

Identificação das Principais Mudanças de Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí do Sul de 2000 a 2024

Elizabeth Salete Wawrzonkiewicz¹, Adriano Vitor², Fernanda Simoni Schuch³, Maurília de Almeida Bastos⁴

¹Acadêmica do Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil
(elizabeth.s07@aluno.ifsc.edu.br)

²Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil (adriano.vitor@ifsc.edu.br)

³Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil (fernandass@ifsc.edu.br)

⁴Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil (maurilia@ifsc.edu.br)

Resumo: O estudo analisa mudanças de uso e cobertura do solo na bacia do Rio Itajaí do Sul (SC) através dos dados da plataforma MapBiomass com o apoio do software QGIS. A metodologia incluiu caracterização morfométrica, hipsométrica e análise temporal (2000 a 2024). Registrou-se expansão expressiva da soja, silvicultura e urbanização, com redução da vegetação nativa e formações campestres, influenciando a dinâmica hidrológica e intensificando o escoamento superficial, apesar da baixa propensão natural a cheias rápidas.

Palavras-chave: Barragem de Ituporanga; Geoprocessamento; QGIS; MapBiomass.

INTRODUÇÃO

A hidrografia de Santa Catarina é organizada em 10 Regiões Hidrográficas, definidas pela Lei Estadual nº 10.949/1998 para fins de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (CINCATARINA, 2020). Essas regiões podem ser observadas na Figura 1:

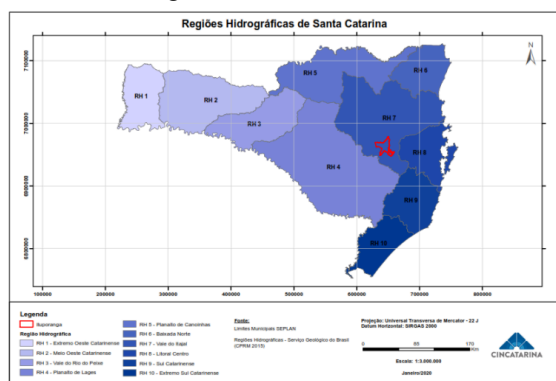


Figura 1. Regiões Hidrográficas de Santa Catarina.
Fonte: CINCATARINA, (2020).

Com o objetivo de mitigar os efeitos das enchentes, foram construídas três barragens de contenção em três afluentes estratégicos do principal curso d'água da bacia hidrográfica: o Rio Itajaí do Norte (com a Barragem Norte - José Boiteux, inaugurada em 1992), o Rio Itajaí do Oeste (com a Barragem Oeste -

Taió, inaugurada em 1973) e Rio Itajaí do Sul (com a Barragem Sul, Ituporanga, inaugurada em 1975).

O município de Ituporanga está inserido na Região Hidrográfica RH 7 do Vale do Itajaí, (Figura 2) localizada no leste de Santa Catarina, com área de aproximadamente 15.310 km², sendo a segunda maior do estado. (CINCATARINA, 2020).

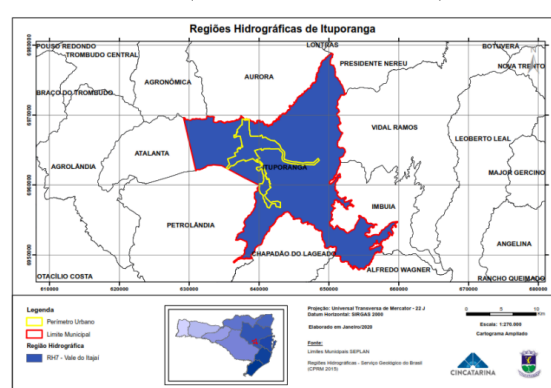


Figura 2. Região Hidrográfica de Ituporanga
Fonte: CINCATARINA, (2020).

As áreas de risco de inundação em Ituporanga decorrem da ocupação urbana sobre as planícies e várzeas dos rios Itajaí do Sul e Águas Negras, cujas edificações marginais estão sujeitas tanto à ação direta das cheias quanto ao solapamento de margens. Os eventos de inundação de maior magnitude

registrados no município ocorreram nos anos de 1983 e 2011, sendo este último o mais recente de expressão significativa (Queiroz e Santos 2018). As Figuras 3 e 4 apresentam moradores da região indicando o nível máximo atingido pela água durante o evento de inundação.



Figura 3. Evento 2011, Bairro Vila Nova, Ituporanga/SC

Fonte: Queiroz e Santos (2018).



Figura 4. Evento 2011, Bairro Cerro Negro, Ituporanga/SC.

Fonte: Queiroz e Santos (2018).

A frequência e magnitude de enchentes e inundações são relativizadas pelo modo de uso e ocupação do solo, de modo que a ocupação urbana em áreas suscetíveis a desastres aumenta a demanda por estruturas de contenção de cheias, as quais podem tornar-se obsoletas na ausência de políticas públicas adequadas de ordenamento territorial (Moura et al., 2015). Nesse contexto, as transformações no uso e na cobertura do solo, especialmente a conversão de áreas de vegetação nativa em áreas agrícolas, pastagens ou zonas urbanas, impactam diretamente a capacidade de infiltração do solo e o regime de escoamento superficial.

Dessa forma, a análise temporal das alterações na cobertura vegetal e nos padrões de uso do solo permite identificar tendências de degradação ambiental, subsidiar ações de planejamento territorial e fornecer informações essenciais para a tomada de decisão por parte dos gestores públicos e ambientais. Portanto, revela-se de fundamental importância o estudo das mudanças de uso e ocupação do solo na

bacia hidrográfica do Rio Itajaí do Sul, objetivo desta pesquisa, para a gestão dos recursos hídricos e para a proteção de reservatórios estratégicos, como a Barragem Sul de Ituporanga.

MATERIAL E MÉTODOS

O método da pesquisa foi desenvolvido em etapas sequenciais, compreendendo: revisão da literatura, realizada continuamente ao longo de todo o processo; levantamento de mapas, cartas e do Modelo Digital de Elevação (MDE); leitura e análise dos dados geográficos; caracterização fisiográfica da área de estudo; e interpretação e análise dos resultados obtidos. O estudo focou na Bacia do Rio Itajaí do Sul, sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, localizada no Estado de Santa Catarina. O fluxo hídrico da área estudada converge para a Barragem Sul

Para o processamento e análise dos dados espaciais, foi adotado o QGIS versão 3.40.10, um Sistema de Informações Geográficas (SIG) gratuito e amplamente utilizado para visualização, edição e análise de dados georreferenciados. As informações utilizadas foram provenientes de diferentes fontes institucionais, incluindo os portais da Epagri, ANA, IBGE, OpenTopography e MapBiomias, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de entrada da pesquisa

Dado	Ano	Escala / resolução	Fonte
Limite do Municípios de SC (vetor)	2024	1:250.000	IBGE
Unidades da Federação (vetor)	2010	1:1.000.000	ANA
Curvas de nível (vetor)	2016	1:50.000	EPAGRI
Hidrografia (vetor)	2018	1:250.000	ANA
MDE	2015	30 metros	OpenTopography
Uso e ocupação do solo	2000 2008 2023 2024	30 metros	MapBiomias Col. 10

A cartas topográficas foram obtidas na escala 1:50.000 (EPAGRI/IBGE. 2003), referentes aos municípios de Ituporanga, Alfredo Wagner, Anitápolis, Bom Retiro, Petrolândia, Rancho Queimado e Vidal Ramos. Esse conjunto de cartas mostrou-se suficiente para a delimitação completa da bacia hidrográfica.

A delimitação da área de estudo partiu da identificação da sub-bacia hidrográfica, apontando o Rio Itajaí do Sul, também denominado Itajaí-Açu no trecho de confluência, como curso d'água principal e a Barragem Sul como exutório. Com esses elementos de referência, procedeu-se à delimitação manual da bacia hidrográfica, considerando os divisores de água, as nascentes dos rios e as cotas altimétricas obtidas por meio das curvas de nível presentes nas cartas topográficas na escala 1:50.000.

Com os limites da bacia hidrográfica definidos, a classificação da ordem dos cursos d'água foi realizada com base no método de Strahler (1957). Na sequência determinou-se parâmetros morfométricos: área de contribuição, perímetro, altitude média, coeficiente de compacidade (K_c), fator de forma (K_f), densidade de drenagem (D_d) e coeficiente de sinuosidade (S), conforme indicações de Villela e Mattos (1975) e Teixeira (2010), com classificação dos resultados segundo Lima *et al.* (2013 *apud* Eloi, 2023).

Os mapas de hipsometria e declividade foram elaborados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 metros, obtido por meio da plataforma OpenTopography. Para a elaboração do mapa hipsométrico, aplicou-se simbologia discreta mediante a ferramenta de reclassificação por tabela disponível no QGIS, adotando intervalos altimétricos de 250 metros a partir da menor cota identificada nos limites da bacia hidrográfica. Para a geração do mapa de declividade, o MDE foi inicialmente reprojetoado para o sistema de coordenadas planas UTM Fuso 22 Sul, a fim de garantir a compatibilidade métrica necessária aos cálculos. Em seguida, procedeu-se à correção do modelo por meio do software SAGA GIS, com a aplicação da ferramenta de preenchimento de modelo digital de elevação, visando eliminar imperfeições e depressões que poderiam comprometer a qualidade da análise. A declividade foi então gerada em valores percentuais por meio da ferramenta de análise de raster do QGIS e posteriormente reclassificada de acordo com os critérios estabelecidos pela EMBRAPA, que define classes de relevo amplamente adotadas em estudos de caracterização morfométrica e uso do solo no Brasil.

Para a análise do uso e cobertura do solo, foram utilizados arquivos matriciais no formato GeoTIFF (TIF) obtidos por meio da plataforma MapBiomas (2026), correspondentes aos anos de 2000, 2008, 2023 e 2024. Esses dados foram selecionados por representarem diferentes períodos, permitindo a avaliação das mudanças ocorridas na área de estudo ao longo dos anos. Os arquivos foram importados para o software QGIS, onde foram realizados os procedimentos de visualização, padronização e análise espacial. Inicialmente, a simbologia dos

mapas foi ajustada conforme o arquivo oficial de códigos e cores das classes temáticas estabelecidas pela legenda da Coleção 10 do MapBiomas Brasil, garantindo a padronização visual e a correta identificação das diferentes classes de uso e cobertura do solo. Posteriormente, os dados foram reprojetoados para o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Fuso 22 Sul, adotando-se um sistema de referência métrico adequado para a realização de cálculos de área com maior precisão.

Após, procedeu-se à quantificação das áreas correspondentes a cada classe temática de uso e cobertura do solo por meio da ferramenta *r.report*, disponível no conjunto de algoritmos do módulo GRASS integrado ao QGIS. Esse procedimento possibilitou a obtenção de valores quantitativos detalhados das áreas ocupadas por cada classe, permitindo a comparação entre os diferentes períodos analisados e a identificação de possíveis tendências de expansão ou redução de determinados tipos de cobertura. Com base nos resultados obtidos, os diferentes tipos de cobertura do solo foram posteriormente agrupados de acordo com os Coeficientes de Cobertura do Solo (k) estabelecidos pelo Método de Washington (WSDOT, 1997). O agrupamento das classes foi realizado a partir da correspondência entre as categorias temáticas da legenda do MapBiomas (2026) e as classes equivalentes definidas no Método de Washington (WSDOT, 1997). A relação detalhada entre as classes originais e as categorias agrupadas encontra-se apresentada na Tabela 2

Tabela 2. Agrupamento das classes MapBiomas conforme o método de Washington (WSDOT, 1997).

Classes MapBiomas (Col. 10)	Critério Washington (1997)
Formação Florestal; Silvicultura	Floresta com cobertura pesada do solo
Pastagem; Mosaico de Usos	Pasto curto ou gramado
Área Urbanizada	Área pavimentada
Outras Áreas não Vegetadas	Solo quase exposto
Rio, Lago e Oceano	Rio e lagos
Soja; Arroz; Outras Lavouras Temporárias	Cultivo mínimo de lavoura

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica de contribuição da Barragem Sul de Ituporanga abrange os municípios de Ituporanga, Alfredo Wagner, Anitápolis, Bom Retiro, Petrolândia, Rancho Queimado e Vidal Ramos, integrando a região do Alto e Médio Vale do Itajaí. O rio principal identificado é o Rio Itajaí do Sul, que nasce nas encostas da Serra Geral e percorre

sentido sul-norte até encontrar a Barragem Sul. A Figura 5 apresenta o mapa de localização e delimitação da bacia hidrográfica, com a identificação do talvegue principal. Já a Figura 6 ilustra a ordem dos cursos d'água.

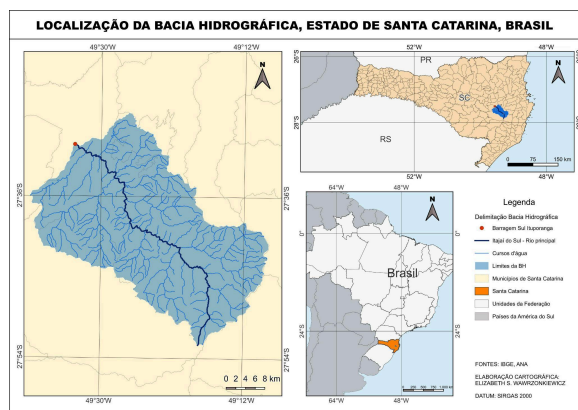


Figura 5. Localização e delimitação da BH.
Fonte: Autores (2025).

ORDEM DOS CURSOS D'ÁGUA

BACIA DO RIO ITAJAÍ DO SUL

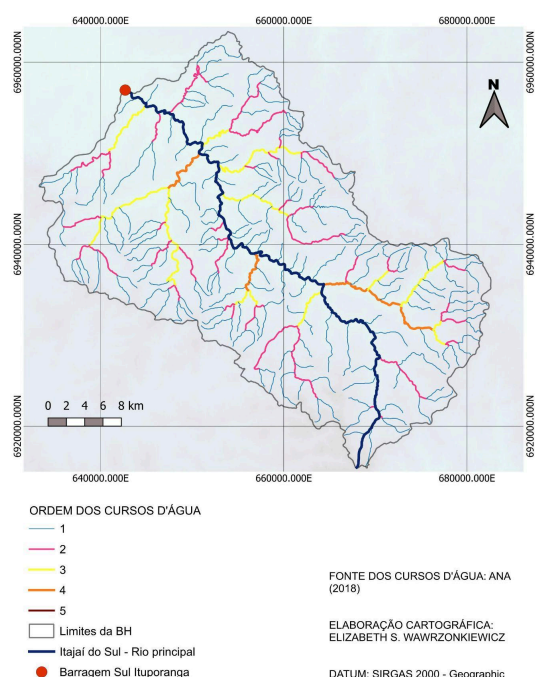


Figura 6. Ordem dos Cursos D'água
Fonte: Autores (2026).

A caracterização fisiográfica da bacia de contribuição da Barragem Sul está sintetizada na Tabela 3.

A caracterização morfométrica da bacia de contribuição da Barragem Sul de Itaporanga envolveu o levantamento dos principais parâmetros que descrevem sua geometria, dimensões e o padrão de organização da rede hidrográfica, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Dados fisiográficos da Bacia do Rio Itajaí do Sul

Característica física	Valor
Área de contribuição [km ²]	1.159,67
Perímetro da bacia de contribuição [km]	181,79
Altitude média [m]	691,00
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,49
Fator de forma (Kf)	0,23
Densidade de Drenagem (Dd) [km/km ²]	0,86
Sinuosidade (S)	1,46
Comprimento do Rio Principal [km]	70,82

De maneira geral, os resultados do Kc (1,49) e do Kf (0,23) apontam que a bacia, sob regimes pluviométricos regulares, não demonstra vulnerabilidade acentuada a eventos de cheias rápidas (Lima et al, 2013) dentro do contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, exercendo papel relevante na captação e direcionamento das águas para a barragem.

A cota média de 691 m influencia o comportamento hidráulico dos fluxos superficiais, uma vez que gradientes altimétricos mais expressivos favorecem o aumento da velocidade de escoamento, o que pode potencializar a erosão das margens e demandar atenção contínua às zonas de recarga da bacia.

O valor de Kc igual a 1,49 reflete um contorno geométrico alongado, distante da forma circular que favorece uma concentração mais rápida do deflúvio no exutório. Complementarmente, o Kf de 0,23 reforça essa interpretação ao indicar que a largura média da bacia é proporcionalmente pequena em relação à extensão do rio principal, característica associada a um regime de resposta hidrológica mais gradual, com maior tempo disponível para a infiltração das águas precipitadas (Lima et al, 2013).

A Dd de 0,86 km/km² situa a bacia no patamar de drenagem regular, revelando uma rede de cursos d'água com capacidade moderada de escoamento. Essa condição indica que o sistema hídrico atende satisfatoriamente às demandas de drenagem em situações de precipitação dentro da normalidade, podendo, contudo, ser pressionado em episódios de chuva de alta intensidade. Já a Sinuosidade de 1,46 indica um traçado curvilíneo do canal principal, o que naturalmente reduz a velocidade de propagação do fluxo ao longo do talvegue e contribui para um amortecimento parcial dos picos de cheia (Almeida *et al.*, 2013).

Ainda que os índices morfométricos globais indicam baixa propensão a enchentes súbitas, cabe destacar que esses parâmetros capturam características médias da bacia e podem não refletir adequadamente o

comportamento hidrológico em cenários de precipitação extrema. A combinação de eventos chuvosos de grande magnitude com as declividades elevadas presentes em parcelas significativas da bacia pode gerar volumes e velocidades de escoamento superiores ao que os índices globais sugerem, evidenciando a importância do monitoramento contínuo e da gestão integrada da bacia para a operação segura da Barragem Sul.

O mapa hipsométrico (Figura 7) evidencia uma amplitude altimétrica considerável na bacia, com cotas variando de 360 m a 1.760 m, revelando relevo bastante variado. As áreas de maior altitude concentram-se nas bordas da bacia, nos divisores de águas localizados nas encostas da Serra Geral, enquanto as cotas mais baixas acompanham o traçado do Rio Itajaí do Sul. As áreas situadas nas cotas mais elevadas, quando atingidas por precipitações intensas, tendem a gerar escoamento mais rápido em direção ao fundo de vale, contribuindo para o rápido aumento das vazões no canal principal.

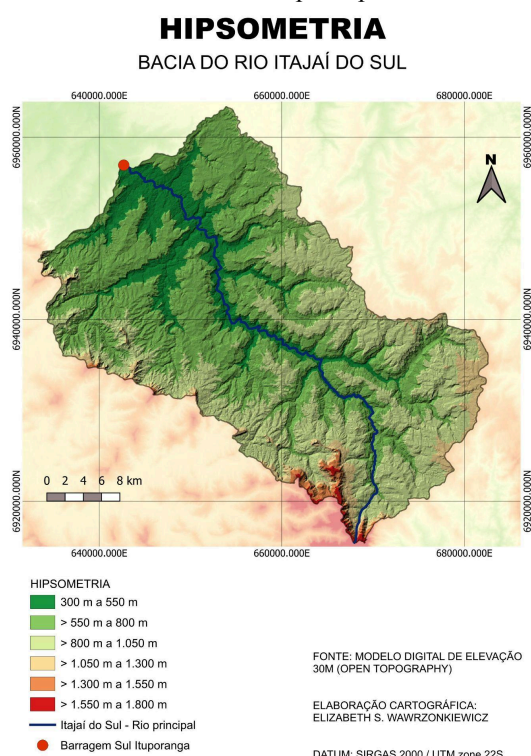


Figura 7. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica da Barragem Sul de Ituporanga.

Fonte: Autores (2026).

O mapa de declividade (Figura 8), elaborado conforme a classificação da EMBRAPA, demonstra o predomínio de relevos ondulado (8–20%) e forte ondulado (20–45%) na bacia, com zonas de relevo montanhoso (45–75%) e escarpado (>75%) nos divisores de água.

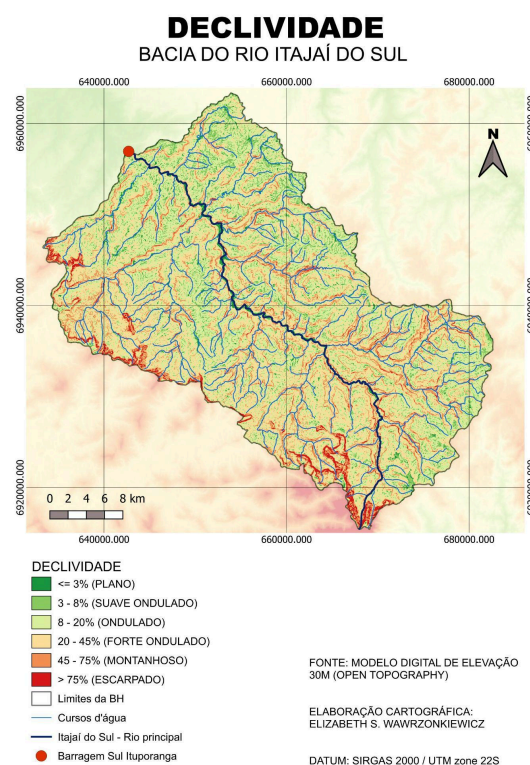


Figura 8. Mapa de declividade da bacia hidrográfica da Barragem Sul de Ituporanga.

Fonte: Autores (2026).

A análise do uso e cobertura do solo foi realizada para quatro momentos distintos (2000, 2008, 2023 e 2024), permitindo identificar as principais transformações ocorridas na bacia ao longo de 24 anos. Os mapas de uso e cobertura do solo são apresentados nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

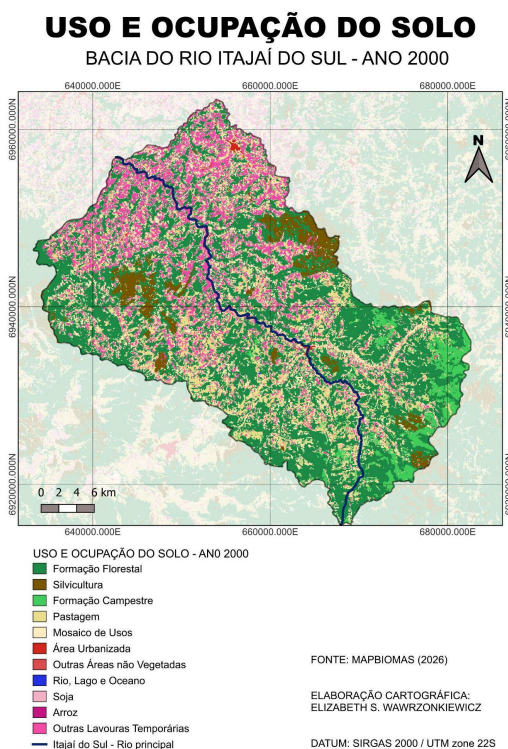


Figura 9. Mapa de uso e cobertura do solo — 2000.
Fonte: Autores (2026).

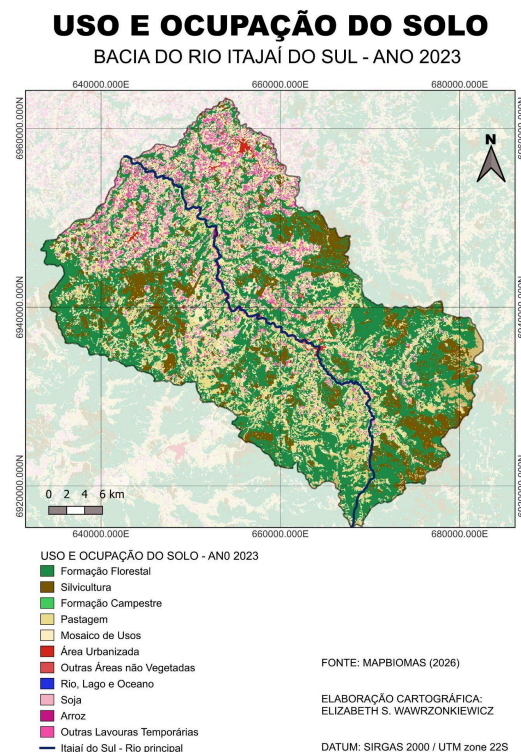


Figura 10. Mapa de uso e cobertura do solo — 2023.
Fonte: Autores (2026).

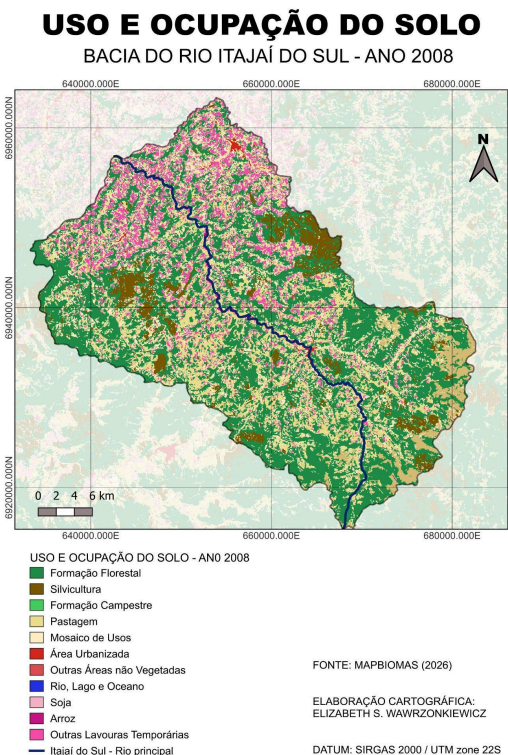


Figura 11. Mapa de uso e cobertura do solo — 2008.
Fonte: Autores (2026).

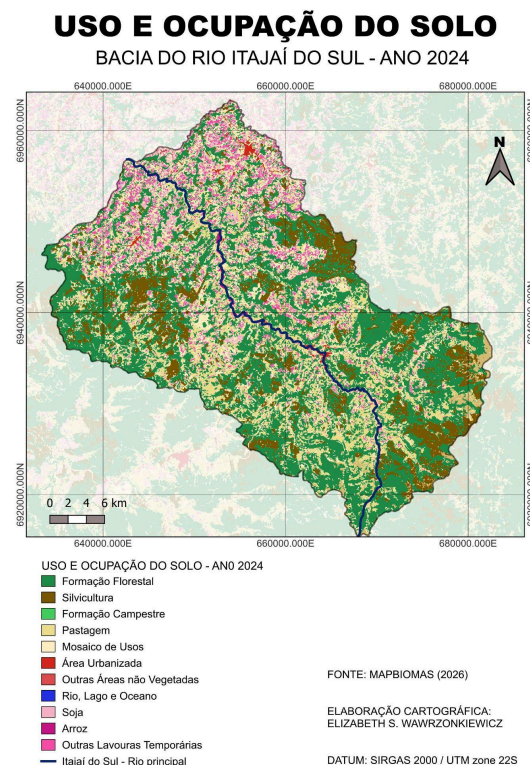


Figura 12. Mapa de uso e cobertura do solo — 2024.
Fonte: Elaboração própria (2026).

A Tabela 4 apresenta a área por tipo de uso e cobertura do solo nos anos estudados, e a Tabela 5 sintetiza as mudanças ocorridas entre 2000 e 2024.

Tabela 4. Área total por tipo de uso e ocupação do solo nos anos de 2000, 2008, 2023 e 2024 em km².

Classificação	2000 (km ²)	2008 (km ²)	2023 (km ²)	2024 (km ²)
Form. Florestal	53.400	52.407	49.650	49.685
Silvicultura	5.2773	6.873	14.782	14.905
Form. Campestre	4.892	4.310	1.756	1.688
Pastagem	15.759	18.572	15.645	15.558
Mosaico de Usos	17.507	20.321	23.369	23.213
Área Urbanizada	280	340	536	546
Out. Áreas n. Veg.	39	54	105	169
Rio/Lago	176	176	285	236
Soja	15	99	2.160	2.174
Arroz	5	46	102	128
Out. Lavouras Temp.	18.611	12.763	7.573	7.660
TOTAL	115.966	115.966	115.966	115.966

Tabela 5. Mudança do tipo de uso e ocupação do solo entre 2000 e 2024

Classificação	2000 (km ²)	2024 (km ²)	Δ (km ²)	Δ (%)
Form. Florestal	53.400	49.685	-3.715	-7
Silvicultura	5.277	14.905	+9.628	+182
Form. Campestre	4.892	1.688	-3.204	-65
Pastagem	15.759	15.558	-201	-1
Mosaico de Usos	17.507	23.213	+5.705	+32
Área Urbanizada	280	546	+265	+94
Out. Áreas n. Veg.	39	169	+130	+332
Rio/Lago	176	236	+60	+34
Soja	15	2.174	+2.158	+13.538
Arroz	5	128	+122	+2.407
Out. Lavouras Temp.	18.612	7.661	-10.951	-58

A análise da mudança de uso e cobertura do solo revela transformações expressivas na bacia ao longo do período estudado. O destaque mais significativo é o aumento explosivo da cultura de soja, que passou

de apenas 15 km² em 2000 para 2.174 km² em 2024, um crescimento de mais de 13.500%. O cultivo de arroz também expandiu de forma expressiva (+2.407%), embora em área absoluta menor. Essas mudanças refletem o avanço da agricultura mecanizada e intensiva na região, impulsionada pela valorização das commodities agrícolas no mercado internacional e pelas condições climáticas e topográficas favoráveis nas porções mais planas da bacia.

A silvicultura cresceu 182 %, passando de 5.277 km² para 14.905 km² entre 2000 e 2024. Embora a silvicultura apresente coeficiente de cobertura do solo ($k = 50 \text{ m/min}$) equivalente ao da formação florestal nativa, do ponto de vista do escoamento superficial, sua contribuição para a regulação hídrica pode diferir da floresta natural em aspectos como a profundidade de raízes, a diversidade florística e a capacidade de retenção de água no solo em condições de precipitação extrema.

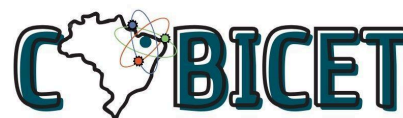
A área urbanizada cresceu 94 %, entre 2000 e 2024. Esse crescimento, embora significativo em termos percentuais, ainda representa uma parcela relativamente pequena da área total da bacia (menos de 0,5%). No entanto, a urbanização concentra-se em áreas de fundo de vale, próximas aos cursos d'água, o que a torna particularmente vulnerável a eventos de inundação.

Em contrapartida, a formação florestal nativa reduziu-se em 3.715 km² (-7 %), a formação campestre diminuiu 65 % e as outras lavouras temporárias recuaram 58 %. Essas reduções indicam uma reestruturação do uso agrícola da terra, com substituição de culturas diversificadas e pastagens por monoculturas de alta produtividade.

Os resultados apresentados sobre a área de contribuição da Barragem Sul, detalhada nesta seção, fornecem os subsídios para discutir, adiante, os impactos locais na eficiência de contenção de cheias.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram-se compatíveis com o padrão geográfico observado nas sub-bacias adjacentes que compõem a Bacia do Rio Itajaí, evidenciando similaridade nas características morfométricas e geomorfológicas regionais. Essa coerência indica que os parâmetros analisados refletem adequadamente as condições fisiográficas típicas da região hidrográfica em estudo. A análise hipsométrica evidenciou uma amplitude altitudinal variando entre 420 m e 1.760 m, indicando a presença de relevo com significativa heterogeneidade topográfica. O mapeamento das declividades revelou a predominância de terrenos classificados como ondulados e fortemente ondulados, com as maiores inclinações concentradas nas áreas correspondentes



aos divisores topográficos. Essas condições geomorfológicas favorecem a ocorrência de escoamento superficial acelerado, especialmente nas regiões de cabeceira, durante episódios de precipitação intensa. Entretanto, os valores obtidos para os índices morfométricos globais, particularmente o Coeficiente de Compacidade (Kc) e o Fator de Forma (Kf), indicam uma configuração geométrica que tende a reduzir a concentração rápida das vazões, sugerindo baixa propensão à ocorrência de cheias bruscas quando considerada a bacia hidrográfica em sua totalidade.

As características fisiográficas identificadas exercem influência direta na magnitude dos impactos associados a eventos hidrológicos extremos, uma vez que condicionam a dinâmica do escoamento superficial e a capacidade de infiltração hídrica do solo. Embora os indicadores morfométricos indiquem que, sob condições pluviométricas normais, a bacia não apresenta vulnerabilidade natural significativa a inundações repentinas, conforme discutido por Lima et al. (2013), a análise do uso e cobertura do solo evidenciou mudanças expressivas ao longo do período compreendido entre 2000 e 2024.

Nesse contexto, destacam-se transformações relevantes na dinâmica de ocupação territorial, caracterizadas pela expansão expressiva das áreas destinadas ao cultivo de soja, com aumento de +13.538 %, pelo avanço das áreas de silvicultura, que registraram crescimento de +182 %, e pela ampliação das áreas urbanizadas, com incremento de +94 %. Em contrapartida, observou-se a redução das áreas ocupadas por vegetação florestal nativa, que apresentou retração de -7 %, bem como das formações campestres, que registraram decréscimo de -65 %. Essas alterações evidenciam um processo contínuo de substituição de coberturas naturais por usos antrópicos, com potenciais implicações sobre a dinâmica hidrológica e a resposta da bacia frente a eventos extremos.

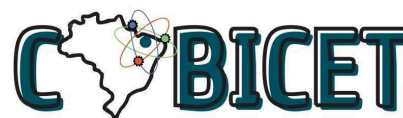
Essas alterações no uso e ocupação do solo repercutem diretamente sobre o tempo de concentração da bacia, especialmente durante a ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Nesse contexto, torna-se pertinente a avaliação do parâmetro tempo de concentração para a área de estudo, uma vez que sua estimativa permite compreender a resposta hidrológica da bacia frente a diferentes cenários de precipitação e mudanças no padrão de cobertura do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Câmpus Florianópolis do IFSC, em especial ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, pelo suporte institucional ao desenvolvimento deste trabalho, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo fomento à bolsa de pesquisa em Iniciação Tecnológica.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada 1:250.000 (BHO250): versão 2.3. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0f57c8a0-6a0f-4283-8ce3-114ba904b9fe>. Acesso em: 22 out. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. País: base vetorial dos países da América do Sul. Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7cfd53c4-b4e1-4aba-a79b-857a19649df6>. Acesso em: 22 out. 2025.
- ALMEIDA, Wagner Santos de; SOUZA, Newton Moreira de; REIS JÚNIOR, Dirceu Silveira e CARVALHO, José Camapum. Análise morfométrica em bacias hidrográficas fluviais como indicadores de processos erosivos e aporte de sedimentos no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Corumbá IV. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 2, 2013.
- CINCATARINA. Diagnóstico Socioambiental: Ituporanga/SC Parte 01. Florianópolis: CINCATARINA, 2020. Disponível em: <https://ituporanga.sc.gov.br/dados/paginaarquivo/parte-2-digital-71.pdf>. Acesso em: 26 abril. 2026.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/327212/1/SNLCSMiscelanea11979.pdf>. Acesso em: 23 abril. 2026.
- EPAGRI/IBGE. Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina: Termo de Cooperação Epagri/IBGE – 2003. Disponível em:



- <https://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>. Acesso em: 22 out. 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 22 out. 2025.
- LIMA, Gabriela Camargos; SILVA, Marx Leandro Naves; CURI, Nilton; SILVA, Mayesse Aparecida da; OLIVEIRA, Anna Hoffmann; AVANZI, Junior Cesar e FREITAS, Diego Antonio França de. Estimativa do potencial de recarga na sub-bacia das posses, Extremas (MG), em função dos atributos fisiográficos, pedológicos e topográficos. Rev. Geociências. UNESP, v.32, n.1, p.51-62, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/8004>. Acesso em: em 01 out. 2025.
- MAPBIOMAS. Coleções MapBiomas. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 23 fev. 2026.
- MOURA, J. M. B. M.; VIEIRA, R.; BOHN, N. Barragem de contenção de cheias e políticas públicas: o caso de Ituporanga – Santa Catarina, Brasil. Sustentabilidade em Debate, Brasília, v. 6, n. 3, p. 70-88, set./dez. 2015.
- OPENTOTOPOGRAPHY. High-Resolution Topography Data and Tools. Disponível em: <https://portal.opentopography.org/dataCatalog>. Acesso em: 24 abril. 2026.
- QUEIROZ, L. J. S.; SANTOS, L. F. Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Ituporanga, SC. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, [S. l.], 2018.
- STRAHLER, Arthur Newell. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, v.38. n.6. p. 913-920, 1957. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso em 01 out. 2025.
- TEIXEIRA, C. A. APOSTILA DE HIDROLOGIA APLICADA. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010. Disponível em: https://engenhariacivilfsp.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/hidro_celimar.pdf. Acesso em: em 01 out. 2025.
- VILLELA, Swami. Marcondes. e MATTOS, Arthur. Hidrologia aplicada. Editora McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1975.
- WSDOT. Washington State Department of Transportation. Hydraulics Manual. Washington: Environmental and Engineering Service Center, Hydraulics Branch, 1997.