v7.n5.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E DA COBERTURA DO SOLO EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DE LAGES/SC

SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF LAND USE AND LAND COVER IN WATERSHEDS OF LAGES/SC

DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL USO Y DE LA COBERTURA DEL SUELO EN SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LAGES/SC

Fabiana Meurer[1], Veraldo Liesenberg

e757840
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i5.7840

PUBLICADO: 05/2026

RESUMO

O presente estudo analisa a dinâmica temporal do uso e da ocupação do solo em duas sub-bacias hidrográficas do município de Lages/SC, por meio da aplicação de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A pesquisa tem como objetivo identificar e avaliar conflitos associados à expansão urbana, especialmente em áreas ambientalmente sensíveis e suscetíveis a inundações. A metodologia baseou-se na delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e das planícies de inundação, a partir de dados altimétricos da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), posteriormente integrados aos mapeamentos de uso e cobertura da terra disponibilizados pelo Projeto MapBiomas para os anos de 1985 e 2023. Essa abordagem permitiu comparar padrões de ocupação ao longo do tempo e identificar alterações significativas na paisagem. Os resultados revelam a intensificação da ocupação urbana em áreas legalmente protegidas e em zonas de risco hidrológico, evidenciando processos de uso inadequado do solo. Tal configuração tende a agravar a ocorrência de alagamentos e inundações, sobretudo em eventos extremos de precipitação. Diante desse contexto, destaca-se a necessidade de adotar estratégias de planejamento urbano e ambiental mais rigorosas, incluindo a recuperação de APPs, a proteção de nascentes e a incorporação de soluções que promovam a infiltração da água no solo. Essas medidas são fundamentais para reduzir a vulnerabilidade e promover um desenvolvimento territorial mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Conflitos de Ocupação Urbana. Geoprocessamento. Áreas de Preservação Permanente. Inundações Urbanas. Gestão Sustentável.

ABSTRACT

This study analyzes the temporal dynamics of land use and land cover in two sub-watersheds in the municipality of Lages, Santa Catarina, Brazil, using geoprocessing techniques in a Geographic Information System (GIS). The research aims to identify and assess conflicts associated with urban expansion, particularly in environmentally sensitive areas and regions prone to flooding. The methodology was based on delineating Permanent Preservation Areas (PPAs) and floodplains using altimetric data from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), which were subsequently integrated with land-use and land-cover data from the MapBiomas

[1] Arquiteta e Urbanista (FURB), Especialista em Planejamento e Gestão Urbana e Regional (FURB), Mestre em Ciências Ambientais (UDESC), Doutoranda do Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal (UDESC), Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.
[2] Engenheiro Florestal (FURB), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Doutor em Geociências Ambientais (Technische Universität Bergakademie Freiberg, Alemanha). Professor associado III no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Project for the years 1985 and 2023. This approach enabled the comparison of spatial occupation patterns over time and the identification of significant landscape changes. The results reveal an intensification of urban occupation within legally protected areas and hydrological risk zones, indicating inadequate land-use practices. This configuration tends to increase the occurrence of flooding events, especially under extreme precipitation conditions. In this context, the study highlights the need for stricter urban and environmental planning strategies, including restoration PPAs, protecting water sources, and adopting solutions that enhance water infiltration into the soil. These measures are essential to reduce vulnerability and promote more sustainable territorial development.

KEYWORDS: *Urban Land Use Conflicts. Geoprocessing. Permanent Preservation Areas. Urban Flooding. Sustainable Management.*

RESUMEN
Este estudio analiza la dinámica temporal del uso y cobertura del suelo en dos subcuencas hidrográficas ubicadas en el municipio de Lages, Santa Catarina, Brasil, mediante la aplicación de técnicas de geoprocesamiento en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG). La investigación tiene como objetivo identificar y evaluar los conflictos asociados a la expansión urbana, especialmente en áreas ambientalmente sensibles y susceptibles a inundaciones. La metodología se basó en la delimitación de las Áreas de Preservación Permanente (APP) y de las planicies de inundación a partir de datos altimétricos del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), posteriormente integrados con los datos de uso y cobertura del suelo del Proyecto MapBiomas para los años 1985 y 2023. Este enfoque permitió comparar patrones de ocupación a lo largo del tiempo e identificar cambios significativos en el paisaje. Los resultados evidencian la intensificación de la ocupación urbana en áreas legalmente protegidas y en zonas de riesgo hidrológico, lo que indica procesos de uso inadecuado del suelo. Esta configuración tiende a incrementar la frecuencia de inundaciones, especialmente durante eventos de precipitación extremos. En este contexto, se destaca la necesidad de adoptar estrategias más rigurosas de planificación urbana y ambiental, que incluyan la recuperación de APP, la protección de nacientes y la implementación de soluciones que favorezcan la infiltración del agua en el suelo. Estas medidas son fundamentales para reducir la vulnerabilidad y promover un desarrollo territorial más sostenible.

PALABRAS CLAVE*: Conflictos de ocupación urbana. Geoprocesamiento. Áreas de preservación permanente. Inundaciones urbanas. Gestión sostenible.*

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem promovido transformações significativas no ambiente natural, resultando em impactos relevantes para os centros urbanos. Entre eles, destaca-se o aumento das áreas impermeabilizadas, que reduz a infiltração das águas pluviais, intensifica o escoamento superficial e contribui para o desequilíbrio no ciclo hidrológico, ampliando a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

frequência e o potencial destrutivo das inundações (Carvalho; Silva; Cabral, 2017; Babaremu; Taiwo; Ajayi, 2024).

Desde a década de 1970, estudos realizados em diferentes países têm analisado a relação entre urbanização e eventos de inundação, considerando fatores como densidade populacional, uso do solo e infraestrutura urbana. De modo geral, essas pesquisas demonstram forte correlação entre o grau de urbanização e a recorrência de inundações em distintos contextos geográficos e socioeconômicos, reforçando a necessidade de estratégias eficazes de planejamento e gestão para a mitigação desses impactos e o fortalecimento da resiliência hidrológica urbana (Berndtsson et al., 2019; Li et al., 2023).

No Brasil, a taxa de urbanização aumentou significativamente nas últimas três décadas, passando de 74% em 1991 para 85% em 2022 (IBGE, 2022). Esse crescimento, contudo, tem sido marcado pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis e pela insuficiência de planejamento urbano, refletindo limitações históricas nas políticas habitacionais, ambientais e de ordenamento territorial, bem como fragilidades na fiscalização do uso e ocupação do solo (Mattedi et al., 2024).

Esse padrão, recorrente em cidades brasileiras, também se verifica em Lages (SC), localizada na região Sul do Brasil, onde a expansão urbana implicou a descaracterização de corpos hídricos e a ocupação de áreas de proteção ambiental. Destacam-se, nesse processo, intervenções como a canalização e a retificação de cursos d'água, que resultaram na supressão de trechos fluviais e em impactos diretos nas bacias hidrográficas locais.

Nesse contexto, a análise multitemporal do uso e da cobertura da terra permite uma compreensão mais aprofundada dos padrões de ocupação e expansão urbana, bem como dos conflitos ambientais decorrentes dessas transformações. Assim, esta pesquisa tem como objetivo analisar, por meio de ferramentas de geoprocessamento, a dinâmica de ocupação de duas sub-bacias hidrográficas, visando subsidiar o planejamento territorial, a gestão ambiental e a identificação de áreas potencialmente vulneráveis a eventos adversos na área.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra é uma abordagem amplamente utilizada para compreender a dinâmica das transformações territoriais decorrentes de atividades antrópicas e naturais, permitindo identificar padrões de transformação ao longo do tempo, evidenciando tendências de ocupação e intensificação do uso do solo, frequentemente associadas à urbanização e à expansão de atividades produtivas. Nesse contexto, a avaliação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

dessas dinâmicas é fundamental para a gestão territorial, especialmente diante dos conflitos decorrentes das formas de apropriação do espaço e das alterações promovidas pelas atividades humanas. Muitas dessas mudanças refletem práticas insustentáveis, como a substituição da vegetação nativa por monoculturas e pecuária, resultando em impactos ambientais significativos, como perda de biodiversidade, degradação do solo e alterações no ciclo hidrológico (Silva, 2023).

As bacias hidrográficas são reconhecidas como uma unidade territorial adequada para o planejamento e a gestão ambiental, uma vez que integram processos físicos, biológicos e antrópicos que influenciam a dinâmica dos recursos hídricos (Carvalho, 2020). As alterações no uso do solo em bacias hidrográficas, especialmente em contextos de urbanização, tendem a modificar significativamente o regime hidrológico, com aumento do escoamento superficial, redução da infiltração e maior suscetibilidade a eventos extremos, como inundações (Su et al., 2023). Nesse sentido, a análise temporal dessas transformações permite identificar áreas críticas e subsidiar estratégias de mitigação e adaptação.

No contexto brasileiro, a proteção de áreas ambientalmente sensíveis, como margens de cursos d'água, nascentes e planícies de inundação, é regulamentada pela Lei nº 12.651/2012, que institui normas para a proteção da vegetação nativa. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) desempenham papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos, especialmente na regulação do ciclo hidrológico, na proteção dos solos e na conservação da biodiversidade. No entanto, a ocupação irregular dessas áreas é recorrente em contextos urbanos, configurando importantes conflitos de uso do solo e ampliando a vulnerabilidade a desastres ambientais (Brasil, 2012; Castro; May; Garcias, 2018).

O sensoriamento remoto tem-se consolidado como ferramenta eficaz para a obtenção sistemática de dados sobre o uso e a cobertura da terra, frequentemente substituindo levantamentos de campo mais onerosos e demorados. Com alta resolução espacial e temporal, permite a distinção e classificação precisas de diferentes superfícies e viabiliza análises aplicadas à gestão dos recursos hídricos, à delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e à identificação de conflitos de uso (Ribeiro; Schiebelbein, 2014; Souza Junior et al., 2020).

Dessa forma, a integração entre análise multitemporal do uso do solo e técnicas de geoprocessamento constitui uma abordagem fundamental para a compreensão das dinâmicas territoriais e para o suporte à tomada de decisão no planejamento urbano e ambiental.

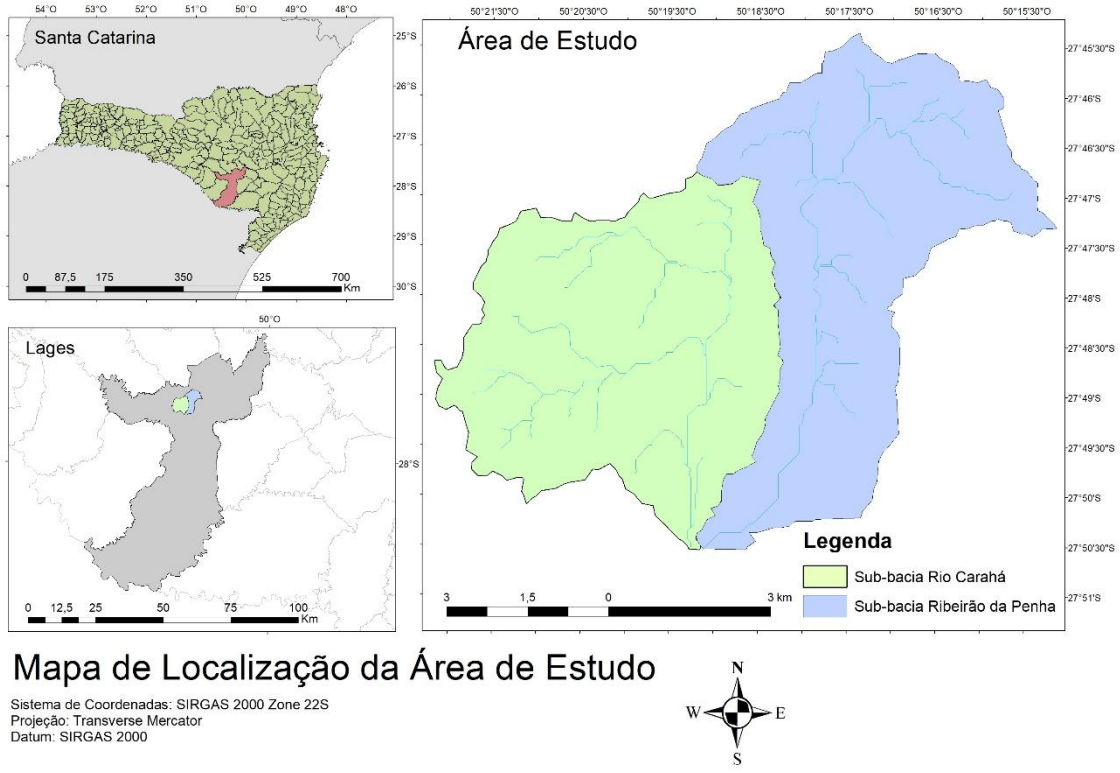
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2. METODOLOGIA

Área de estudo

A área selecionada para este estudo compreende duas sub-bacias localizadas na porção norte do município de Lages (SC): a sub-bacia do Rio Ponte Grande e a sub-bacia do Ribeirão da Penha (Figura 1). Essa região destaca-se como um dos principais vetores de crescimento urbano do município e apresenta uma elevada incidência de desastres hidrológicos, como enxurradas e alagamentos, que frequentemente impactam a área.

Figura 1. Localização da área de estudo (Lages/SC) com destaque as duas sub-bacias selecionadas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A sub-bacia do Rio Ponte Grande possui uma área total de 29,36 km², dos quais 17,90 km² (61%) estão inseridos em área urbana. É a segunda bacia hidrográfica com maior influência na área urbana de Lages, abrangendo 36,35% do perímetro urbano do município. A sub-bacia do Ribeirão da Penha é um pouco menor (16,56 km²) e possui relevo de pouco ondulado a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ondulado, com uma declividade média de 12%. Inundações são frequentes nas margens do rio principal, inclusive em áreas mais elevadas, e alguns desses eventos resultaram em desastres hidrológicos, exigindo a atuação da Defesa Civil municipal. Essa situação gera crescente preocupação diante da expansão urbana na região, que pode intensificar ainda mais os problemas de inundações e alagamentos já existentes (Neto, 2019).

Processamento e tratamento dos dados

Para a análise temporal da dinâmica de ocupação e uso do solo das duas sub-bacias hidrográficas, foram utilizados múltiplos dados geoespaciais provenientes do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e do Projeto MapBiomas, ambos com resolução espacial de 30 metros, referentes aos anos de 1985 e 2023 (MAPBIOMAS, 2024). As informações topográficas foram obtidas a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) derivados do SRTM, adquiridos por meio da plataforma *EarthExplorer*, da *United States Geological Survey* (USGS, 2023). Adicionalmente, foi incorporada à análise a delimitação da planície de inundação urbana proveniente do Projeto HidroLages (Neto, 2019).

Ressalta-se que os dados do MapBiomas são de acesso público e gratuito, disponibilizados sob licença aberta para uso não comercial, sendo amplamente utilizados em estudos ambientais e territoriais no Brasil. A escolha pelo uso dos dados do MapBiomas justifica-se pela reconhecida consistência metodológica do projeto, que adota procedimentos padronizados de classificação e validação em escala nacional, amplamente documentados na literatura.

O processamento dos dados e a delimitação das feições hidrográficas foram realizados no software ArcGIS. Inicialmente, todas as bases foram padronizadas para o sistema de referência SIRGAS 2000, projeção UTM zona 22S. Em seguida, o MDE foi submetido a procedimentos de correção e preenchimento de depressões, visando garantir a consistência hidrológica. A partir desse modelo, foram geradas as direções de fluxo, o fluxo acumulado e a rede de drenagem, permitindo a delimitação das sub-bacias hidrográficas com base nos exutórios definidos.

A partir da rede de drenagem, foram delimitadas as APPs ao longo dos cursos d'água e no entorno das nascentes. Para os cursos d'água, adotou-se faixa marginal de 30 metros, conforme estabelecido pela Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012, aplicáveis a corpos hídricos com largura inferior a 10 metros em seu leito regular, condição na qual se enquadram os rios das sub-bacias analisadas. Para as nascentes, considerou-se um raio de 50 metros, independentemente da situação topográfica. (Brasil, 2012). Na sequência foi inserida a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

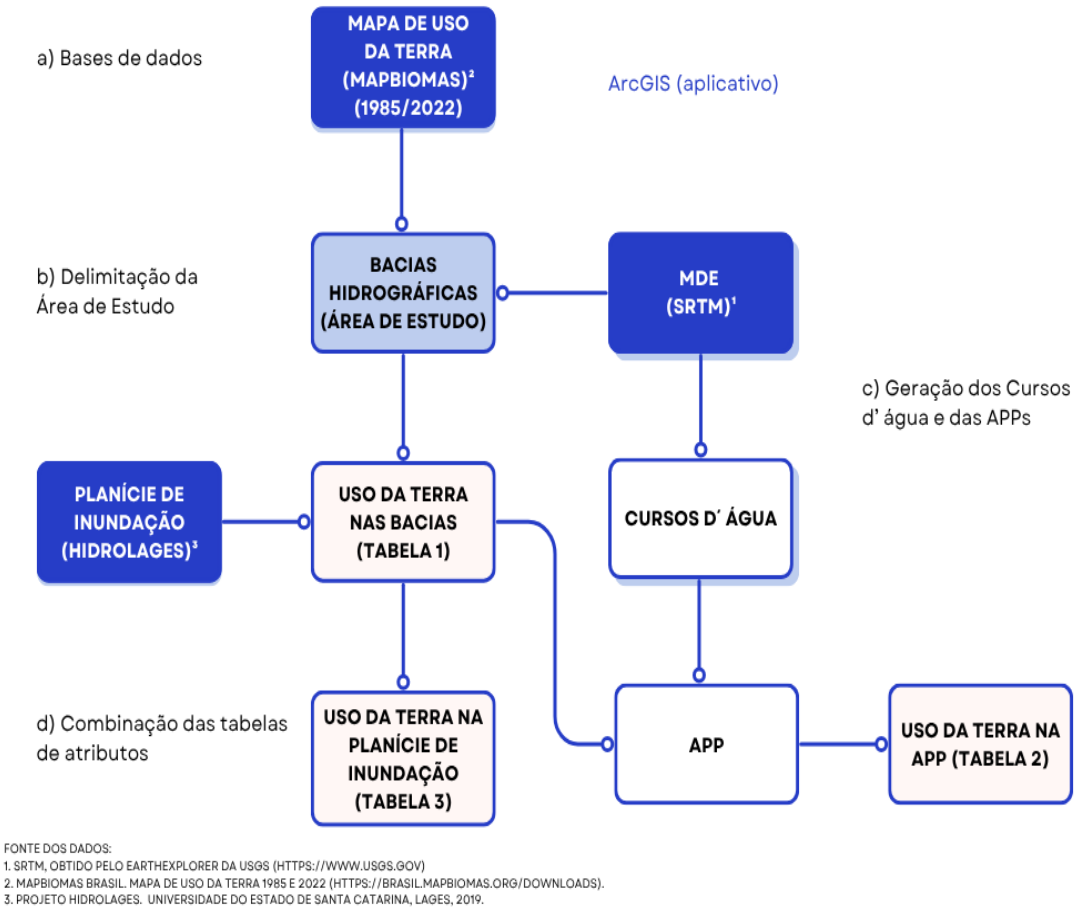
delimitação da planície de inundação, agregando informações sobre a extensão das áreas afetadas por tais eventos. Por fim, foram recortadas as imagens do MapBiomas para os anos de 1985 e 2023, criando-se mosaicos abrangendo a área de estudo, as faixas de APP e a planície de inundação. Esse processo resultou na geração de mapas de uso e ocupação da terra para essas áreas específicas.

Na etapa seguinte, para a análise dos mapas gerados, adotou-se a legenda de classificação do Projeto MapBiomas, a qual contempla classes de cobertura vegetal e usos antrópicos do solo. No tratamento dos dados, a quantificação da área e do percentual de cada classe de uso e cobertura da terra, nos anos analisados, foi realizada a partir da extração das informações contidas nas tabelas de atributos dos mapas gerados. Posteriormente, esses dados foram organizados no aplicativo MS-Excel, por meio de uma matriz de transição, gerando uma tabela que demonstra a frequência e a conversão entre as diferentes classes de uso e cobertura ao longo do período analisado.

Com esse tratamento, foi possível determinar, para cada ano, o percentual relativo em relação à área da bacia hidrográfica, às áreas de preservação permanente e à planície de inundação. Dessa forma, foi possível identificar potenciais conflitos de uso e ocupação nessas áreas, bem como avaliar sua possível influência sobre a ocorrência de eventos de inundação urbana. A Figura 2 apresenta a síntese dos procedimentos metodológicos adotados.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Esquema Metodológico da Pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

É importante destacar algumas limitações metodológicas. A resolução espacial de 30 metros pode não captar dinâmicas locais mais detalhadas, especialmente em áreas urbanas heterogêneas. Além disso, a acurácia temática das classes do MapBiomas, embora elevada em escala regional, pode apresentar incertezas em áreas de transição ou com usos mistos. Por fim, a ausência de validação em campo constitui uma limitação adicional, devendo os resultados ser interpretados considerando essas restrições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise temporal do uso da terra nas sub-bacias do Rio Ponte Grande e do Ribeirão da Penha revelou transformações expressivas na paisagem ao longo do período estudado,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

caracterizadas pela substituição da cobertura vegetal original por áreas urbanizadas. A proporção de áreas urbanizadas passou de 30,48% em 1985 para 59,53% em 2023, indicando um processo de urbanização acelerado. Além disso, constatou-se uma expressiva ocupação urbana ao longo das faixas de APP e da planície de inundação. Esse padrão corrobora tendências observadas em diferentes contextos urbanos, em que a expansão urbana ocorre de forma difusa e frequentemente dissociada do planejamento territorial (Sharifi, 2021).

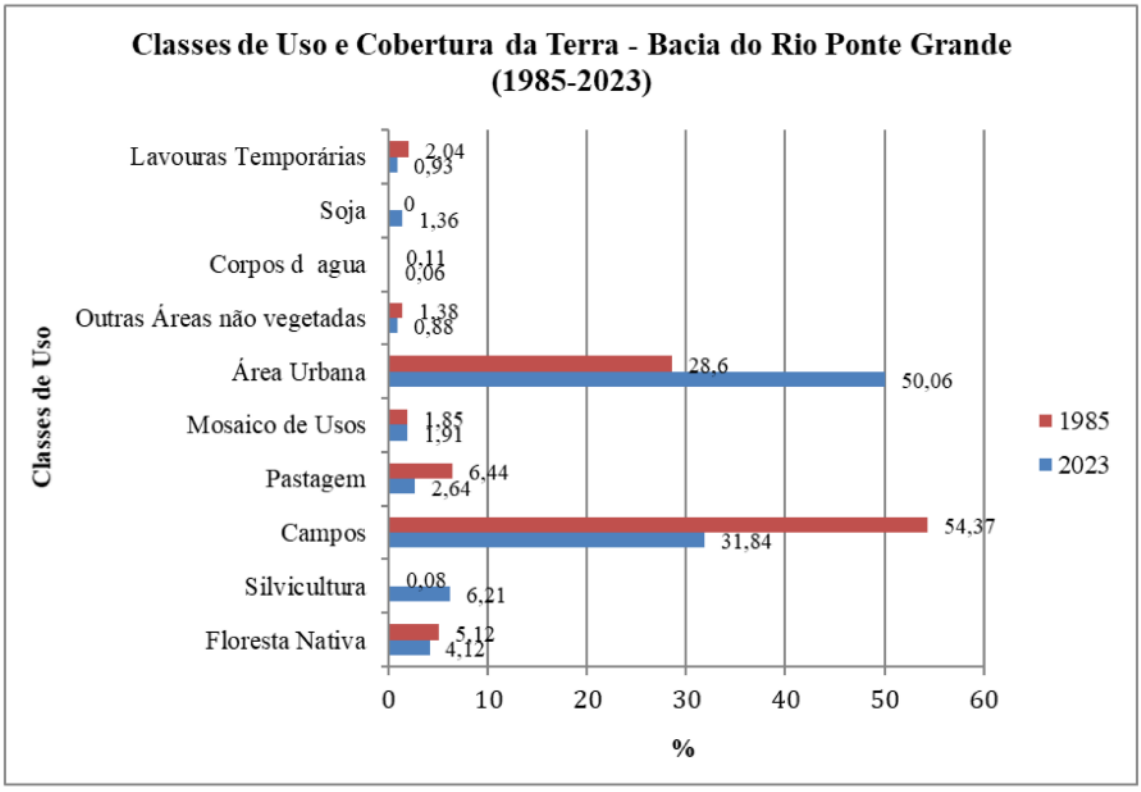
Do ponto de vista hidrológico, esse processo implica alterações significativas no balanço hídrico, sobretudo pela ampliação das superfícies impermeáveis, que reduzem a infiltração e intensificam o escoamento superficial. Conforme discutido por Feng et al. (2021), tais mudanças tendem a aumentar a frequência e a magnitude de eventos de inundação, estabelecendo uma relação causal entre a urbanização e o agravamento dos riscos hidrológicos, aspecto que, embora não mensurado diretamente neste estudo, é fortemente sugerido pelos padrões espaciais identificados.

Análise comparativa do uso e ocupação da terra nas sub-bacias

A sub-bacia do Rio Ponte Grande apresenta predominância de uso urbano (50,06%), evidenciando crescimento significativo em relação aos 28,6% registrados em 1985, o que indica uma transformação estrutural em sua configuração territorial. A expansão urbana ocorreu majoritariamente sobre áreas anteriormente ocupadas por campos, pastagens e lavouras temporárias, padrão recorrente em processos de urbanização em cidades médias brasileiras (Guimarães et al., 2024). Esse avanço reforça a tendência de conversão de áreas rurais e seminaturais em superfícies impermeáveis, com implicações diretas para a dinâmica hidrológica. Além disso, o crescimento da silvicultura (de 0,08% para 6,21%) revela uma reconfiguração do uso produtivo do solo, frequentemente associada à lógica econômica regional. A Figura 3 ilustra as alterações percentuais no uso e cobertura da terra na sub-bacia do Rio Ponte Grande no período analisado, destacando a redução das áreas de pastagens (-3,80%) e campos (-22,53%), enquanto a área urbana apresentou um crescimento significativo (+21,46%).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 3. Demonstrativo das classes de uso e cobertura da terra – Sub-bacia do Rio Ponte Grande (1985-2023)

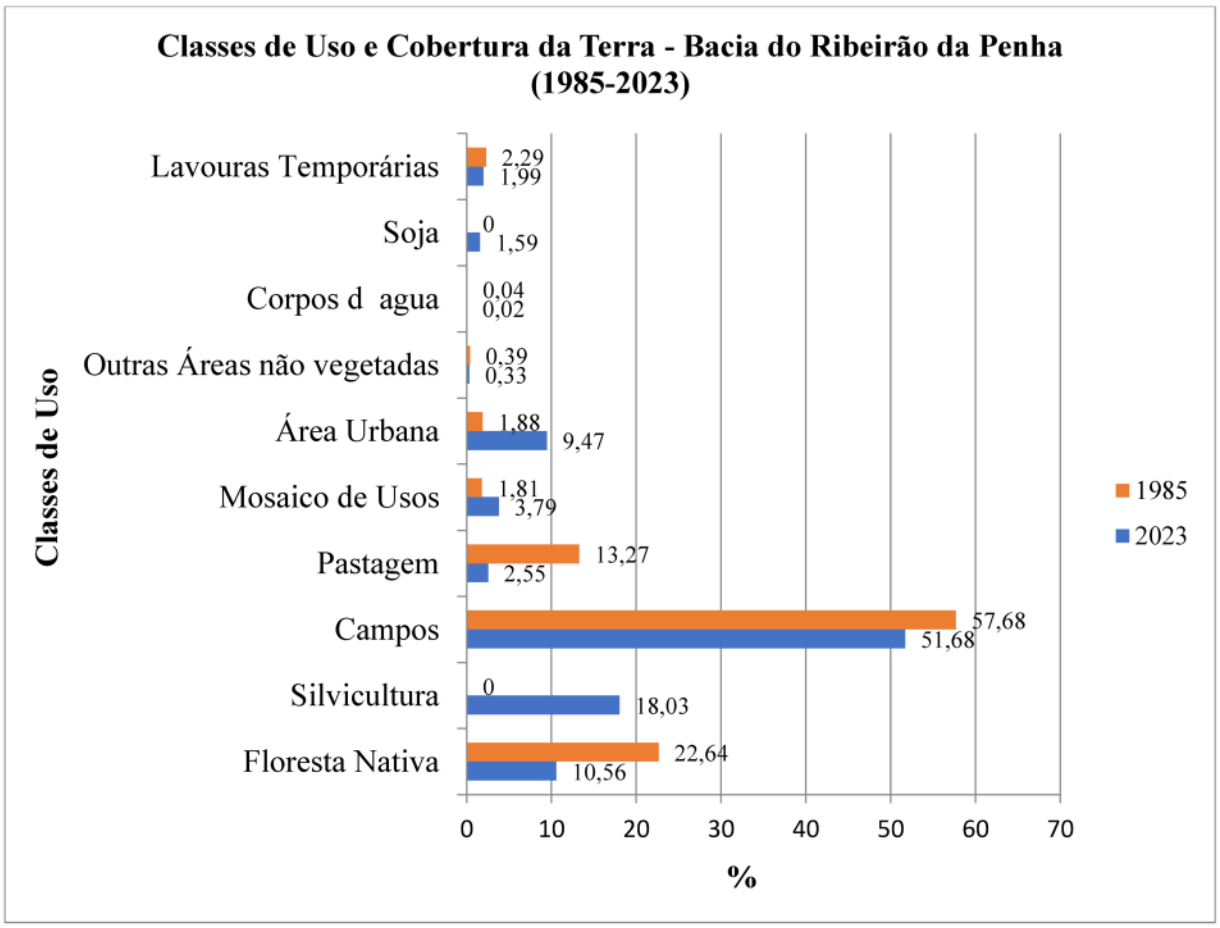


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na sub-bacia do Ribeirão da Penha, observa-se uma dinâmica distinta, com predominância de campos (51,68%) e redução significativa da floresta nativa no período analisado (de 22,64% para 10,56%). A maior parte dessa perda decorreu da substituição por áreas de silvicultura, que não estavam presentes em 1985 e atualmente correspondem a 18,03% da área total da sub-bacia, o que indica um processo de simplificação ecológica da paisagem, que pode comprometer a resiliência ambiental da bacia. Ainda que a urbanização seja menos intensa (9,47%), a tendência de crescimento indica potencial de transformação futura semelhante ao observado no Rio Ponte Grande. A Figura 4 apresenta a variação percentual das classes de uso e cobertura do solo no período estudado, destacando a redução das formações de Floresta Nativa (-12,08%), Pastagens (-10,72%) e Campos (-6,0%).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 4. Demonstrativo das classes de uso e cobertura da terra – Sub-bacia do Ribeirão da Penha (1985-2023)

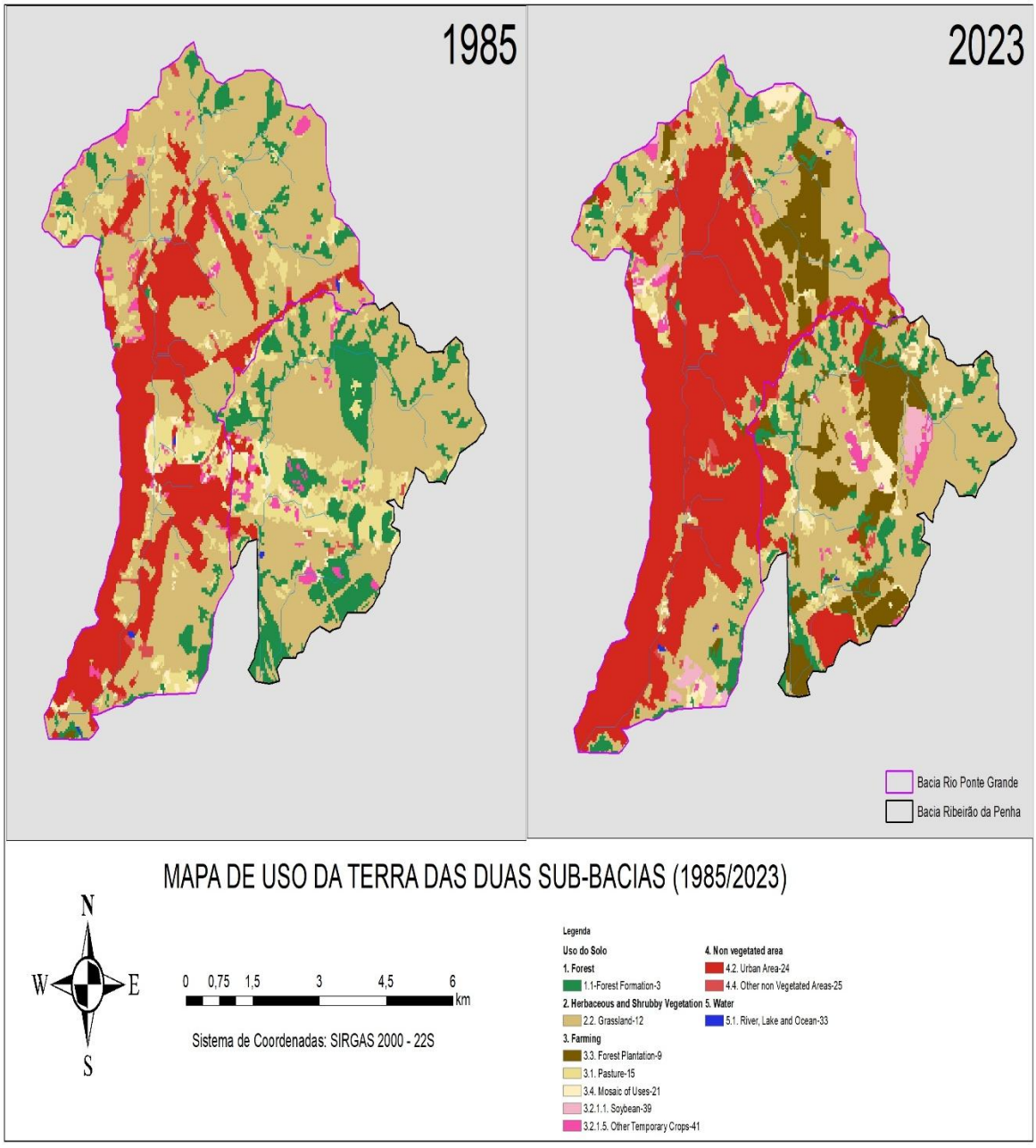


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O mapeamento resultante da análise do uso da terra nas duas sub-bacias estudadas é apresentado na Figura 5.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 5. Mapa de uso da terra das duas sub-bacias (1985 e 2023) segundo MapBiomas



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Análise comparativa da expansão urbana sobre as áreas de APP

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A ocupação urbana em áreas de preservação permanente constitui um dos resultados mais críticos do estudo. Na sub-bacia do Rio Ponte Grande, mais da metade das APPs (54,72%) encontra-se urbanizada, o que representa um aumento expressivo em relação aos 28,65% registrados em 1985. Na sub-bacia do Ribeirão da Penha, embora a situação seja menos crítica, observa-se uma tendência semelhante: a ocupação urbana das APPs passou de 0,44% em 1985 para 5,18% em 2023, evidenciando a progressiva modificação dessas áreas pela ação humana. Esses dados evidenciam um processo de ocupação sistemática de áreas legalmente protegidas, em contrariedade ao disposto na legislação ambiental brasileira (Brasil, 2012).

A ocupação de APPs está diretamente associada ao aumento da vulnerabilidade a eventos hidrológicos extremos, uma vez que essas áreas desempenham funções essenciais na regulação do escoamento, na proteção das margens e na manutenção da qualidade da água (Schorn; Vieira, 2023). Assim, os resultados obtidos não apenas confirmam padrões já identificados em outros estudos, mas também evidenciam a persistência de fragilidades na aplicação dos instrumentos de controle do uso do solo.

Além disso, a elevada proporção de usos inadequados nas APPs (superior a 85% em ambas as sub-bacias) indica que o problema não se restringe à urbanização, mas envolve um conjunto mais amplo de pressões antrópicas, incluindo atividades agropecuárias e silviculturais. Esse cenário reforça a necessidade de compreender os conflitos de uso do solo como resultado de múltiplos vetores, e não apenas da expansão urbana.

As áreas de floresta nativa dentro das faixas de APP concentram-se, em sua maioria, próximas às nascentes e representam apenas 1,44% da área ao longo do Rio Ponte Grande e 11,48% ao longo do Ribeirão da Penha. Esses percentuais são os únicos que atendem efetivamente às disposições da legislação ambiental, indicando um processo de descaracterização das APPs e a consequente perda de sua função de proteção ciliar. As alterações no uso da terra ao longo das faixas de APP nas duas sub-bacias são representadas na Tabela 1 e Figura 6.

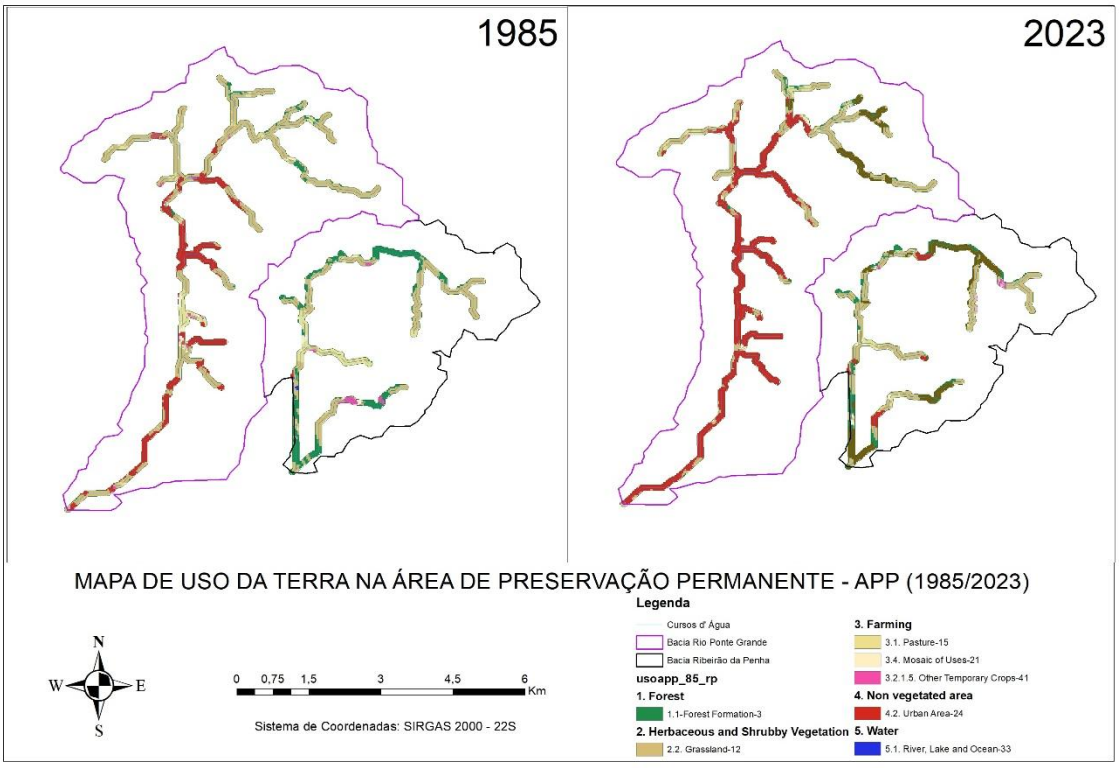
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 1. Uso da terra em porcentagem relativa às áreas de APP

Classes	Sub-Bacia do Rio Ponte Grande (%)			Sub-Bacia do Ribeirão da Penha (%)		
	1985	2023	Alterações	1985	2023	Alterações
Floresta Nativa	5,15	1,44	-3,71	29,73	11,48	-18,25
Silvicultura	0,08	8,14	+8,06	0,00	26,74	+26,74
Campos	54,30	30,11	-24,19	51,22	49,22	-2,00
Pastagem	6,43	3,61	-2,82	13,23	3,31	-9,92
Mosaico de Usos	1,84	0,81	-1,03	2,11	2,27	+0,16
Área Urbana	28,65	54,72	+26,07	0,44	5,18	+4,74
Áreas não vegetadas	1,38	0,95	-0,43	0,00	0,00	-
Cursos d'água	0,11	0,00	-0,11	0,28	0,00	-0,28
Soja	0,00	0,12	+0,12	0,00	0,00	-
Lavouras Temporárias	2,05	0,09	-1,96	2,99	0,72	-2,27

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Figura 6. Mapa de uso da terra na área de preservação permanente (1985 e 2023)



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Análise comparativa da expansão urbana sobre a planície de inundação

A ocupação da planície de inundação, especialmente na sub-bacia do Rio Ponte Grande (59,95% urbanizada), evidencia um padrão crítico de ocupação de áreas naturalmente suscetíveis às inundações. O aumento expressivo em relação a 1985 sugere que o crescimento urbano ocorreu desconsiderando condicionantes geomorfológicos e hidrológicos. Na sub-bacia do Ribeirão da Penha, embora a urbanização seja menos acentuada, 6,48% da planície de inundação está atualmente ocupada, em comparação com apenas 0,85% em 1985 (Tabela 2). A Figura 7 ilustra o mapeamento resultante dessa análise.

Estudos internacionais demonstram que a ocupação dessas áreas está entre os principais fatores associados ao aumento da exposição ao risco de inundações urbanas (Weiwei et al., 2020; Xia et al., 2022; Li et al., 2023). Nesse contexto, os resultados obtidos para o município de Lages dialogam com esse cenário, indicando que o município reproduz padrões recorrentes de urbanização em áreas suscetíveis, o que contribui para a ampliação da vulnerabilidade socioambiental.

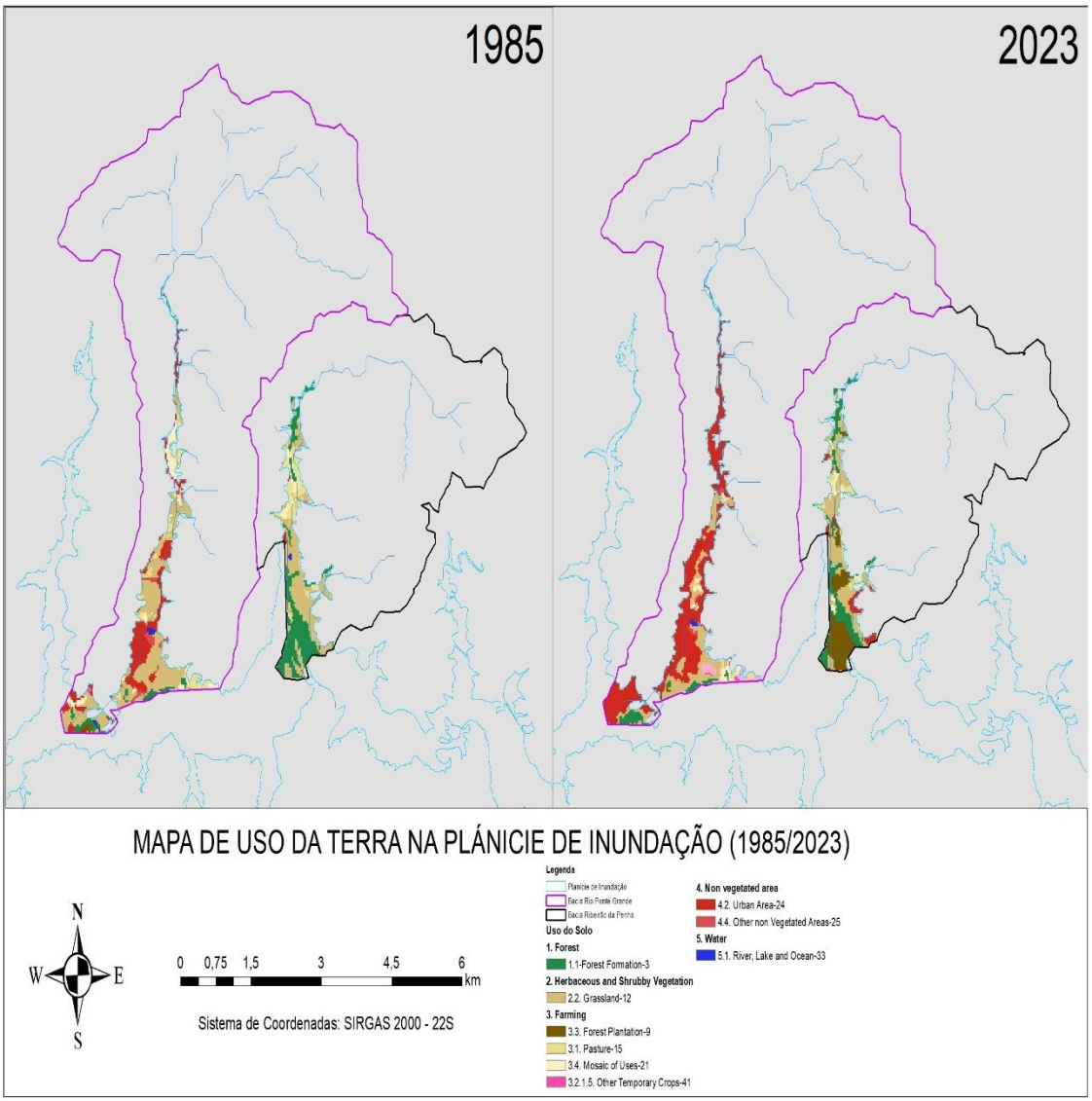
Tabela 2. Uso da terra em porcentagem relativa à planície de inundação

Classes	Sub-Bacia do Rio Ponte Grande (%)			Sub-Bacia do Ribeirão da Penha (%)		
	1985	2023	Alterações	1985	2023	Alterações
Floresta Nativa	5,12	5,46	+0,34	36,58	21,16	-15,42
Silvicultura	0,07	0,23	+0,16	0,00	25,60	+25,60
Campos	54,43	23,57	-30,86	44,08	38,23	-5,85
Pastagem	6,42	1,58	-4,84	13,99	4,10	-9,90
Mosaico de Usos	1,80	3,61	+1,81	3,92	4,44	+0,52
Área Urbana	28,65	59,95	+31,30	0,85	6,48	+5,63
Áreas não vegetadas	1,36	1,34	-0,02	-	-	-
Corpos d'água	0,11	0,46	+0,35	0,40	0,00	-0,40
Soja	0,00	3,30	+3,30	-	-	-
Lavouras Temporárias	2,05	0,50	-1,55	0,17	0,00	-0,17

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 7. Mapa do uso da terra na planície de inundação (1985 e 2023)



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Implicações para o planejamento e gestão territorial

Os resultados demonstram que a expansão urbana nas sub-bacias analisadas tem ocorrido de forma pouco integrada à lógica da bacia hidrográfica, apesar de esta ser reconhecida, no Brasil, como unidade territorial para a gestão de recursos hídricos desde a instituição da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997). Essa desconexão entre planejamento urbano e gestão hídrica pode gerar impactos negativos na dinâmica hidrológica da bacia, especialmente quando os cursos d'água são pouco considerados ou até mesmo negligenciados no processo de ordenamento territorial (Carvalho, 2020).

Diante disso, reforça-se a necessidade de adoção de instrumentos integrados de planejamento, como o Plano de Bacia Hidrográfica e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), articulados ao Plano Diretor municipal. Esses instrumentos consideram a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, permitindo a projeção de cenários de crescimento populacional, evolução das atividades produtivas, mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, além de variações na vegetação e fauna, entre outros fatores (Itani; Gallardo; Zuquim, 2025). Além disso, estratégias baseadas em infraestrutura verde e em medidas de aumento da infiltração, como a recuperação de APPs e a preservação de superfícies permeáveis, mostram-se fundamentais para mitigar os impactos identificados. Nesse sentido, a incorporação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), articulada a princípios de desenho urbano sustentável e ao uso estratégico de instrumentos de planejamento, como o zoneamento e a legislação de uso e ocupação do solo, configura-se como uma abordagem promissora para a redução da vulnerabilidade urbana, principalmente em áreas consideradas vetores de expansão urbana, como as sub-bacias analisadas (Redzińska; Piotrkowska, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar e caracterizar a dinâmica de uso e cobertura da terra em duas sub-bacias hidrográficas do município de Lages (SC), identificadas como vetores de crescimento urbano, por meio de uma abordagem multitemporal baseada em técnicas de geoprocessamento. De modo geral, os resultados obtidos permitem afirmar que o objetivo proposto foi alcançado, na medida em que permitiram compreender as principais transformações ocorridas na área de estudo, bem como identificar padrões de ocupação e conflitos ambientais associados.

As análises evidenciaram mudanças significativas no uso do solo ao longo do período investigado, com destaque para a expansão de áreas antrópicas em detrimento da cobertura vegetal natural, em ambas as sub-bacias estudadas. Esse processo pode agravar os eventos de inundações, enxurradas e alagamentos, especialmente nas margens dos dois principais cursos d'água. Os conflitos de ocupação do solo nas áreas de APP evidenciam a urgente necessidade de intervenções para a recuperação destas áreas nas duas bacias, a fim de assegurar a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

quantidade e a qualidade de água necessárias ao abastecimento público e demais atividades essenciais.

Os resultados obtidos oferecem subsídios relevantes para o planejamento territorial e a gestão ambiental, ao evidenciar áreas prioritárias para intervenção e conservação. Nesse sentido, a adoção de estratégias integradas entre poder público e sociedade torna-se fundamental para a mitigação dos impactos identificados e para a promoção de um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável no município

Apesar das contribuições, o estudo apresenta algumas limitações. Destacam-se a dependência de bases de dados secundárias, sujeitas a incertezas inerentes aos processos de classificação do uso e da cobertura da terra, bem como a limitação da escala de análise, que pode não captar dinâmicas locais mais detalhadas.

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a análise em escalas mais detalhadas, incorporem dados primários e atividades de campo para validação dos resultados, e integrem variáveis hidrológicas e socioeconômicas, de modo a ampliar a compreensão das relações entre uso do solo, dinâmica urbana e ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Estudos comparativos com outras bacias urbanas também podem contribuir para a generalização dos achados e para o aprimoramento de estratégias de planejamento e gestão ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, por meio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAMB), pelo apoio concedido (Código de Financiamento 001), bem como à UDESC pelo Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP). Agradecem também à FAPESC pela concessão de bolsa de pós-graduação e pelo financiamento dos projetos nº 2024TR002296 e nº 2025TR001147. Bem como ao CNPq, por meio dos processos nº 421003/2025-1 e nº 312263/2025-2. Os autores também agradecem à United States Geological Survey (USGS) pela disponibilização dos dados SRTM e ao MapBiomas pelo acesso aos mapas de uso e cobertura da terra.

REFERÊNCIAS

BABAREMU, K.; TAIWO, O.; AJAYI, D. Impacts of Land Use and Land Cover Changes on Hydrological Response: A Review of Current Understanding and Implications for Watershed and Water Resources Management. **Twist Journal**, v.19, p.256-267, 2024. DOI:10.5281/zenodo.10049652#89.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

BERNDTSSON, R.; BECKER, P.; PERSSON, A.; ASPEGREN, H.; HAGHIGHATAFSHAR, S.; JÖNSSON K.; LARSSON, R.; MOBINI, S.; MOTTAGHI, M.; NILSSON, J.; NORDSTRÖM, J.; PILESJÖ, P.; SCHOLZ, M.; STERNUDD, C.; SÖRENSEN, J.; TUSSUPOVA, K. Drivers of changing urban flood risk: A framework for action**. Journal of Environmental Management**, v. 240, p.47-56, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.094.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Institui o Código Florestal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CARVALHO, A. T. F.; SILVA, O. G. da; CABRAL, J. J. da S. P. Efeitos do revestimento de canal e impermeabilização do solo à dinâmica de inundação do Rio Arrombados – PE. **Revista Geociências**, v. 36, n.1, p.76-88, 2017. https://doi.org/10.5016/geociencias.v36i1.12294.

CARVALHO A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n. 42, p.140-161, 2020. https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953.

CASTRO, S. L. I.; MAY, L. R.; GARCIAS, C. M. Meio ambiente e Cidades - Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais urbanas na lei federal n. 12.651/12. **Ciência Florestal,** v. 28, n. 3, p. 1340-1349, 2018. DOI: 10.5902/1980509833353.

FENG, B.; ZHANG, Y.; BOURKE, R. Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. **Nat Hazards**, v. 106, p. 613-627, 2021. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04480-0

GUIMARÃES, É.A.; SILVA, V.V.M da; UMBELINO, L.F.; MOLISANI, MM; LUGON JÚNIOR, J. Susceptibility to Flooding and Urban Flooding in Small Municipalities: Hydrogeomorphological, Land Use and Land Cover Aspects in a Multi-Criterion Analysis. **Revista de Gestão – RGSA**, v. 18, n. 9, p. 1-17, 2024. https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n9-040

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 10 maio 2024.

ITANI, M. R.; GALLARDO, A. L. C. F.; ZUQUIM, M. de L. Zoneamento Ecológico-Econômico: panorama e interface com o planejamento e as políticas públicas. **Estudos Avançados**, v. 39, n. 114, p. e39114167, 2025. https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202539114.011

LI, C.; SUN, N.; LU, Y.; GUO, B.; WANG, Y.; SUN, X.; YAO, Y. Review on Urban Flood Risk Assessment**. Sustainability** v.15, n.1, p.765, 2023. https://doi.org/10.3390/su15010765

MAPBIOMAS BRASIL. **Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985–2023).** Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/downloads. Acesso em: 7 maio 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

MATTEDI, M. A.; MELLO, B.J.; SOUZA, C.M. DE M.; VICENTAINER D.A.; KORMANN T. C. Aplicação do índice de vulnerabilidade socioambiental a desastres por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG): Estudo de caso do município de Blumenau (SC). **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade,** v.13, n.1, e23423, 2024. https://doi.org/10.5585/2024.23423.

NETO, S.L.R. **Projeto Hidrolages – Manchas de Inundação**. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2019. Disponível em: https://www.defesacivil.lages.sc.gov.br/areas-de-risco/manchas-de-inundacao. Acesso em: 08 maio 2024.

REDZIŃSKA, K.; PIOTRKOWSKA, M. Urban Planning and Design for Building Neighborhood Resilience to Climate Change. **Land**, v.9, n. 10, p. 387, 2020. https://doi.org/10.3390/land9100387

RIBEIRO, O. J.; SCHIEBELBEIN, L. M. O Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana. **Revista TechnoEng**, v.9, n.1, p.1-18, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281245214_O_GEOPROCESSAMENTO_COMO_FERRAMENTA_DE_GESTAO_URBANA. Acesso em: 12 mar 2024.

SCHORN, F. A.; VIEIRA, R. Análises sobre a ocupação do solo em áreas urbanas de preservação permanentes e suscetíveis à inundação: estudo de caso no Vale do Itajaí, SC. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, p. e20220110, 2023.

SHARIFI A. Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. **Science of The Total Environment**, v. 750, 141642, 2021. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141642

SILVA, R. M. de O. S. da. **Análise da relação entre fatores físicos, ambientais e antrópicos com a ocorrência de Incêndios Florestais e Queimadas no Pantanal**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2023.

SOUZA JR, C.M et al. 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. https://doi.org/10.3390/rs12172735

SU, J.; WANG, M.; RAZI, M. A. M.; DOM, N. M.; SULAIMAN, N.; TAN, L. A Bibliometric Review of Nature-Based Solutions on Urban Stormwater Management. **Sustainability**, v.15, n. 9, p. 7281, 2023. https://doi.org/10.3390/su15097281

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Modelos Digitais de Elevação.** Reston, 2023. Disponível em: https://www.usgs.gov/products/maps/all-maps. Acesso em: 07 maio 2024.

WEIWEI, J.; JINGSHAN, Y.; RYOSUKE, A.; QI, J.; JIPEI, C.; LUYI, L. Impact of changing environment and human activities on urban hydrological and hydrodynamics process - a review. **Journal of Beijing Normal University (Natural Science)**, v. 56, n. 2, p. 160-168, 2020. DOI: 10.12202/j.0476-0301.2020055

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

XIA, J.; DONG, B.; LI, Q.; LIU, L.; ZHOU, M.; WANG, X. Hydrodynamic mechanism analysis and disaster reduction countermeasures of urban flood disaster in recent years. **China Flood Drought Manag**, v. 32, p. 66-71, 2022.

Digitally signed by RECIMA21 REVISTA CIENTIFICA MULTIDISCIPLINAR LTDA:40166538000195.
Timestamp: 2026-05-01 14:53:25 -03.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.