficos, processamento e reclassificação de imagens em um sistema de informação geográfica. As imagens utilizadas são da série Landsat, provenientes da Coleção 8.0 do Projeto MapBiomias, período de 1985 a 2022, e representam cinco classes: floresta, formação natural não florestal, agropecuária, área não vegetada e corpo d'água. Os resultados apontam para taxas de mudança no uso e cobertura da terra que variam entre 3 e 103% positivamente, bem como entre 12 e 33% negativamente. Conclui-se que esta abordagem contribui para a obtenção de indicadores territoriais, temporalmente, sendo recursos importantes para o planejamento e a gestão territorial.

Palavras-chave: MapBiomias, sensoriamento remoto, análise espaço-temporal.

Abstract:

This research analyzes the dynamics of land use and land cover through the processing of remote sensing images specific to Florianópolis. The methodology consists of three sequential steps: first, the characterization of the study area; second, the download and manipulation of images and spatial data; and third, the processing and reclassification of images using a geographic information system. The images used are from the Landsat series, specifically Collection 8.0 of the MapBiomias Project, covering the period from 1985 to 2022, and they represent five primary classes: forest, non-forest natural formation, agricultural land, non-vegetated areas, and water bodies. The results indicate rates of change in land use and land cover ranging from 3 to 103% increases, as well as from 12 to 33% decreases. In conclusion, the approach presented significantly contributes to obtaining territorial indicators, which represent important resources for territorial planning and management.

Keywords: MapBiomias, remote sensing, spatiotemporal analysis.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação das mudanças do uso e cobertura da terra pode auxiliar em diversas atividades, como por exemplo: no planejamento urbano e rural, em análises de mudanças de temperatura, no monitoramento ambiental, bem como na avaliação dos distintos impactos que prejudicam, diariamente, a preservação do ambiente, no que diz respeito, principalmente, aos desafios atuais no contexto das mudanças climáticas (GUO et al., 2020; WANG, 2023). Diante disso, diferentes metodologias e abordagens têm sido propostas, a fim de contribuir com diagnósticos ambientais, muitas vezes multitemporais, otimizando e fornecendo suporte para apoiar futuras investigações e ações de planejamento ambiental, restauração de áreas degradadas, e políticas públicas sustentáveis em prol da proteção ambiental e do desenvolvimento econômico regional e, conseqüentemente, global (MOHANRAJAN et al., 2020; VUKEYA et al. 2023).

Em decorrência da finalidade crucial a partir da investigação e análise do uso e cobertura da terra, nos últimos anos, o avanço das tecnologias e de metodologias em sensoriamento remoto, bem como na computação de imagens, têm proporcionado importantes contribuições para monitoramento e análise de mudanças espaço- temporais em escala regional e global (DEFRIES et al., 2010). Dessa forma, estudos dessa natureza se tornaram fundamentais na caracterização e quantificação das dinâmicas do uso e cobertura da terra, de tal forma que a integração de dados, as tecnologias e as estratégias possibilitem a extração de informações valiosas sobre as mudanças nas paisagens, fornecendo insights críticos e indicadores importantes para a gestão ambiental, no planejamento e na gestão territorial.

A utilização de inúmeras técnicas de sensoriamento remoto permite uma ampla obtenção de dados diversos, que podem ser apresentados por meio de produtos cartográficos, tabelas, gráficos e estatísticas. Em virtude disso, a rede colaborativa MapBiomias reúne um rico acervo de dados de mapeamento anual da cobertura e uso da terra, monitoramento da superfície de água, desmatamento, dados de queimadas, entre outros (SOUZA; AZEVEDO, 2017). Estes dados, por exemplo, são fundamentais para a elaboração de relatórios socioambientais, bem como para promover o avanço na fronteira do conhecimento nas mais diversas áreas associadas e alinhadas aos princípios e objetivos do sensoriamento remoto.

Em relação ao município de Florianópolis, área de interesse do presente trabalho de pesquisa, devido à sua topografia irregular, à heterogeneidade dos ecossistemas e a complexa ocupação da terra, as tecnologias associadas ao sensoriamento remoto permitem uma análise espacial detalhada junto aos dados que são extraídos, que não dispõem, em grande parte, da obtenção prática in situ. Ademais, nos últimos anos, a capital catarinense testemunhou notável aumento populacional, que em meio à segregação socioespacial, alterou significativamente a antiga paisagem de baixa demografia da ilha. A migração e o crescimento interno, associados à valorização imobiliária e turística, ocasionaram uma modificação nos usos diversos da terra, de maneira destacadamente desigual devido à complexidade do território, de forma semelhante ao processo de urbanização orgânica ocorrido no Brasil, que culminou na ocupação de áreas de risco, sem infraestrutura e geradora de degradação social e ambiental (AZEVEDO, 2004). Até os dias atuais,

Florianópolis enfrenta problemas dessa natureza. Esse processo foi sucedido de alterações nas legislações federais, estaduais e municipais, como modificações dos planos diretores e leis ambientais, com destaque para o Código Florestal, via Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). A compatibilidade da caracterização biótica e abiótica do território com as estipulações previstas nesta lei, incluindo manguezais, dunas, matas nativas, reservas biológicas, topos de morros e encostas com declividade superior a 46,6%, lagoas, mananciais de água, praias, restingas, costões, promontórios, entre outros, possibilita que 44% do território da ilha de Santa Catarina possa ser constituído por área de proteção e preservação ambiental (IPIUF, 2022). Tais fatores ocasionaram simultaneamente uma permanência de classes específicas e uma variação significativa na transição dos usos da terra ao longo do tempo.

Diante do exposto, este trabalho de pesquisa objetiva analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra para o município de Florianópolis, entre os anos de 1985 e 2022, a partir da Coleção 8.0 da plataforma MapBiomas, além de apresentar indicadores quantitativos, a fim de contribuir com o entendimento e a interpretação da modificação da paisagem ao longo do tempo. Ressalta-se que a análise espaço-temporal é de extrema importância tanto para apoiar diagnósticos ambientais quanto para fornecer suporte para futuras ações de planejamento regional e gestão territorial.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra de Florianópolis, entre os anos de 1985 e 2022, três etapas foram realizadas sequencialmente: caracterização da área de estudo; *download* e manipulação de imagens e dados geoespaciais e; processamento e reclassificação de imagens em Sistema de Informação Geográfica, além da elaboração de representações cartográficas temáticas.

2.1 Área de estudo

O município de Florianópolis fica situado no litoral do estado de Santa Catarina, região sul do Brasil, entre os paralelos 27° 50' S e 27° 22' S de latitude e os meridianos 48° 25' W e 48° 35' W de longitude. A capital catarinense abrange uma área de 54 km de comprimento por 18 km de largura, compreendendo uma área de 674,844 km², sendo 108,79 km² de área urbanizada (16,12%), conforme os dados de 2019 do IBGE, e 29 km² de lagoas e outros rios, com aspectos físicos de grande diversidade quanto à sua hidrografia, geologia, topografia e vegetação.

2.2 Imagens e dados geoespaciais

Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos da plataforma MapBiomas - Coleção 8.0 (MAPBIOMAS, 2023a), a qual disponibiliza mosaicos de imagens, com resolução espacial de 30 m/pixel, da série Landsat. Ao selecionar as imagens para o município de Florianópolis, utilizou-se a versão mais atual da malha municipal, disponibilizada pela prefeitura municipal de Florianópolis. Com isso, a delimitação da área de estudo e o

toolkits do MapBiomas foram processados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), obtendo-se um total de 38 imagens, de 1985 até 2022, anualmente, para a área de interesse. A metodologia adotada pela Plataforma MapBiomas, contemplando todo o processo de aquisição das imagens, mosaicagem, pré-processamento, classificação, pós-classificação e estratégias de validação e acurácia para a Coleção 8.0, no que se refere aos dados de uso e cobertura da terra, pode ser consultada nas abordagens de MapBiomas (2023b) e de Souza *et al.* (2020).

2.3 Processamentos e reclassificação das imagens

Originalmente, as imagens da série Landsat, provenientes da plataforma MapBiomas, estão associadas ao *World Geodetic System* 1984, denominado WGS 84. Portanto, foi necessário transformar o referencial para SIRGAS 2000 e atribuir a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 22 Sul, com base na localização do município de Florianópolis, em consonância com a cartografia sistemática brasileira. Assim, possibilitando o cálculo de área de locais e classes de interesse, em uma projeção métrica adequada.

Outra etapa importante realizada consistiu na reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra, os quais são adotados pelo MapBiomas, conforme os códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 8.0, apresentando classes de diferentes níveis que variam de 1 a 4 (MAPBIOMAS, 2023b). Diante disso, realizou-se uma análise das classes originalmente adotadas pelo MapBiomas e uma reclassificação dos dados, mais abrangente, foi proposta com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), baseando-se na classificação nível 1 da Coleção 8.0 do MapBiomas, como mostra a Tabela 1. Ressalta-se que toda a etapa de reclassificação das imagens foi realizada no software QGIS 3.28.4, com auxílio da ferramenta *Semi Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, 2021).

Tabela 1 – Reclassificação: uso e cobertura da terra a partir da classe nível 1, Coleção 8.0 (MapBiomas) e do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE).

Classes	Classes agrupadas: Coleção 8.0 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 (2023b).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

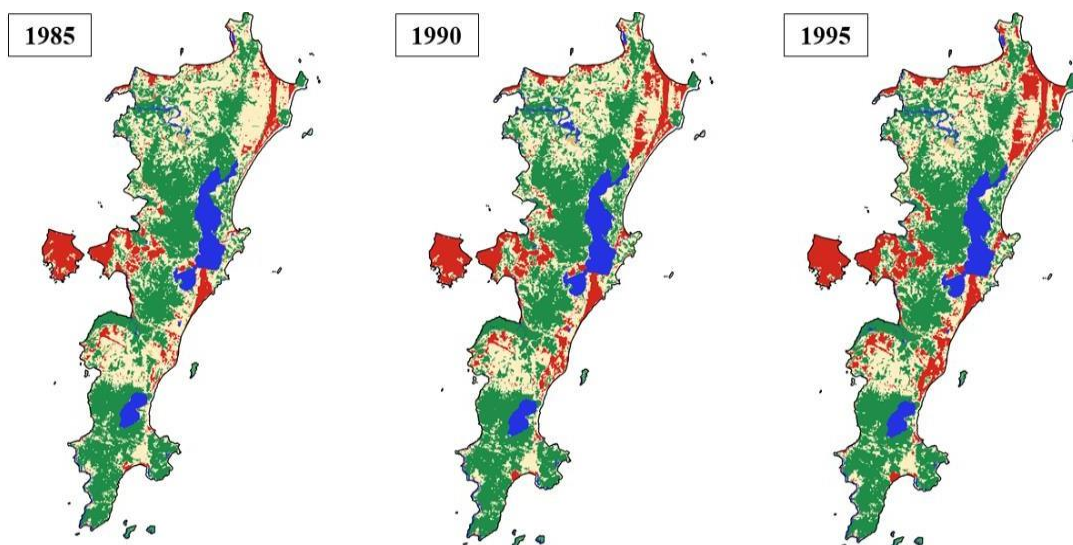
Os resultados do processamento, bem como da reclassificação das imagens da série Landsat para o município de Florianópolis, entre os anos de 1985 e 2022, são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. Para isto, foram considerados intervalos de cinco anos, exceto após 2015, com o intuito de apresentar o resultado dos dados de uso e cobertura da terra para o ano mais recente da Coleção 8.0. Para cada uma das classes de informação (Tabela 1) foi designada uma especificação gráfica, a partir de uma adaptação da legenda proposta pela Coleção 8.0 do MapBiomias, em conjunto com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). A especificação gráfica das respectivas classes é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Especificação gráfica das classes de uso e cobertura da terra para elaboração das representações cartográficas temáticas.

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	

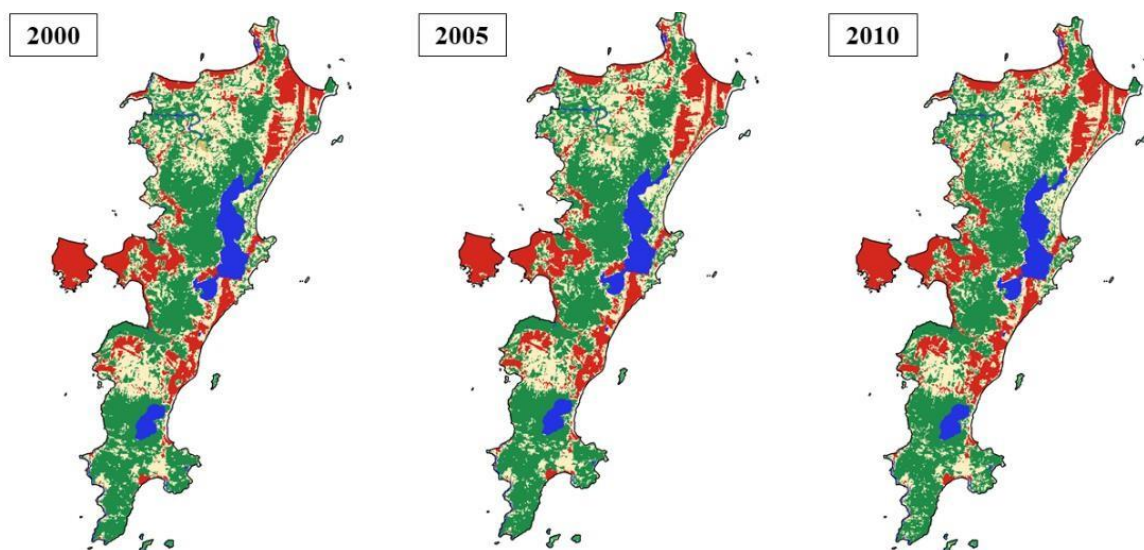
Fonte: os autores (2024).

Figura 1 – Reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra para Florianópolis nos anos de 1985, 1990 e 1995.



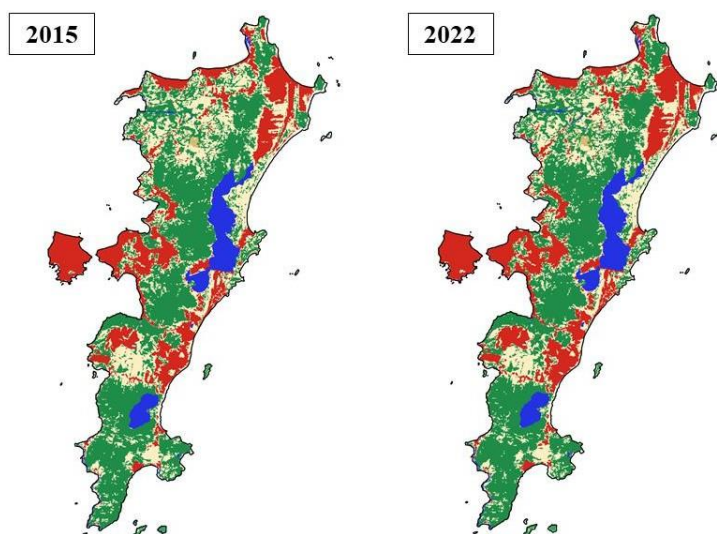
Fonte: os autores (2024).

Figura 2 – Reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra para Florianópolis nos anos de 2000, 2005 e 2010.



Fonte: os autores (2024).

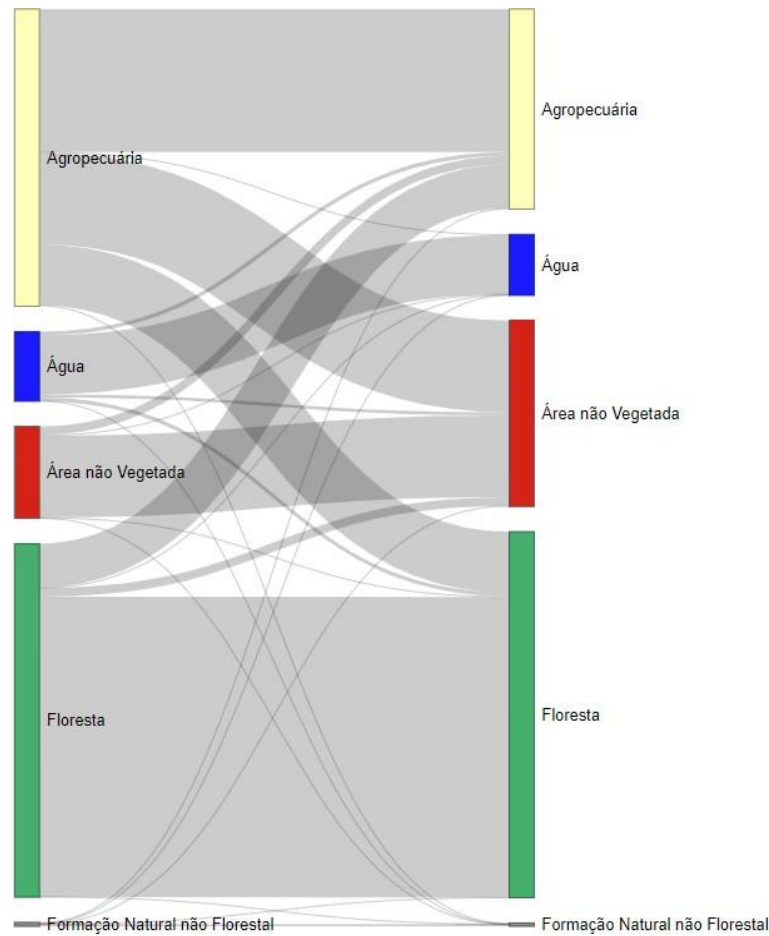
Figura 3 – Reclassificação dos dados de uso e cobertura da terra para Florianópolis nos anos de 2015 e 2022.



Fonte: os autores (2024).

Além das representações cartográficas temáticas, apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3, a transição temporal entre classes, considerando apenas os anos de 1985 e 2022 foi representada graficamente na Figura 4, a partir do diagrama de Sankey, originalmente proposto por Schmidt (2008). Adicionalmente, foi possível obter a matriz de transição (Tabela 3), considerando as diferentes classes em 1985 e as suas alterações em 2022. As áreas para cada classe de uso e cobertura da terra e o percentual de alteração entre os anos de 1985 e 2022 também foram calculadas, como mostra a Tabela 4, apresentada na sequência.

Figura 4 – Diagrama de Sankey: uso e cobertura da terra (1985 – 2022).



Fonte: os autores (2024).

Tabela 3 – Matriz de transição entre as classes de uso e cobertura da terra (1985 – 2022).

1985 \ 2022	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água	Total aproximado (km²)
Floresta	161,500	0,004	23,593	4,667	0,231	190,028
Formação natural não florestal	0,062	1,119	0,514	0,353	0,017	2,067
Agropecuária	32,721	0,581	76,879	49,329	0,304	159,863
Área não vegetada	0,485	0,009	4,520	43,922	0,450	49,445
Corpo d'água	1,961	0,030	2,039	1,640	31,705	37,438
Total aproximado (km²)	196,750	1,745	107,605	99,975	32,758	438,645

Fonte: os autores (2024).

Tabela 4 – Estimativa das áreas e alteração das classes de uso e cobertura da terra (1985 – 2022) para o município de Florianópolis.

Classes	Área (km ²)	Área (km ²)	Mudança
	2016	2022	(%)
Floresta	190,028	196,750	3,54
Formação Natural não Florestal	2,067	1,745	-15,58
Agropecuária	159,863	107,605	-32,69
Área não vegetada	49,445	99,975	102,19
Corpo d' Água	37,438	32,758	-12,50

Fonte: os autores (2024).

A partir das Figuras 1 a 4, bem como das Tabelas 3 e 4, é possível verificar que a classe de uso e cobertura da terra que mais sofreu alteração ao longo de quase quatro décadas é a área não vegetada, que apresentou um crescimento de aproximadamente 50,53 km², representando um aumento de 102,19%. Por outro lado, a classe floresta foi a que menos sofreu alteração neste mesmo intervalo de tempo, representando um crescimento de apenas 3,54%, que corresponde a 6,722 km², podendo relacionar este aumento à preservação ambiental garantida pela criação de 17 unidades de conservação das 19 unidades atualmente existentes, no período analisado.

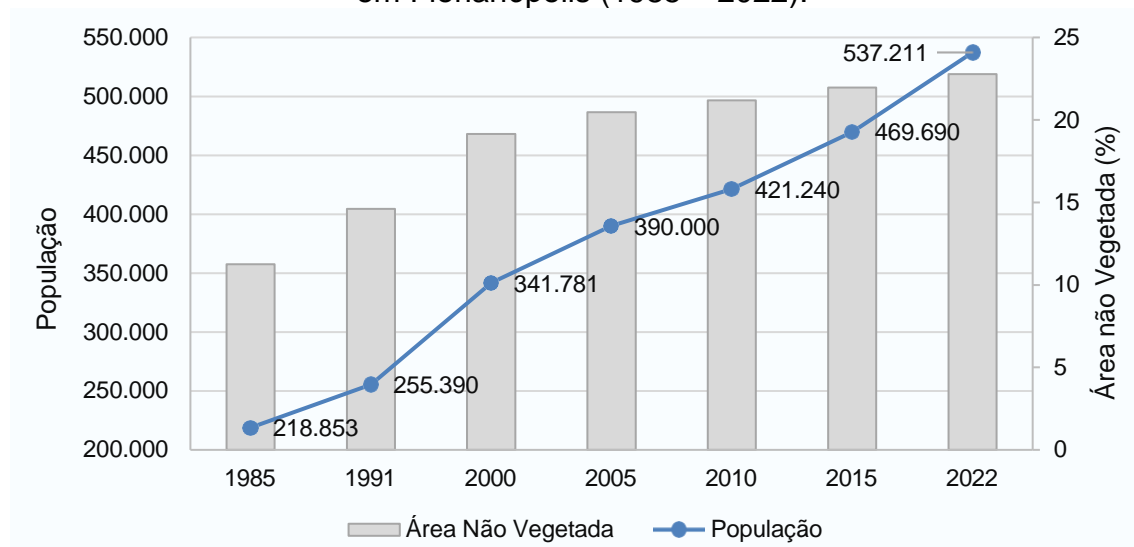
De acordo com o Diagrama de Sankey, apresentado na Figura 4, observa-se que ao longo de quase quatro décadas, grande parte da classe agropecuária foi alterada para duas classes: área não vegetada e floresta, o que ocasionou uma diminuição da classe agropecuária de 32,69%, que representa aproximadamente 52,258 km². Diante disso, a maior expressividade da mudança de uso e cobertura da terra está relacionada à diminuição da classe agropecuária e ao aumento significativo da classe área não vegetada, a qual compreende, por exemplo, a subclasse área urbanizada, como detalhado na Tabela 1, em função das classes de diferentes níveis conforme as abordagens do MapBiomas (2023b).

Segundo os dados do IBGE, de 1985 a 2022, Florianópolis sofreu um aumento populacional de aproximadamente 145,5%. Em virtude disso, a expansão da mancha urbana foi notória em diversos distritos da cidade, de forma que todas as classes de uso e cobertura da terra fossem influenciadas e sofreram alterações significativas, como observado na Figura 4, bem como nas Tabelas 3 e 4. Embora algumas regiões do município tenham apresentado um crescimento populacional demasiado, com destaque para o norte e o nordeste da ilha, destaca-se que as áreas de manguezal e de relevo montanhoso, com exceção da área central, foram notoriamente preservadas, em consequência das legislações ambientais e dos fatores limitantes de instalação (BRASIL, 2012). Com isto, a classe floresta sofreu um aumento de 3,54% no período analisado, ocorrência insólita quando comparada à outras capitais e aglomerados urbanos brasileiros.

Diante do contexto apresentado, reforça-se a importância de decretos e leis regulamentadores de preservação ambiental que desempenham função crucial na manutenção e proteção da floresta. Essas regulamentações são essenciais para salvaguardar a biodiversidade, preservar os serviços

ecossistêmicos fundamentais e garantir a sustentabilidade dos recursos naturais a médio e longo prazo. A Figura 5 apresenta a correlação da classe área não vegetada com o aumento populacional das últimas quatro décadas aproximadamente, para o município de Florianópolis, reforçando, portanto, a correlação destas variáveis entre 1985 e 2022.

Figura 5 – Correlação do aumento populacional com a classe área não vegetada em Florianópolis (1985 – 2022).



Fonte: os autores (2024).

Como observado nas Figuras 1, 2 e 3, de 1985 até 2022, praticamente não houve ocupação pioneira de novos territórios, e sim a expansão dos bairros pré-existent, por exemplo, de acordo com a maior importância local e regional. Isto deve-se, sobretudo, à consolidação da atividade turística como elemento chave na expansão urbana do município promovida a partir da década de 1980, conforme destacado na abordagem de Dos Santos (2013): “a cidade testemunha então um processo voraz de urbanização, tanto nas áreas adjacentes ao centro histórico, como na maior parte das comunidades tradicionais, Canasvieiras, Santo Antônio de Lisboa, Ingleses, Ribeirão da Ilha, Sambaqui, entre outros”.

Esse processo de crescimento populacional demasiado foi responsável direta ou indiretamente pela mudança nas demais classes analisadas. De forma menos expressiva, destaca-se as alterações das classes corpo d’água e formação natural não florestal. Em relação à classe corpo d’água, houve uma redução de 12,50%, totalizando uma área de 4,68 km². Esta classe difere-se das demais por apresentar um regime hidrológico de variações naturais de nível nos corpos d’água das bacias hidrográficas insulares, além de concentrações temporárias de água. Além das causas e aspectos naturais, alguns rios foram submetidos a ocupações superficiais, retificação, canalização e aterramento. Pode-se exemplificar esse processo a partir do Rio da Bulha no centro da capital, que anteriormente canalizado, em 2005 foi totalmente coberto e construída uma avenida.

Em relação à classe formação natural não florestal, houve uma diminuição de 15,59%, o que representa uma área igual a 0,322 km². Esta classe, por sua vez, deu lugar, em partes, para as classes agropecuária e área não vegetada,

como pode ser identificado no diagrama de Sankey (Figura 4) e na matriz de transição (Tabela 3). Este processo é observado com frequência em regiões de ocupação urbana recente no nordeste da ilha em áreas caracterizadas como formação campestre a partir de 1985, não representando o ecossistema nativo da região, e áreas correspondentes a classe de agropecuária no norte da ilha, como Ratoles, e ao sul como Alto Ribeirão. Vale ressaltar que esta classe já apresentava uma baixa magnitude de ocupação no ano de 1985.

4 CONCLUSÕES

A partir das análises e das representações cartográficas temáticas de uso e cobertura da terra, apresentadas no presente trabalho de pesquisa, nota-se uma ocorrência de significativa modificação do território entre os anos de 1985 e 2022, sendo possível correlacionar com ocorrências e registros históricos do município, podendo até mesmo atribuir as alterações essencialmente às implicações diretas e indiretas do crescimento populacional ao longo de quase 40 anos. As abordagens e estratégias realizadas a partir das imagens de sensoriamento remoto em sistema de informação geográfica possibilitaram, dentre diversas atividades, a realização da análise espaço-temporal, capaz de revelar implicações significativas diante do aumento populacional de aproximadamente 145,5%. Esse crescimento acentuado ressalta a necessidade urgente de um planejamento urbano sustentável que seja qualificado para mitigar os impactos adversos sobre as áreas naturais. O aumento de apenas 3,54% na classe floresta, em um cenário de urbanização crescente, evidencia a eficácia das regulamentações ambientais atuais. Portanto, garantir a preservação das florestas deve ser uma prioridade nas políticas públicas, uma vez que elas desempenham uma função crucial na manutenção da biodiversidade, bem como na oferta de serviços ecossistêmicos essenciais.

A conversão de áreas agropecuárias em áreas não vegetadas e florestas enfatiza a necessidade de integrar práticas agrícolas sustentáveis nas estratégias de uso do solo. Para promover uma convivência harmoniosa entre desenvolvimento urbano e conservação ambiental, é fundamental engajar a comunidade local por meio de programas de conscientização sobre a importância da preservação. O monitoramento contínuo das mudanças no uso e cobertura da terra se torna, assim, uma abordagem indispensável para fornecer suporte a políticas e garantir decisões embasadas em dados atualizados, contribuindo assim, para a gestão adequada do território diante dos desafios impostos pela urbanização acelerada e pela expansão demográfica.

Ressalta-se, como uma das limitações deste trabalho de pesquisa, a resolução espacial de 30 metros/pixel das imagens Landsat, pertencentes a Coleção 8.0 da plataforma MapBiomas. Por outro lado, esta mesma série possibilita uma análise temporal robusta, de quase quatro décadas, para uma mesma área de estudo, o que contribui com reflexões e explicações sobre a mudança no uso e cobertura da terra de forma ampla, a fim identificar as implicações decorrentes das alterações ocorridas e planejar o futuro. Para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento em outros produtos MapBiomas, bem como análises das classes de uso e cobertura da terra de nível 2, 3 e 4, além do uso de imagens de outros satélites no contexto da análise espaço-temporal.

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 primeiro autor durante o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

AZEVEDO, S. M. **Avaliação do Processo de Zoneamento Urbano de Araranguá - SC**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 98f. 2004.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 23 mai 2024.

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.

DOS SANTOS, S. S. Uma cidade à venda? Capital Imobiliário, Poder público e produção do espaço em Florianópolis a partir da década de 1980. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 14, n. 26, 2013.

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.

IPIUF. Prefeitura Municipal de Florianópolis (org.). **Crescem APPs em Florianópolis: confira mapa físico e político atualizado**. 2022. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/noticias/index.php?pagina=notpagina-i=24532>. Acesso em 17 mai 2024.

MAPBIOMAS. **Collection 8 of the Annual Land Cover and Land Use Maps of Brazil**. 2023a. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/VJIJCL>. Acesso em 01 fev 2024.

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

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