UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JEAN CARLOS DOS SANTOS ROCHA

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1985 – 2024) E A PERDA DE HABITAT POR *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) NA BARREIRA HOLOCÊNICA IV NO SUL DO BRASIL

CRICIÚMA
2026

JEAN CARLOS DOS SANTOS ROCHA

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1985 – 2024) E A PERDA DE HABITAT POR *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) NA BARREIRA HOLOCÊNICA IV NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Jairo José Zocche

CRICIÚMA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

R672d Rocha, Jean Carlos dos Santos.
Dinâmica da cobertura e uso da terra (1985 – 2024) e a perda de habitat por *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (*Liolaemidae*) na Barreira Holocênica IV no sul do Brasil / Jean Carlos dos Santos Rocha. – 2026.
58 p. : il.

Dissertação (Mestrado - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2026.
Orientação: Jairo José Zocche.

1. Ecologia das paisagens – Brasil, Sul. 2. Paisagens fragmentadas – Brasil, Sul. 3. Dunas – Brasil, Sul. 4. Restingas. 5. Ecossistema costeiro. 6. Sensoriamento remoto. 7. Atividades antrópicas. 8. Lagartixa-da-praia- I. Título.

CDD 23. ed. 577.5830981

Bibliotecária Elisângela Just Steiner – CRB 14/1576
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC

PARECER

Os membros da Comissão Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **JEAN CARLOS DOS SANTOS ROCHA,** sob o título: **"DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1985 – 2024) E A PERDA DE HABITAT POR Liolaemus occipitalis Bounlenger 1885 (LIOLAEMIDAE) NA BARREIRA HOLOCÊNICA IV NO SUL DO BRASIL",** para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, os membros são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação.

Criciúma/SC, 29 de maio de 2026.

Prof. Dr. Jori Ramos Pereira
Primeiro Examinador

Prof. Dr. Fernando Carvalho
Segundo Examinador

Prof. Dr. Jairo José Zocche
Presidente da Comissão e Orientador

Dedico este trabalho à minha esposa, que foi minha motivação constante ao longo desta jornada. Seu apoio, amor e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse chegar até o final. Esta conquista também é sua.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela vida, pela saúde e pela força concedida ao longo desta jornada pelo discernimento e sabedoria dada.

Sou grato a minha esposa que me deu força de vontade e coragem para concluir essa etapa em minha vida.

Ao meu orientador, pela orientação, dedicação e contribuições fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço pela confiança, pelos ensinamentos e por compartilhar conhecimentos que foram essenciais para minha formação acadêmica e profissional.

A natureza não apenas mostra a grandeza da criação, mas também nos lembra do dever de preservá-la.

RESUMO

A fragmentação e a perda de habitat constituem importantes fatores de impacto sobre a biodiversidade, especialmente em ecossistemas costeiros, caracterizados por elevada fragilidade ambiental e crescente pressão antrópica. O presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra (CUT) entre 1985 e 2024 e avaliar a disponibilidade de habitat potencial de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885, na Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil. Partiu-se da hipótese de que o crescimento populacional humano e a expansão das atividades antrópicas promovem alterações na paisagem capazes de reduzir e fragmentar o habitat da espécie. A metodologia baseou-se em pesquisa exploratória, bibliográfica e análise espacial utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Foram empregados dados de CUT da Coleção 10 do Projeto MapBiomas para os anos de 1985, 2005 e 2024, registros de ocorrência da espécie obtidos nas bases *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr), além de dados geológicos do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), que foram à base para a delimitação da Barreira Holocênica IV. As análises espaciais foram realizadas no *software* QGIS 3.40 LTR, utilizando o sistema de coordenadas SIRGAS 2000/UTM Zona 22S. Também foram analisados dados censitários do período 1980 – 2022 dos municípios inseridos na área de estudo, bem como elaboradas projeções populacionais para os anos de 2050 e 2100, além de análises da densidade populacional. Os resultados evidenciaram alterações significativas na estrutura da paisagem ao longo do período analisado e a expansão da área das classes da CUT: Silvicultura (+25.728,67 ha; +765,90%), Formação herbácea-arbustiva (+11.348,91 ha; +17,43%), Áreas urbanizadas (+6.798,40 ha; +29,35%) e Agroecossistemas (+3.739,05 ha; +8,13%). Em contrapartida houve redução na área das classes: Praias, dunas e areal (- 41.114,30 ha; -33,36%), Massas d'água e ambientes úmidos (-6.079,58 ha; -11,81%) e Formação arbórea (-423,93 ha; -4,39%). Em relação ao habitat potencial de *L. occipitalis*, a classe Formação herbácea apresentou aumento de 1.136,02 ha (+17,45%), enquanto a Formação arbórea reduziu 575,45 ha (-6,24%). A maior perda ocorreu nas áreas de Praias, dunas e areais, com redução de 4.111,43 ha (-33,36%), ambientes essenciais para abrigo, termorregulação e reprodução da espécie. Paralelamente, a população humana residente na área de estudo aumentou de 694.942 habitantes, em 1980, para 1.850.627 habitantes, em 2022, correspondendo a um crescimento de 166,30%, acompanhado pelo aumento na densidade populacional e por projeções que indicam continuidade dessa tendência nas próximas décadas. Conclui-se que as transformações na CUT, no período avaliado, associadas ao crescimento populacional e à intensificação das atividades antrópicas, estão relacionadas à redução e fragmentação do habitat potencial de *L. occipitalis*, reforçando a necessidade de planejamento territorial e de estratégias de conservação voltadas à manutenção da conectividade ecológica e à proteção dos ecossistemas costeiros da Barreira Holocênica IV.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem. Fragmentação do habitat. Restinga. Dunas costeiras. Sensoriamento remoto. Lagartixa-da-praia.

ABSTRACT

Habitat fragmentation and habitat loss are major drivers of biodiversity decline, particularly in coastal ecosystems, which are characterized by high environmental fragility and increasing anthropogenic pressure. This study aimed to analyze the spatiotemporal dynamics of land cover and land use (LCLU) between 1985 and 2024 and to evaluate the availability of potential habitat for *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885, within Holocene Barrier IV in southern Brazil. The study was based on the hypothesis that human population growth and the expansion of anthropogenic activities promote landscape changes capable of reducing and fragmenting the species' habitat. The methodology was based on exploratory and bibliographic research, combined with spatial analysis using Geographic Information Systems (GIS). Land cover and land use data from Collection 10 of the MapBiomas Project for the years 1985, 2005, and 2024 were used, together with species occurrence records obtained from the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and the Brazilian Biodiversity Information System (SiBBr), as well as geological data from the Geological Survey of Brazil (SGB/CPRM), which served as the basis for delimiting Holocene Barrier IV. Spatial analyses were performed using QGIS 3.40 LTR, adopting the SIRGAS 2000/UTM Zone 22S coordinate system. Census data from municipalities located within the study area covering the period from 1980 to 2022 were also analyzed, in addition to human population projections for the years 2050 and 2100 and population density analyses. The results revealed significant changes in landscape structure over the study period. The following LCLU classes expanded: Forestry (+25,728.67 ha; +765.90%), Herbaceous-shrub vegetation (+11,348.91 ha; +17.43%), Urbanized areas (+6,798.40 ha; +29.35%), and Agroecosystems (+3,739.05 ha; +8.13%). Conversely, reductions were observed in the following classes: Beaches, dunes, and sandy areas (-41,114.30 ha; -33.36%), Water bodies and wetlands (-6,079.58 ha; -11.81%), and Forest formation (-423.93 ha; -4.39%). Regarding the potential habitat of *L. occipitalis*, the Herbaceous formation class increased by 1,136.02 ha (+17.45%), whereas the Forest formation class decreased by 575.45 ha (-6.24%). The greatest habitat loss occurred in Beaches, dunes, and sandy areas, with a reduction of 4,111.43 ha (-33.36%), which represent essential environments for shelter, thermoregulation, and reproduction of the species. Simultaneously, the human resident population within the study area increased from 694,942 inhabitants in 1980 to 1,850,627 in 2022, representing an increase of 166.30%, accompanied by higher population density and population projections indicating the continuation of this trend over the coming decades. It is concluded that the LCLU changes observed during the study period, associated with population growth and the intensification of anthropogenic activities, are related to the reduction and fragmentation of the potential habitat of *L. occipitalis*, reinforcing the need for territorial planning and conservation strategies aimed at maintaining ecological connectivity and protecting the coastal ecosystems of Holocene Barrier IV.

Keywords: Landscape ecology; habitat fragmentation; restinga; coastal dunes; remote sensing; *Liolaemus occipitalis*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de espécime de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Squamata, Liolaemidae) obtida na região costeira do município de Jaguaruna, SC, em dezembro de 2025.....17

Figura 2 – Localização da área de potencial distribuição de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil, com especial destaque à área de distribuição dos depósitos da Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil.....21

Figura 3 – Delimitação espacial dos depósitos da Barreira Holocênica IV - área de provável ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidade), no sul do Brasil.....32

Figura 4 – Distribuição dos locais de registro de *Liolaemus occipitalis,* Boulenger, 1885 (Liolaemidade) no sul do Brasil 34

Figura 5 – Mapa de cobertura e uso da terra (CUT) nos anos de 1980, 2005 e 2024 na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil.....36

Figura 6 – Dinâmica temporal da população humana fixa na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil 42

Figura 7 – Projeções de crescimento populacional, para a população humana fixa dos municípios costeirosdentro da Barreira Holocênica IV para 2050 e 2100 44

Figura 8 – Densidade da população humana fixa dos municípiosinseridos na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil 45

Figura 9 – Ranking dos munícios com densidade populacional por km² mais elevada, dentre os municípios que ocorrem sobre a formação da Laguna Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil.....47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da classificação temática de documentos utilizados na revisão da literatura do estudo de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil 25

Tabela 2 – Reclassificação da cobertura e uso da terra (CUT) na abrangência da área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil.....28

Tabela 3 – Dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra (CUT) no período 1985-2024, na área de ocorrência potencial de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae), no sul do Brasil 38

Tabela 4 – Dinâmica espaço-temporal das classes cobertura e uso da terra (CUT) que abrigam o habitat específico de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae), no período 1985-2024, na área de ocorrência potencial da espécie no sul do Brasil 38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Antes do Presente
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GIS	Geographic Information System (Sistema de Informação Geográfica)
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MapBiomas	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil
QGIS	Quantum Geographic Information System
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UTM	Universal Transversa de Mercator
CUT	Cobertura e Uso da Terra

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 OBJETIVOS 20
2.1 Objetivo Geral 20
2.2 Objetivos Específicos 20
3 MATERIAIS E METODOS 21
3.1 Localização da Área de Estudo 21
3.2 Descrição da Área de Estudos 22
3.3 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados 24
3.3.1 Obtenção de dados bibliográficos 24
3.3.2 Obtenção dos registros de ocorrência da espécie 25
3.3.3 Delimitação da área de provável ocorrência da espécie - Barreira Holocênica IV 25
3.3.4 Distribuição dos locais de ocorrência da espécie 26
3.3.5 Dinâmica temporal da cobertura e uso da terra na área de abrangência da Barreira Holocênica IV 27
3.3.6 Dinâmica populacional humana (população fixa) no período 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022 29
3.3.7 Projeção de crescimento populacional humano (população fixa) para 2050 e 2100 30
4 Resultados e discussão 32
4.1 Delimitação da Barreira Holocênica IV, a Área de Provável Ocorrência aa Espécie 32
4.2 Distribuição dos Registros da Espécie 33
4.3 Dinâmica Espaço-Temporal da Cobertura e Uso da Terra na Área de Abrangência da Barreira Holocênica IV 35
4.4 Análise Espacial do Habitat Potencial de *Liolaemus occipitalis* e da Ocupação da Paisagem na Barreira Holocênica IV 40
4.5 Dinâmica Temporal da População Humana Fixa 41
4.6 - Projeções de Crescimento Poulacional da população fixa para 2050 e 2100 43
4.7 - Densidade Populacional Humana na Área de Abrangência da Barreira Holocênica IV 45
5 CONCLUSÃO 49
REFERENCIAS 51

1 INTRODUÇÃO

A paisagem pode ser compreendida como um mosaico heterogêneo formado por elementos naturais, como clima, relevo, solo, hidrografia e biota, e por elementos antrópicos, como áreas urbanas, infraestrutura, agricultura, pecuária e mineração (Forman; Godron, 1986; Metzger, 2001;). As interações entre esses elementos moldam a estrutura espacial e funcional da paisagem, tornando-a um sistema dinâmico em constante transformação (Metzger, 2001; Prevedello; Turner, 1989; Vieira, 2009;). O conceito de paisagem transcende os limites dos processos naturais, incorporando também a ação humana, que exerce influência determinante sobre a organização e o funcionamento dos ecossistemas (Metzger, 2001; Pereira, 2023).

No âmbito da Ecologia da Paisagem, a abordagem espaço-temporal é essencial para compreender os efeitos da composição e da configuração do habitat sobre os organismos, os processos ecológicos e as funções ecossistêmicas (Pereira; Zocche, 2025; Prevedello; Vieira, 2009; Turner; Gardner, 1991). Assim, a paisagem deve ser analisada como uma unidade complexa e dinâmica, na qual fatores físicos, bióticos e pressões antrópicas interagem para moldar a composição da biodiversidade e sua distribuição (Prevedello; Vieira, 2009).

Entre os processos de transformação da paisagem, a fragmentação destaca-se como um dos mais significativos (Metzger, 2001). A fragmentação pode ser entendida sob duas dimensões principais: a perda de habitat, associada à redução da quantidade total de áreas naturais disponíveis aos organismos, e a fragmentação *per se*, caracterizada pela subdivisão dessas áreas em fragmentos menores e mais isolados, independentemente da perda quantitativa (Mendes, 2023). Estudos no campo da Ecologia da Paisagem têm demonstrado que a fragmentação *per se* afeta processos ecológicos em múltiplas escalas, influenciando padrões de biodiversidade, conectividade e funcionamento dos ecossistemas (Forman; Godron, 1986; Metzger, 2001; Prevedello; Vieira, 2009). Os efeitos da fragmentação dependem não apenas da quantidade de habitat remanescente, mas também da estrutura da paisagem e da permeabilidade da matriz, especialmente em ambientes fortemente antropizados (Pereira, 2023; Prevedello *et al*., 2020; Turner, 1989).

O avanço das atividades humanas sobre os ecossistemas naturais, impulsionado pelo crescimento populacional e pelo uso intensivo da terra, tem intensificado os processos de fragmentação e conversão da paisagem em escala global, resultando na perda de habitats naturais (Pereira, 2023; Souza *et al*., 2020). Nesse contexto, a detecção e o monitoramento dessas mudanças tornaram-se essenciais para subsidiar políticas ambientais e estratégias de manejo sustentável e conservação da biodiversidade (Pereira, 2023). Os Sistemas de

Informação Geográfica (SIG), aliados às técnicas de sensoriamento remoto, constituem ferramentas eficientes para a análise da dinâmica espaço-temporal das paisagens, permitindo identificar perdas e ganhos de habitats naturais, bem como a expansão de áreas antrópicas (Pereira; Zocche, 2025; Souza *et al*., 2020; Turner; Gardner, 1991).

Diversos estudos têm evidenciado a aplicabilidade desses dados na análise das transformações da CUT em distintas regiões do país, especialmente em investigações relacionadas à conversão de ambientes naturais e à dinâmica da paisagem (Costa *et al*., 2024; Pereira; Zocche, 2025; Souza *et al*., 2020). Nesse contexto, o Projeto MapBiomas tem sido empregado, por exemplo, na avaliação da dinâmica espaço-temporal da CUT em zonas costeiras do sul de Santa Catarina (Pereira, 2023; Pereira; Zocche, 2025; Scussel, 2026), evidenciando processos de urbanização, expansão agropecuária e alterações em formações naturais, assim como, na conversão de florestas nativas associada à expansão agropecuária, em outras partes do país, como por exemplo, no estado de Mato Grosso (Costa *et al*., 2024).

Assim, o Projeto MapBiomas representa uma ferramenta essencial para compreender os processos de transformação da paisagem e subsidiar políticas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais (Souza *et al*., 2020). Os dados disponibilizados pelo Projeto MapBiomas são produzidos a partir do processamento sistemático de imagens de sensoriamento remoto, principalmente oriundas da série *Landsat*, que oferecem cobertura espacial contínua e séries temporais consistentes desde a década de 1980 (Souza *et al*., 2020). Esse processo envolve a aplicação de métodos de classificação digital que integram informações espectrais, temporais e espaciais, com o apoio de algoritmos de aprendizado de máquina, permitindo reconstruir mapas anuais de CUT e assegurar comparabilidade temporal entre as classes mapeadas (Souza *et al*., 2020).

As áreas costeiras configuram-se como zonas de elevada complexidade ecológica e importância estratégica, pois representam a interface entre os sistemas marinhos e continentais, onde interagem processos físicos, biológicos e socioambientais em diferentes escalas espaciais e temporais (Pereira; Zocche, 2025; Souto, 2020). Nelas coexistem ecossistemas como praias, dunas, restingas, estuários e lagunas que exercem funções ecológicas vitais, como regulação climática, ciclagem de nutrientes e proteção contra eventos extremos (Stevaux; Dillenburg, 2011). Além disso, essas regiões concentram alta biodiversidade e oferecem serviços ecossistêmicos essenciais às populações humanas (Lima; Muehe, 2017; Silva, 2015;). Entretanto, são também áreas fortemente pressionadas pelas atividades antrópicas, especialmente em função da urbanização, da exploração turística e da expansão agrícola, fatores que intensificam sua vulnerabilidade ambiental (Gurova *et al*., 2023; Pereira, 2023; Scussel,

2026). Assim, compreender as interações entre processos naturais e impactos humanos nas zonas costeiras é fundamental para subsidiar estratégias de manejo e conservação desses sistemas.

No litoral sul do Brasil, a morfologia costeira é marcada pelo sistema laguna-barreira, constituído por depósitos arenosos formados em resposta a variações do nível relativo do mar ao longo do Quaternário (Villwock; Tomazelli, 1995). Essas oscilações transgressivo-regressivas originaram quatro grandes barreiras arenosas: I, II, III e IV (Portz, 2018; Travessa; Dillenburg; Clerot, 2005; Villwock; Tomazelli, 1995). As três primeiras correspondem ao Pleistoceno, enquanto a Barreira IV, formada no Holoceno, representa a configuração atual da planície costeira (Arejano, 2006; Dillenburg *et al*., 2000). Cada barreira registra um estágio distinto da evolução geomorfológica da região, refletindo as interações entre processos marinhos, sedimentares e climáticos (Stevaux; Dillenburg, 2011).

A Barreira IV se originou há aproximadamente seis mil anos, durante o último grande evento transgressivo-regressivo do Holoceno (Arejano, 2006). Estendendo-se ao longo do litoral de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ela compõe um mosaico de cordões litorâneos, campos de dunas e sistemas lagunares interligados (Silva, 2015; Travessas; Dillenburg; Clerot, 2005). Esse conjunto apresenta alta fragilidade ambiental, uma vez que sua estabilidade depende do equilíbrio entre sedimentação, dinâmica eólica e cobertura vegetal. O avanço da ocupação humana na planície costeira tem alterado esse equilíbrio, intensificando processos erosivos e comprometendo a integridade das dunas (Feliciano; Pinho, 2024; Pereira, 2023). Por isso, a Barreira IV é considerada uma das formações mais vulneráveis do litoral brasileiro, demandando estudos que integrem aspectos geológicos e ecológicos (Pereira, 2023; Villwock; Tomazelli, 1995).

Entre os organismos característicos das dunas costeiras do sul do Brasil encontra-se o lagarto *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Squamata, Liolaemidae) (Figura 1), espécie endêmica associada a ambientes arenosos da planície costeira (Bujes; Verrastro, 2006). A distribuição geográfica de *L. occipitalis* é restrita às dunas costeiras do sul do Brasil, abrangendo áreas arenosas do litoral de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, com registros também no litoral norte do Uruguai (Bujes; Verrastro, 2008; Tozetti *et al*., 2023). Dentro dessa faixa de ocorrência, a espécie apresenta distribuição espacial heterogênea, associada à disponibilidade e à continuidade dos ambientes dunares, o que torna suas populações particularmente suscetíveis à fragmentação do habitat (Verrastro *et al*., 2014).

Trata-se de um lagarto de pequeno porte, com comprimento rostro-cloacal médio de aproximadamente 60,2 mm para machos e 53,2 mm para fêmeas (Bujes; Verrastro, 2006). As

fêmeas podem atingir maturidade reprodutiva com cerca de 45,3 mm de comprimento rostro-cloacal, indicando maturação relativamente precoce da espécie (Verrastro; Rauber, 2013).

A espécie apresenta hábitos estritamente diurnos e elevada dependência das condições microclimáticas do ambiente onde ocorre (Bujes; Verrastro, 2006; Bujes; Verrastro, 2008). *Liolaemus occipitalis* utiliza o substrato arenoso tanto para termorregulação quanto para refúgio, realizando enterramentos superficiais e ocupando áreas próximas à vegetação herbácea e arbustiva da restinga, a sua coloração críptica, geralmente em tons que variam do acinzentado ao castanho, constitui uma importante adaptação ao substrato arenoso, favorecendo a camuflagem e reduzindo a detecção por predadores nos ambientes dunares (Ely; Verrastro, 2003; Martins; Verrastro; Tozetti, 2014; Verrastro; Bujes, 1998).

Figura 1 – Imagem de espécime de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Squamata, Liolaemidae) obtida na região costeira do município de Jaguaruna, SC, em dezembro de 2025



Fonte: Do autor (2025).

Do ponto de vista trófico, *L. occipitalis* apresenta dieta insetívora, composta predominantemente por artrópodes, como insetos e outros invertebrados, além da ingestão complementar de material vegetal (Verrastro; Ely, 2015). Estudos como os de Martins, Verrastro e Tozetti (2014), bem como Verrastro e Ely (2015), demonstraram variações ontogenéticas na composição da dieta de *L. occipitalis*, com indivíduos juvenis consumindo predominantemente

presas animais, enquanto adultos incorporam maior proporção de itens vegetais, evidenciando plasticidade alimentar e possíveis mecanismos de redução da competição intraespecífica em ambientes com recursos limitados.

O ciclo de vida da espécie é marcado por padrões sazonais condicionados às variações térmicas anuais (Verrastro; Krause, 1999). A atividade reprodutiva concentra-se nos meses de primavera e verão, períodos caracterizados por maiores temperaturas e maior disponibilidade de recursos alimentares (Bujes; Verrastro, 2008). A maturidade sexual é atingida precocemente, ainda na primeira estação reprodutiva após o nascimento, o que confere à espécie um ciclo de vida relativamente rápido (Bujes; Verrastro, 2008; Verrastro; Krause, 1999). Esses aspectos reforçam a dependência direta de *L. occipitalis* em relação à estabilidade ambiental das dunas costeiras.

Desde o final do século XX, estudos vêm abordando aspectos da ecologia e história natural de *L. occipitalis*, incluindo investigações sobre uso de habitat (Bujes; Verrastro, 2006), padrões reprodutivos (Bujes; Verrastro, 2008), ecologia alimentar (Verrastro; Ely, 2015), variação ontogenética da dieta (Martins; Verrastro; Tozetti, 2014) e interações tróficas e conservação em ambientes dunares (Tozetti *et al*, 2023), consolidando-a como uma espécie modelo para investigações em ecologia de dunas costeiras no sul do Brasil.

Apesar do histórico de pesquisas desenvolvidas, a espécie permanece exposta a pressões decorrentes das transformações ambientais e das intervenções humanas em seu ambiente de ocorrência. Esses fatores têm promovido a fragmentação e a perda dos habitats naturais, colocando *L. occipitalis* em condição de vulnerabilidade (IUCN, 2020). A espécie encontra-se incluída na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), que se constitui em uma das principais bases de dados globais para avaliação do risco de extinção da biodiversidade. A presença da espécie na *Red List* da IUCN indica que suas populações apresentam algum grau de vulnerabilidade frente a pressões ambientais, especialmente aquelas relacionadas à perda e fragmentação de habitat, alterações na CUT e intensificação de atividades antrópicas em ambientes costeiros, reforçando a necessidade de estudos que integrem a dinâmica da paisagem e a conservação dos ambientes dunares onde a espécie ocorre.

Apesar de sua relevância ecológica e do histórico de pesquisas dedicadas à espécie, *L. occipitalis* encontra-se atualmente sob intensa pressão antrópica, com populações em declínio e elevada vulnerabilidade à extinção (Silva *et al*., 2008). A principal causa desse processo está associada à perda e fragmentação do habitat, decorrente sobretudo da urbanização costeira, da expansão da agropecuária e da silvicultura, da supressão da vegetação de restinga e da

intensificação das atividades turísticas (Bujes; Verrastro, 2006; Gohlke *et al*, 2025). Essas pressões reduzem não apenas a extensão das áreas adequadas à sobrevivência da espécie, mas também comprometem micro-habitats essenciais para a termorregulação, a reprodução e o refúgio, elementos fundamentais em ambientes dunares altamente dependentes de condições microclimáticas específicas (Martins; Verrastro; Tozetti, 2014). Adicionalmente, a circulação de veículos *off-road* sobre as dunas tem emergido como uma ameaça direta às populações naturais, intensificando processos de degradação física do habitat e aumentando a mortalidade de indivíduos (Gohlke *et al*., 2025; Tozetti *et al.*, 2023). Em conjunto, esses fatores evidenciam a necessidade de abordagens integradas que articulem dados geológicos, ecológicos e antrópicos, permitindo compreender de forma mais abrangente os efeitos da dinâmica da paisagem sobre a conservação dos ambientes dunares e das espécies a eles associadas (Pereira, 2023; Prevedello; Vieira, 2009).

Diante desse contexto, o presente estudo busca responder às seguintes questões: (1) quais as transformações que ocorreram na cobertura e uso da terra na área de distribuição natural de *L. occipitalis* entre os anos de 1985, 2005 e 2024? e; (2) como essas transformações se relacionam com a disponibilidade de habitat da espécie?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra e, a perda de habitat por *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 em sua área de potencial ocorrência na Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil.

2.2 Objetivos Específicos

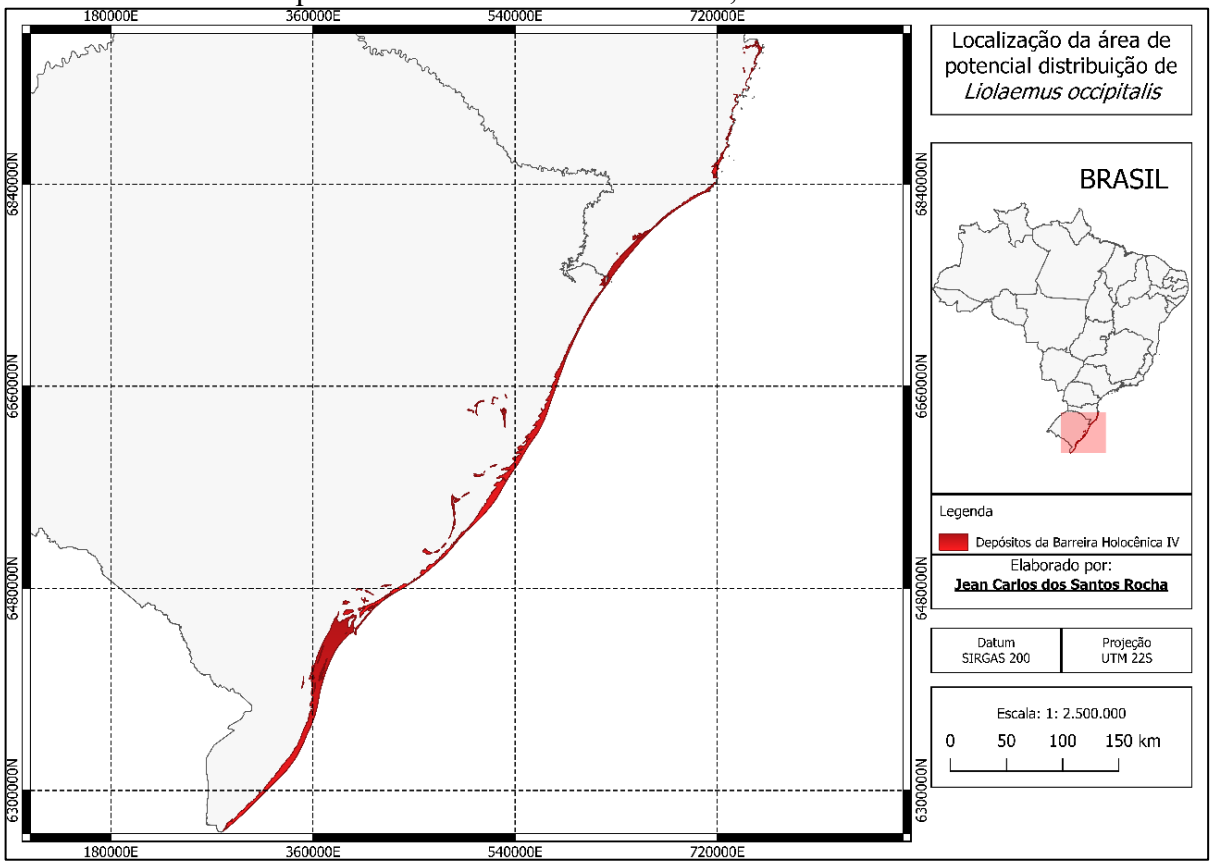
1 - Mapear a distribuição conhecida e a área de potencial ocorrência de *L. occipitalis*, a fim de avaliar sua relação com mudanças na CUT na área da Barreira Holocênica IV;
2 - Analisar a dinâmica espaço-temporal da CUT, na área de potencial ocorrência da espécie no sul do Brasil, no período 1985-2024;
3 - Avaliar a perda de habitat pela espécie no período 1985-2024 e identificar as atividades antrópicas que mais contribuíram;
4 - Projetar cenários de crescimento populacional humano na região de potencial ocorrência da espécie e a respectiva perda potencial de habitat.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo compreende o espaço geográfico correspondente à ocorrência potencial de *L. occipitalis*, no Sul do Brasil (Figura 2). A distribuição da espécie se estende desde o norte da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis–SC), nas coordenadas 27°36’ S e 48°27’ O, até o Arroio Chuí, no estado do Rio Grande do Sul, no extremo sul do Brasil (33°44’ S e 53°22’ O), abrangendo área de 3.307,32 km², sempre associada a formações dunares e ambientes de restinga (Bujes; Verrastro, 2008; Tozetti *et al*, 2023).

Figura 2 – Localização da área de potencial distribuição de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil, com especial destaque à área de distribuição dos depósitos da Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil



Fonte: Do autor (2026).

3.2 Descrição da Área de Estudos

A área de estudo compreende as planícies costeiras do sul do Brasil, abrangendo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, inseridas no contexto geomorfológico do sistema laguna-barreira IV, formado durante o Holoceno médio, entre aproximadamente 6000 e 7000 anos antes do presente (Dillenburg; Hesp, 2009; Tomazelli; Villwock, 2005), em decorrência de eventos transgressivo-regressivos do nível relativo do mar. Esse sistema constitui um mosaico de cordões litorâneos arenosos, campos de dunas, lagunas e planícies de deflação, configurando uma paisagem altamente dinâmica e ambientalmente sensível às variações climáticas e às pressões antrópicas (Tomazelli; Villwock, 2005).

O clima predominante na região enquadra-se na classificação Cfa de Köppen-Geiger, caracterizado como subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes (Alvares *et al*., 2013; Pell *et al*., 2007). A precipitação média anual varia entre aproximadamente 1200 e 2000 mm, distribuída ao longo do ano, enquanto as temperaturas médias anuais oscilam entre 17 °C e 19 °C, com influência direta das massas de ar tropicais e polares e da proximidade do oceano Atlântico (Alvares *et al*., 2013; Nimer, 1989). Essas condições favorecem a manutenção de ecossistemas costeiros como restingas, campos dunares e banhados, que constituem ambientes fundamentais para a ocorrência de espécies adaptadas a solos arenosos e alta umidade relativa.

Geomorfologicamente, a planície costeira sul-brasileira representa um dos maiores sistemas deposicionais do país, especialmente no Rio Grande do Sul, onde se estende por cerca de 620 km ao longo do litoral, podendo atingir mais de 100 km de largura em alguns trechos (Dillenburg; Hesp, 2008; Tomazelli; Villwock, 2000). A evolução desse sistema está associada às oscilações do nível do mar ao longo do Quaternário, responsáveis pela formação das barreiras arenosas paralelas à linha de costa, separadas por sistemas lagunares e paleodrenagens (Travessas; Dillenburg; Clerot, 2005). A Barreira IV, a mais recente dessas formações, apresenta elevada fragilidade ambiental, pois sua estabilidade depende da cobertura vegetal e da dinâmica sedimentar controlada pelo regime de ventos e pela ação marinha (Portz *et al*., 2018).

A hidrografia da região é composta por complexos lagunares interligados, canais, banhados e rios que desempenham papel essencial na manutenção do equilíbrio hídrico e ecológico da paisagem costeira (Horn Filho; Felix; Camargo, 2020). Destacam-se os sistemas lagunares Imaruí–Mirim–Santo Antônio, em Santa Catarina, bem como as lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, formadas a partir da interação entre processos marinhos, fluviais e eólicos

(Horn Filho; Felix; Camargo, 2020; Mateus *et al*., 2017). Esses sistemas atuam como reguladores naturais do fluxo hídrico e contribuem para a manutenção de aquíferos rasos alojados em sedimentos arenosos altamente permeáveis, fundamentais para o desenvolvimento da vegetação de restinga e para a estabilidade das dunas (Horn Filho; Felix; Camargo, 2020).

A vegetação predominante nas planícies costeiras do sul do Brasil apresenta elevada heterogeneidade fisionômica, distribuindo-se em gradientes ambientais relacionados à salinidade, umidade e mobilidade sedimentar (Melo; Lacerda; Hanazaki, 2008). As formações de Restinga herbácea e arbustiva predominam nas áreas próximas ao litoral, sendo compostas por espécies adaptadas ao estresse salino, à elevada insolação e à baixa disponibilidade de nutrientes (Melo; Lacerda; Hanazaki, 2008; Scherer; Maraschin-Silva; Baptista, 2005). Em áreas mais estáveis ocorrem formações arbóreas arenícolas, banhados e vegetação associada a ambientes lagunares, que desempenham papel importante na estabilização do solo e na manutenção do equilíbrio ecológico dos sistemas costeiros (Binfaré *et al*., 2016; Garci *et al*., 2023). Essas formações constituem habitats essenciais para diversas espécies da fauna costeira, incluindo *L. occipitalis*, que utiliza dunas fixas e semifixas para abrigo, termorregulação e reprodução (Bujes; Verrastro, 2006; Tozetti *et al*., 2023).

O processo de ocupação territorial dessas planícies intensificou-se ao longo dos séculos XVIII e XIX, inicialmente associado à pesca artesanal, à pecuária e à agricultura de subsistência (Bueno; Bel, 2016). A partir do século XX, a expansão da infraestrutura rodoviária e o crescimento do turismo costeiro favoreceram o aumento da urbanização ao longo do litoral, resultando na formação de cidades balneárias e no aumento de residências sazonais (Bueno; Bel, 2016; Lopes; Ruiz; Anjos, 2018;). Nas últimas décadas, a valorização imobiliária e o crescimento do turismo de veraneio contribuíram para a expansão urbana sobre áreas ambientalmente sensíveis, especialmente restingas e campos de dunas, promovendo a conversão de habitats naturais em áreas construídas (Pereira; Zocche, 2025).

As principais ameaças à integridade ecológica das planícies costeiras do sul do Brasil estão relacionadas à urbanização desordenada, à expansão da silvicultura com espécies exóticas, à pecuária extensiva e ao uso recreativo das dunas por veículos *off-road* (Binfaré *et al*., 2016). Essas atividades promovem a compactação do solo, a fragmentação da vegetação nativa e a alteração da dinâmica sedimentar, comprometendo a estabilidade dos ecossistemas e reduzindo a disponibilidade de micro-habitats adequados à fauna associada (Binfaré *et al*., 2016; Gohlke *et al*., 2025; Silva; Silva, 2017). A fragmentação do habitat e a perda de conectividade ecológica representam fatores críticos para a conservação da biodiversidade regional, especialmente para espécies endêmicas associadas a ambientes dunares.

Nesse contexto, as planícies costeiras de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul configuram um sistema ambiental contínuo, caracterizado por elevada complexidade ecológica e forte vulnerabilidade às pressões antrópicas, constituindo área estratégica para estudos relacionados à dinâmica de uso e cobertura da terra e à conservação de habitats naturais.

3.3 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

3.3.1 Obtenção de dados bibliográficos

A obtenção dos dados de ocorrência da espécie e dos dados bibliográficos seguiu o método de pesquisa exploratória bibliométrica, abrangendo registros e publicações modernas de *L. occipitalis* datadas de 1980 até o período mais recente disponível. Em contraste, a análise da dinâmica da CUT foi limitada ao intervalo de 1985 a 2024, em função da disponibilidade e padronização dos dados fornecidos pela plataforma MapBiomas.

Foram consultadas as bases *Scopus*, *ResearchGate*, *Web of Science*, *Google Scholar*, *SciELO* e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A busca foi realizada com termos em português e inglês, aplicados nos campos de título, resumo e palavras-chave, utilizando operadores booleanos para refinar os resultados das buscas. Exemplos de combinações: - (“*Liolaemus occipitalis*” *OR* “Lagartixa-das-dunas”) *AND* (“perda de habitat” *OR* “*habitat loss*”); - (“Planície Costeira” *OR* “*Coastal Plain*”) *AND* (“Rio Grande do Sul” *OR* “Santa Catarina”); - (“Barreira IV” *OR* “*Holocene Barrier*”) *AND* (“cobertura e uso da terra” *OR* “*land cover and land use*”); - (“vegetação de Restinga” *OR* “Restinga *vegetation*”) *AND* (“urbanização” *OR* “*urbanization*”); - (“Ecologia da Paisagem” *OR* “*Landscape Ecology*” *OR* “*landscape metrics*” *OR* “*fragmentation*” *OR* “*landscape structure*”).

Para critérios de inclusão foram selecionadas artigos científicos, revisões, teses e dissertações, publicadas a partir de 1980. Os documentos selecionados foram classificados em cinco categoria (Tabela 1) e organizados no *Mendeley Desktop*, onde foi aplicada a função de exclusão de duplicatas e realizada triagem manual.

Tabela 1 – Resumo da classificação temática de documentos utilizados na revisão da literatura do estudo de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil

Classe	Tema central	Contribuição para o presente estudo
1	Geologia e Geomorfologia	Delimitação da Barreira IV e compreensão da evolução costeira
2	Ecossistemas e Fauna	Relação ecológica e habitat de *L. occipitalis*
3	Cobertura e uso da terra	Análise temporal (1985–2024) e fragmentação do habitat
4	Ocupação Humana e Antropização	Urbanização, turismo, e impactos sobre a paisagem
5	Clima e Hidrografia	Contexto ambiental e sustentação física dos ecossistemas

Fonte: Do autor (2026).

3.3.2 Obtenção dos registros de ocorrência da espécie

Para a obtenção dos registros de ocorrência da espécie foram consultadas, além de artigos, dissertações e teses as seguintes bases: *Global Biodiversity Information Facility* (*GBIF*) e o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr).

Com base nas coordenadas geográficas de localização dos estudos, foi organizada uma tabela no formato X, Y (coordenadas de latitude e longitude). Todas as coordenadas (com o respectivo *Datun*) foram convertidas para o sistema SIRGA 2000/UTM Zona 22S. Para locais sem coordenadas precisas, foi adotada coordenada de localização da sede do município, de acordo com informações da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A tabela de coordenadas foi importada no *software* QGIS versão 3.40 LTR para *Windows*, para a geração das bases cartográficas e geoprocessamento.

3.3.3 Delimitação da área de provável ocorrência da espécie - Barreira Holocênica IV

Foram utilizadas cartas geológicas na escala de 1:1.000.000, disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) datadas de 2008 (SGB/CPRM, 2008), que serviram de base para a caracterização geológica e delimitação da ocorrência da Barreira IV na área de estudo. Para a determinação dos limites da Formação Laguna-Barreira IV, utilizou-se os

ficheiros, formato *shapefile*, do Mapa Geológico dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Brasil, 2008), dos quais foram identificadas e extraídas as formações geológicas correspondentes aos depósitos Holocênicos. Durante o processo de identificação e separação, foram isoladas as classes geológicas correspondentes aos depósitos holocênicos que compõem a Barreira IV, identificadas pelos respectivos depósitos e códigos cartográficos.

Essas unidades litológicas representam o conjunto morfossedimentar da Laguna-Barreira IV, formado durante o Holoceno sob condições transgressivo-regressivas, que resultaram na construção de sistemas arenosos e lagunares interligados ao longo da planície costeira sul-brasileira (Dillenburg; Hesp, 2008; Tomazelli; Villwock, 2000).

Após a separação dessas classes, procedeu-se à elaboração de polígonos vetoriais no *software* QGIS, por meio dos quais foi realizada a demarcação espacial de ocorrência da Formação Laguna-Barreira IV. Essa etapa permitiu a construção de um *shapefile* específico, representando de forma precisa a distribuição geográfica da Barreira Holocênica IV. O polígono gerado foi adotado, nesse estudo, como a área de provável ocorrência de *L. occipitalis*, com base nos dados bibliográficos e coordenadas dos registros, obtidos nas bases de dados consultadas. O polígono então delimitado serviu de base para as análises da dinâmica da CUT (período 1985-2024), cujos classes foram obtidos da plataforma MapBiomas (2024). A partir dessas informações, foi possível avaliar a perda e a fragmentação do hábitat da espécie.

Os dados foram processados e editados com o uso das ferramentas de edição, dissolução e validação topológica, garantindo a integridade geométrica e a coerência entre as feições. Todas as operações foram realizadas no sistema de coordenadas SIRGAS 2000/UTM Zona 22S, assegurando compatibilidade com as bases cartográficas nacionais e com as demais camadas temáticas utilizadas nas análises espaciais.

3.3.4 Distribuição dos locais de ocorrência da espécie

Os registros de ocorrência de *L. occipitalis* obtidos foram importados e convertidos para formato tabular por meio do *software Python* (R Core Team, 2025) utilizando a biblioteca *pandas*. As coordenadas, originalmente dispostas em uma única coluna no formato “x; y”, foram separadas em duas colunas distintas, correspondendo às coordenadas UTM Leste (x) e Norte (y), e posteriormente convertidas para valores numéricos, assegurando a padronização e consistência dos dados.

Após a separação e verificação, procedeu-se à remoção de duplicatas, garantindo que cada ponto representasse uma localização espacial correspondendo a pontos efetivamente

distintos na área de estudo. Em seguida, as tabelas resultantes foram importadas no *software* QGIS, onde foram convertidas em camadas vetoriais de pontos, possibilitando a visualização espacial e o posterior cruzamento com outras bases cartográficas utilizadas nas análises de distribuição e ocorrência da espécie. Após essa etapa, as ocorrências foram sobrepostas à camada *shapefile* correspondente à Barreira IV, permitindo identificar os locais de ocorrência da espécie dentro dos limites do polígono definido no presente estudo.

3.3.5 Dinâmica temporal da cobertura e uso da terra na área de abrangência da Barreira Holocênica IV

A camada do polígono da Barreira Holocênica IV delimitado foi utilizada na plataforma de mapas de dados do MapBiomas – Coleção 10 (MapBiomas, 2024), para o recorte espacial correspondente à área de estudo. A partir desse recorte foram obtidos os dados da CUT referentes aos anos de 1985, 2005 e 2024 em formato de tabela e *raster*. A escolha dos anos de 1985, 2005 e 2024, para a avaliação da dinâmica espaço-temporal da paisagem na área de ocorrência de *L. occipitalis*, justifica-se pela disponibilidade dos dados na série histórica do Projeto MapBiomas e pela possibilidade de representar a dinâmica da CUT, permitindo observar a evolução das atividades humanas e suas influências sobre a paisagem ao longo de quase quatro décadas.

As camadas extraídas foram convertidas em tabelas no formato *.csv* e processadas para quantificar a área (em hectares) de cada classe de CUT em cada respectivo ano analisado. Essas tabelas foram posteriormente tratadas no Microsoft Excel, substituindo valores ausentes e padronizando a notação numérica.

Após a consolidação dos dados, procedeu-se à reclassificação das classes originais extraídas do MapBiomas, com o objetivo de agrupar categorias semelhantes de CUT, com a finalidade de facilitar a análise comparativa temporal. A reclassificação foi executada no *software RStudio* versão 4.5.2 (R Core Team, 2025), utilizando os pacotes *tidyverse*, *janitor* e *readr*, que possibilitaram a leitura, limpeza e manipulação dos dados.

O pacote *tidyverse* foi utilizado para somar as áreas correspondentes às classes originais, calcular as variações absolutas e percentuais e identificar a tendência temporal (aumento ou redução). O pacote *janitor* foi empregado para padronizar os nomes das colunas, e o pacote *readr* garantiu a correta conversão de valores numéricos considerando a vírgula como separador decimal.

As áreas reclassificadas e ou agrupadas foram calculadas a partir da soma das áreas (em hectares) das classes originais que compõem cada grupo temático. Em seguida, foram determinadas a variação absoluta e a variação percentual, representando o aumento ou a redução das áreas ao longo do tempo. Os resultados foram organizados em uma tabela final contendo as áreas reclassificadas, suas variações e a tendência de alteração. O agrupamento seguiu o critério metodológico definido na tabela 2.

Tabela 2 – Reclassificação da cobertura e uso da terra (CUT) na abrangência da área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil

Número da Classe	Nome da Classe	Classes originais de coberturas e usos incluídos
1	Agroecossistemas	Arroz, Soja, Outras Lavouras Temporárias, Mosaico de Usos, Pastagem, e Outras Áreas não vegetadas
2	Formação Arbórea	Formação Florestal Nativa e Restinga Arbórea
3	Formação Herbácea-Arbustiva	Formação Campestre e Restinga Herbácea-Arbustiva, Apicum
4	Praia, Duna e Areal	Praia, Duna e Areal, e Afloramento Rochoso
5	Massas d'água e Ambientes Úmidos	Rios, Lagos e Oceano, Campo Alagado e Área Pantanosa
6	Silvicultura	Plantação Florestal
7	Áreas Urbanizadas	Áreas Urbanizadas e Mineração

Fonte: Do autor (2026), adaptado de MapBiomas (2024).

As áreas de cada grupo reclassificado foram somadas para cada ano analisado (1985, 2005 e 2024), permitindo calcular as variações absolutas e percentuais entre os períodos avaliados. A tendência de aumento ou redução das classes foi posteriormente identificada com base na diferença entre os valores iniciais e finais.

Adicionalmente, foi realizada uma classificação específica das classes de CUT representativas do habitat de *L. occipitalis*, baseada em estudos científicos sobre a ecologia, termorregulação, reprodução e uso do habitat pela espécie (Bujes; Verrastro, 2006, 2008; Gohlke *et al*., 2025; Matias; Guimarães; Verrastro, 2022; Silva, 2013; Tozetti *et al*., 2023; Verrastro; Ely, 2015; Verrastro *et al*., 2014; Verrastro; Rauber, 2013). Com base nessas referências, o habitat da espécie foi agrupado em três categorias principais: (1) Formação herbácea (restinga herbácea e campestre); (2) Formação arbórea (restinga arbórea); (3) Praias/dunas/areais.

Com as camadas *raster* inseridas no *software* QGIS, foi avaliada a perda de habitat das categorias associadas à ocorrência de *L. occipitalis* ao longo do período analisado, por meio da sobreposição temporal das classes da CUT reclassificadas, permitindo identificar áreas de retração, fragmentação e substituição do habitat natural da espécie. Essa abordagem possibilitou a elaboração de mapas temáticos de perda de habitat, representando espacialmente as áreas de diminuição das formações naturais entre 1985, 2005 e 2024.

A análise quantitativa da perda de habitat foi realizada no *software RStudio*, versão 4.5.2 (R Core Team, 2025) a partir das tabelas em *.csv* exportadas do MapBiomas. Para essa etapa foram utilizados os pacotes: *tidyverse* – para manipulação, organização e sumarização dos dados; *janitor* – para padronizar e limpar nomes de colunas; *readr* – para leitura dos arquivos *.csv* e conversão dos valores numéricos; *dplyr* – para operações de filtragem, soma e cálculo dentro das tabelas e; *ggplot2* – para gerar gráficos, quando necessário.

Com esses pacotes, as classes da CUT originais foram reclassificadas e as áreas das categorias de habitat foram somadas para os três períodos analisados, permitindo calcular as variações absolutas e percentuais, que complementaram a análise espacial realizada no QGIS.

A distribuição espacial das classes de CUT foi obtida por meio da ferramenta Histograma Zonal no QGIS, que permitiu quantificar a área ocupada por cada classe dentro dos limites municipais da Barreira IV. Os valores originais foram obtidos em número de *pixels* e posteriormente convertidos para hectares, considerando a resolução espacial de 30 m × 30 m do MapBiomas, equivalente a 900 m² ou 0,09 ha por pixel.

3.3.6 Dinâmica populacional humana (população fixa) no período 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022

Para a análise da população humana fixa na área de abrangência da Laguna - Barreira IV foram utilizadas as malhas municipais em formato *shapefile* disponibilizadas pelo IBGE (2022). Essas malhas foram importadas para o QGIS, sobrepostas à camada delimitada do polígono da Barreira IV e posteriormente recortadas de acordo com seus limites, permitindo identificar os municípios parcialmente ou totalmente inseridos na área de estudo.

A partir da delimitação dos polígonos dos municípios foram levantados os dados populacionais dos anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022, disponibilizados pelo IBGE (IBGE 1980; 1991; 2000; 2010; 2022). A escolha desses anos baseou-se na disponibilidade dos Censos Demográficos, que representam marcos temporais amplamente reconhecidos, metodologicamente consistentes e com intervalos regulares suficientes para identificar

tendências de crescimento populacional ao longo de mais de quatro décadas. Além disso, o recorte temporal para o estudo da dinâmica populacional se sobrepõe ao recorte temporal utilizado para o estudo da dinâmica na CUT.

O tratamento e processamento dos dados foram realizados no *RStudio* versão 4.5.2 (R Core Team, 2025) utilizando os pacotes r*eadxl*, *dplyr* e *ggplot2*. O pacote *readxl* foi empregado para leitura das planilhas em formato Excel; o *dplyr* foi utilizado para limpeza, padronização e manipulação das tabelas, incluindo a conversão de valores não numéricos para *not available* ("não disponível"; NA) e a conversão das colunas populacionais para formato numérico; e o *ggplot2* permitiu a criação de gráficos para visualização dos resultados.

O cálculo do crescimento populacional foi realizado com base na soma total da população dos municípios de Santa Catarina e Rio Grande do Sul inseridos na Barreira IV para cada ano de referência. A taxa de crescimento entre os períodos foi obtida a partir da relação entre a variação da população e o valor inicial de cada intervalo (IBGE, 2022; Keyfitz, 1977; Newwell, 1988).

A densidade populacional foi estimada a partir da razão entre a população humana fixa e a área territorial dos municípios inseridos na área de ocorrência potencial de *L. occipitalis* na Barreira Holocênica IV. Para isso, foram utilizados dados populacionais referentes aos anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022, obtidos a partir de bases oficiais do IBGE (2022), associados à área territorial dos municípios expressa em km^2. A densidade populacional (hab km^{-2}) foi calculada para cada período por meio da divisão entre a população total e a respectiva área territorial, permitindo avaliar a intensidade da ocupação humana ao longo do tempo. Posteriormente, os valores foram organizados em planilhas eletrônicas e processados no *software* RStudio, possibilitando a análise comparativa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e a avaliação da evolução da pressão antrópica sobre a paisagem da Barreira IV, no período estudado.

3.3.7 Projeção de crescimento populacional humano (população fixa) para 2050 e 2100

Para a etapa de projeção populacional humana fixa de 2050 e 2100, foram utilizados dois modelos matemáticos: 1 - Modelo Linear, que considera aumento constante ao longo do tempo e; 2 - Modelo Exponencial, que assume crescimento proporcional ao tamanho da população e à capacidade suporte do ambiente (Krebs, 2013).

Com base nesses modelos, foram geradas projeções populacionais para 2050 e 2100, permitindo comparar tendências sob diferentes cenários. Para a apresentação dos resultados, foi

elaborado um gráfico comparativo no *software ggplot2*, onde os dados observados são representados por pontos pretos, enquanto as projeções são apresentadas por linhas tracejadas (vermelha para o modelo linear e azul para o exponencial). Essa abordagem possibilita visualizar não apenas a evolução populacional histórica, mas também estimativas futuras de pressão antrópica sobre a área de ocorrência de *L occipitalis*.

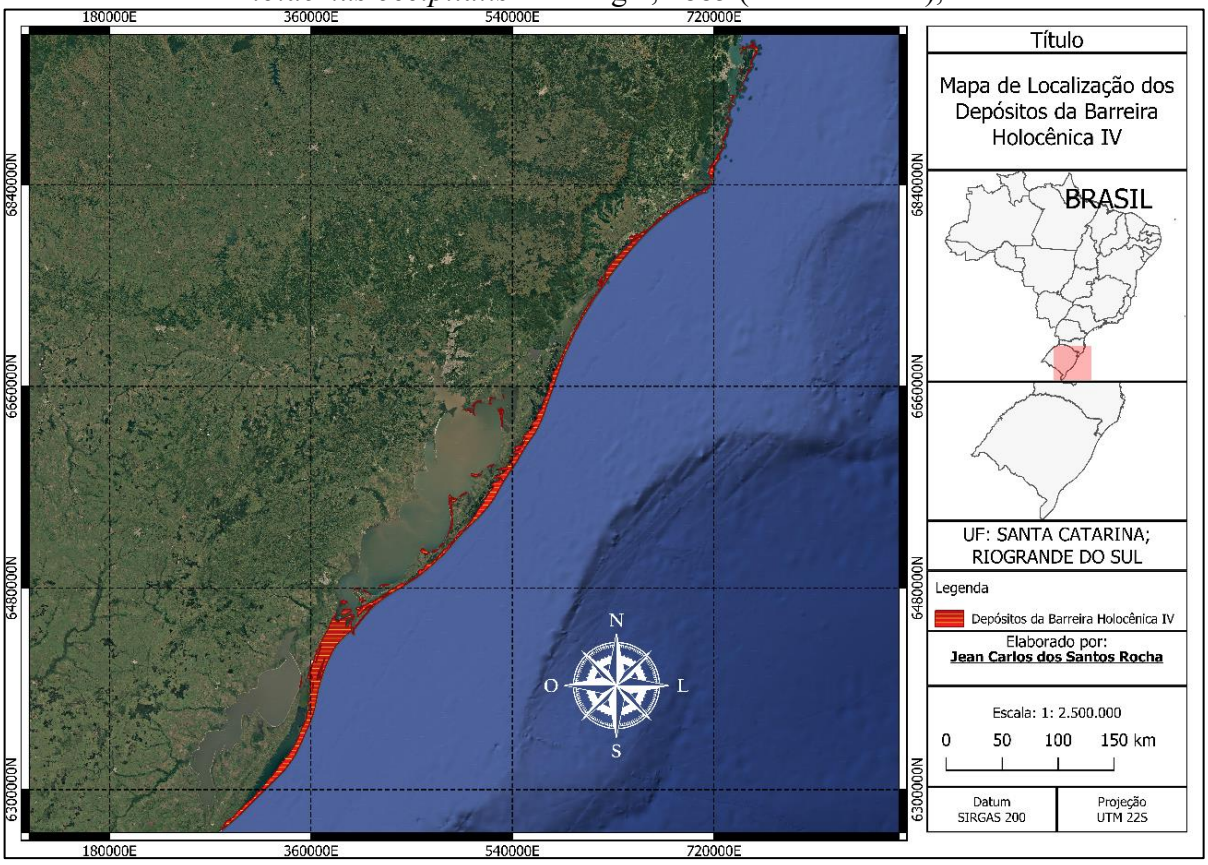
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Delimitação da Barreira Holocênica IV, a Área de Provável Ocorrência da Espécie

O sistema Laguna-Barreira IV corresponde à unidade deposicional mais recente do Quaternário costeiro do sul do Brasil, originada a partir das oscilações do nível relativo do mar durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno, resultando na formação de extensos cordões litorâneos, campos de dunas e sistemas lagunares associados (Clerot *et al*., 2003; Rosa, 2012).

A delimitação espacial dos Depósitos da Barreira Holocênica IV (Figura 3), com área total líquida de aproximadamente 3.219,72 km^2 (Tabela 3), representa um elemento fundamental para a compreensão da área de provável ocorrência de *L. occipitalis*, considerando a forte dependência ecológica da espécie por ambientes arenosos costeiros, especialmente dunas e formações de restinga.

Figura 3 – Delimitação espacial dos depósitos da Barreira Holocênica IV - área de provável ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidade), no sul do Brasil



Fonte: Do autor (2025).

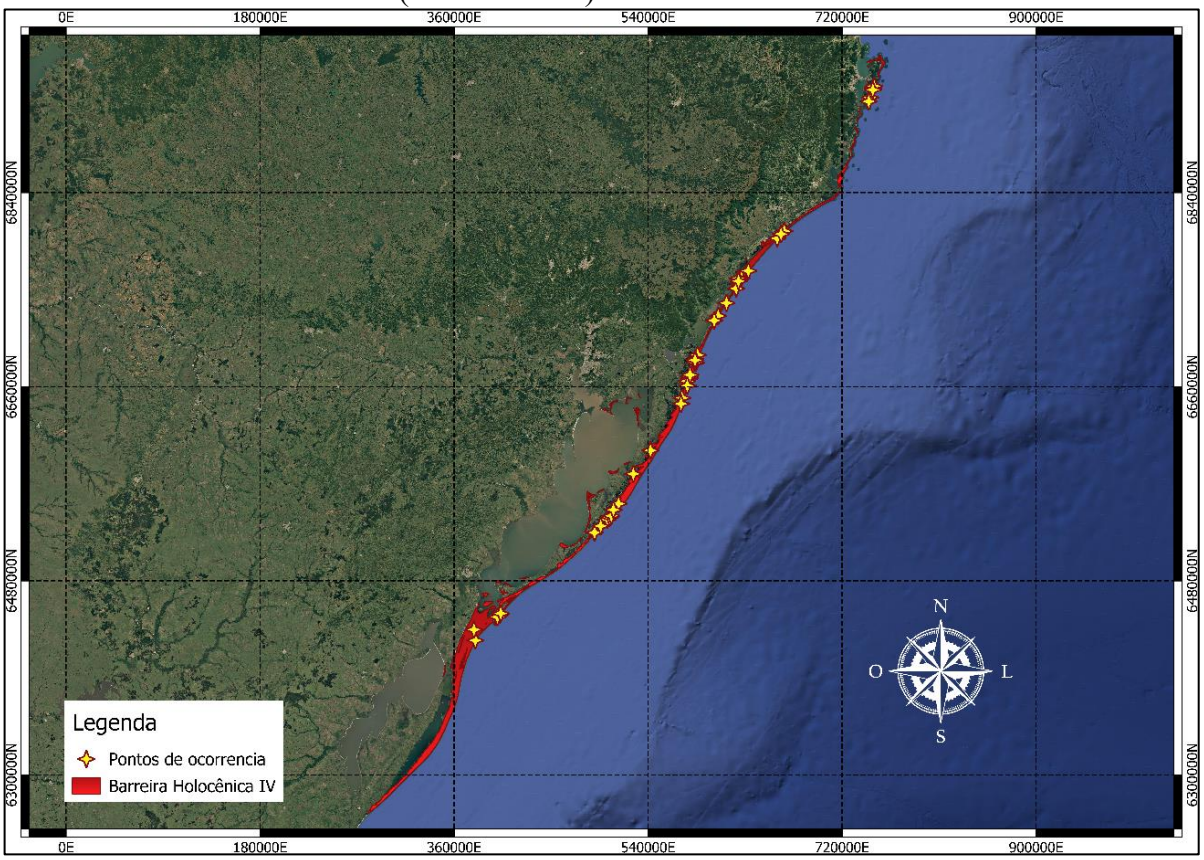
Esses ambientes constituem habitats característicos para espécies psamófilas, como *L. occipitalis*, que apresenta adaptações comportamentais e ecológicas relacionadas ao substrato arenoso, incluindo estratégias de termorregulação, forrageamento e escape por enterramento (Souza; Rosso, 2010). No contexto evolutivo, os representantes do grupo *Liolaemus* diversificaram-se na América do Sul ao longo de milhões de anos, com especialização em ambientes abertos e arenosos (Abdala; Quinteros, 2014), sendo que as dunas costeiras do sul do Brasil representam ambientes relativamente recentes em termos geológicos, formados principalmente ao longo do Holoceno (Dillenburg; Hesp, 2008; Tomazelli; Villwock, 2000). Dessa forma, *L. occipitalis*, descrita por Boulenger em 1885, pode ser compreendida como uma espécie adaptada às condições ambientais atuais das planícies costeiras, cuja configuração geomorfológica exerce papel determinante na sua distribuição espacial (Silva, 2006).

A delimitação da Barreira Holocênica IV permite, portanto, identificar a extensão espacial dos ambientes potencialmente favoráveis à ocorrência da espécie, mesmo em áreas onde não há registros confirmados, evidenciando lacunas amostrais ao longo da provável área de distribuição da espécie. Essa abordagem possibilita integrar informações geológicas, geomorfológicas e ecológicas na análise da distribuição potencial da espécie, contribuindo para a compreensão dos efeitos das mudanças nas classes da CUT sobre a disponibilidade de habitats adequados (Passos, 2021).

4.2 Distribuição dos Registros da Espécie

A Figura 4 ilustra a distribuição espacial conhecida de *L. occipitalis* ao longo da costa sul do Brasil, evidenciando a forte associação da ocorrência da espécie com os Depósitos da Barreira Holocênica IV. Observa-se que os registros estão concentrados principalmente em ambientes de dunas costeiras, áreas de vegetação esparsa e formações de restinga, os quais constituem habitats característicos da espécie. Esses ambientes são compostos por substratos arenosos pouco consolidados e formações vegetacionais pioneiras, que exercem papel fundamental na ecologia e no comportamento da espécie, incluindo estratégias de termorregulação, forrageamento e defesa, como o enterramento no sedimento arenoso (Souza; Rosso, 2010).

Figura 4 – Distribuição dos locais de registro de *Liolaemus occipitalis,* Boulenger, 1885 (Liolaemidade) no sul do Brasil



Fonte: Do autor (2025).

A distribuição geográfica restrita ao longo da planície costeira do sul do Brasil demonstra que a espécie apresenta forte dependência de condições ambientais específicas associadas às formações sedimentares quaternárias, o que contribui para a estruturação espacial de suas populações ao longo do gradiente litorâneo (Silva, 2006). Ressalta-se, contudo, que ainda não há um estudo que tenha realizado o levantamento completo da distribuição da espécie ao longo de toda a extensão da Barreira Holocênica IV, o que indica que os registros atualmente disponíveis podem não representar integralmente a real área de ocorrência da espécie.

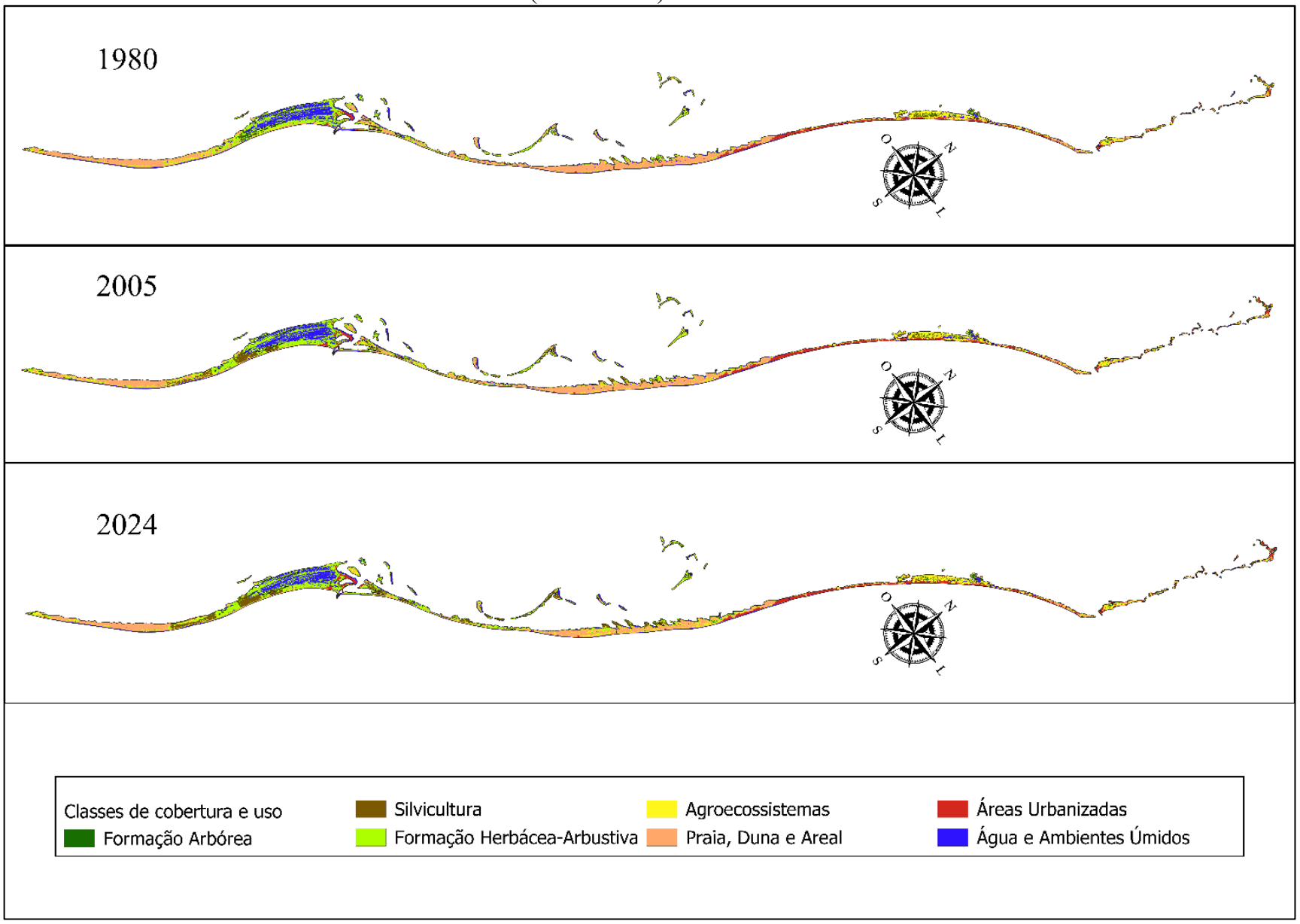
Observa-se também que muitos pontos de ocorrência se encontram próximos a centros urbanos e áreas de maior acessibilidade, o que pode estar relacionado à maior facilidade de amostragem e registro nessas localidades, refletindo um possível viés espacial nos dados disponíveis. Nesse contexto, a sobreposição dos pontos de ocorrência com áreas que apresentam intensificação de usos antrópicos, como urbanização, silvicultura e expansão agropecuária, evidencia a vulnerabilidade da espécie frente às alterações da paisagem, especialmente devido à redução das classes "Praia, Duna e Areal" e "Restinga Arbórea" identificadas neste estudo.

A fragmentação desses ambientes compromete a conectividade entre populações e reduz a disponibilidade de microhabitats adequados, reforçando a importância da conservação de remanescentes naturais e da manutenção de corredores ecológicos ao longo da faixa costeira

4.3 Dinâmica Espaço-Temporal da Cobertura e Uso da Terra na Área de Abrangência da Barreira Holocênica IV

A análise da dinâmica da CUT no Sistema Laguna-Barreira IV evidenciou mudanças significativas na estrutura da paisagem entre 1985, 2005 e 2024 (Figuras 5). A reclassificação das classes extraídas do MapBiomas permitiu identificar tendências distintas entre ambientes naturais e áreas antrópicas, indicando modificações relevantes na disponibilidade de habitat potencial para *L. occipitalis*.

Figura 5 – Mapa de cobertura e uso da terra (CUT) nos anos de 1980, 2005 e 2024 na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil



Fonte: Do autor (2026).

Considerando inicialmente as sete classes reclassificadas (Tabela 3), observou-se redução em categorias associadas a ambientes naturais, especialmente nas formações arbóreas, nas praias, dunas e areais e nas massas d'água e ambientes úmidos, enquanto algumas classes relacionadas ao uso antrópico apresentaram aumento expressivo. A classe Agroecossistemas apresentou aumento de 3.739,05 ha (+8,13%), refletindo a expansão de áreas destinadas às atividades agropecuárias ao longo do período analisado. A Formação herbácea-arbustiva também apresentou aumento de 11.348,91 ha (+17,43%), indicando expansão dessas formações vegetacionais na área de estudo. Em contrapartida, a classe Praias, dunas e areais apresentou redução de 41.114,30 ha (-33,36%), representando a maior perda proporcional entre as classes analisadas e evidenciando a diminuição dos ambientes arenosos naturais. As Massas d'água e ambientes úmidos apresentaram redução de 6.079,58 ha (-11,81%), sugerindo alterações na configuração hidrológica da paisagem ao longo da série temporal. Entre as classes relacionadas ao uso antrópico, destacam-se os aumentos da Silvicultura, com crescimento de 25.728,67 ha (+765,90%), e das Áreas urbanizadas, que apresentaram incremento de 6.798,40 ha (+29,35%).

Em conjunto, esses resultados evidenciam a intensificação do uso da terra e das atividades humanas na região, processos frequentemente associados à simplificação estrutural da paisagem, à fragmentação dos habitats naturais e à redução da conectividade ecológica. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Pereira (2022), que, ao analisar a dinâmica regional da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e do sul de Santa Catarina utilizando dados do MapBiomas, também identificou redução das áreas ocupadas por rios, lagoas e outros ambientes aquáticos ao longo da série temporal. O autor destaca que essa tendência não acompanha a dinâmica natural esperada para esses sistemas costeiros, sugerindo que as alterações observadas estão fortemente relacionadas às pressões antrópicas, capazes de modificar a dinâmica hidrossedimentar e promover desequilíbrios ambientais. De forma semelhante, o aumento observado neste estudo das áreas urbanizadas, da silvicultura e dos agroecossistemas, associado à redução de ambientes naturais, reforça a hipótese de que a intensificação do uso e ocupação da terra constitui um dos principais vetores das transformações na paisagem da Barreira Holocênica IV, comprometendo a integridade ecológica e a conectividade dos habitats naturais (Pereira, 2022).

Tabela 3 – Dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra (CUT) no período 1985-2024, na área de ocorrência potencial de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae), no sul do Brasil

Reclassificação da cobertura e uso da terra	Área (ha)			Variação		**Tendência**
	1985	2005	2024	Absoluta (ha)	Percentual (%)	
Agroecossistemas	45.977,28	52.648,20	49.716,34	+ 3.739,05	+ 8,13	Aumento
Formação arbórea	9.665,23	6.070,21	9.241,30	− 423,93	− 4,39	Redução
Formação herbácea	65.108,12	69.487,69	76.457,03	+ 11.348,91	+ 17,43	Aumento
Praias, dunas e areal	123.240,19	95.654,93	82.125,88	− 41.114,30	− 33,36	Redução
Água e ambientes húmidos	51.468,12	50.071,94	45.388,54	− 6.079,58	− 11,81	Redução
Silvicultura	3.359,25	21.279,17	29.087,92	+ 25.728,67	+ 765,9	Aumento
Áreas urbanizadas	23.161,27	26.759,65	29.959,67	+ 6.798,40	+ 29,35	Aumento
Totais	321.979,46	321.971,79	321.976,68			

Fonte: Do autor (2025).

Quando analisadas especificamente as classes associadas ao habitat potencial de *L. occipitalis* (Tabela 4), observa-se que a Formação herbácea apresentou aumento de 1.136,02 ha (+17,45%), enquanto a Formação arbórea apresentou redução de 575,45 ha (-6,24%). Entretanto, a alteração mais expressiva foi observada na classe Praias, dunas e areais, que apresentou redução de 4.111,43 ha (-33,36%), representando a maior perda proporcional entre as categorias consideradas habitat potencial da espécie. Esses ambientes correspondem às áreas de dunas e substratos arenosos utilizados por *L. occipitalis* para abrigo, termorregulação, reprodução e forrageamento, de modo que sua redução representa uma diminuição direta da disponibilidade de habitat adequado para a espécie.

Tabela 4 – Dinâmica espaço-temporal das classes cobertura e uso da terra (CUT) que abrigam o habitat específico de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae), no período 1985-2024, na área de ocorrência potencial da espécie no sul do Brasil

Classe de habitat	**Área 1985 (ha)**	**Área 2005 (ha)**	**Área 2024 (ha)**	**Variação absoluta (ha)**	**Variação percentual (%)**	**Tendência**
Formação herbácea	6.509,51	6.947,74	7.645,53	+ 1.136,02	17,45	aumento
Formação arbórea	9.222,36	5.604,53	8.646,91	− 575,45	−6,24	redução
Praias, dunas e areais	12.324,02	9.565,49	8.212,59	− 4.111,43	−33,36	redução

Fonte: Do autor (2025).

A redução significativa das áreas de praias, dunas e areais indica uma provável perda direta de habitat adequado para *L. occipitalis*, uma vez que a espécie apresenta forte associação com ambientes arenosos costeiros característicos da Barreira Holocênica IV. A diminuição desses ambientes pode estar relacionada ao avanço da ocupação antrópica, evidenciado pelo crescimento das áreas urbanizadas, da silvicultura e dos agroecossistemas, processos que alteram a estrutura da paisagem e reduzem a disponibilidade de micro-habitats essenciais para a espécie. Esse padrão é consistente com estudos que apontam a urbanização, a expansão das atividades agropecuárias e a silvicultura como importantes fatores responsáveis pela substituição da vegetação nativa e pela fragmentação dos ecossistemas costeiros, comprometendo sua integridade ecológica (Binfaré *et al*., 2016; Silva; Silva, 2017; Pereira, 2023). Além disso, Pereira e Zocche (2025) verificaram que as transformações recentes na planície costeira do sul do Brasil estão diretamente relacionadas à intensificação das atividades antrópicas, resultando na redução de ambientes naturais e na simplificação da paisagem.

Embora tenha sido observado aumento da classe Formação herbácea, esse crescimento não deve ser interpretado, isoladamente, como expansão de habitat funcional para *L. occipitalis*. Parte desse incremento pode estar associada à regeneração da vegetação, à sucessão ecológica ou à estabilização de áreas anteriormente ocupadas por dunas móveis, resultando em ambientes estruturalmente distintos daqueles preferencialmente utilizados pela espécie. Dillenburg e Hesp (2009) destacam que a estabilização de sistemas dunares promove alterações na estrutura da vegetação e na dinâmica sedimentar, modificando as características ambientais desses ecossistemas. Dessa forma, o aumento da cobertura herbácea não compensa a expressiva redução dos ambientes de praias, dunas e areais, que constituem o principal habitat de *L. occipitalis* (Bujes; Verrastro, 2006; Loebmann; Vieira, 2005).

Em conjunto, esses resultados evidenciam uma tendência de transformação da paisagem costeira da Barreira Holocênica IV, caracterizada pela redução dos ambientes arenosos naturais e pelo aumento das áreas associadas ao uso antrópico. Essas mudanças podem favorecer a fragmentação da paisagem, reduzir a conectividade entre manchas de habitat e comprometer a disponibilidade de áreas adequadas para *L. occipitalis*, reforçando a importância da conservação dos remanescentes de restingas e dunas costeiras para a manutenção da biodiversidade desses ecossistemas. Essa interpretação está de acordo com Falkenberg (1999), que destaca a elevada importância ecológica das restingas para a conservação da biodiversidade costeira, e com Gohlke *et al*. (2025), que ressaltam a necessidade de estratégias de conservação voltadas à manutenção da conectividade e da funcionalidade desses ambientes diante do avanço das pressões antrópicas.

4.4 Análise Espacial do Habitat Potencial de *Liolaemus occipitalis* e da Ocupação da Paisagem na Barreira Holocênica IV

A análise espacial da distribuição do habitat potencial de *L. occipitalis* para o ano de 2024, obtida por meio da ferramenta Histograma Zonal no QGIS, evidenciou um padrão heterogêneo na distribuição espacial das áreas adequadas ao longo da Barreira IV

Observou-se que o habitat potencial da espécie permanece fortemente concentrado na porção sul da área de estudo, especialmente em municípios do estado do Rio Grande do Sul. Os maiores valores foram identificados em Rio Grande (44.465,13 ha), Santa Vitória do Palmar (44.068,77 ha), Mostardas (33.821,64 ha), São José do Norte (16.942,95 ha) e Tavares (9.242,01 ha). Esses municípios concentram extensos remanescentes contínuos de ambientes arenosos costeiros, compostos principalmente por praias, dunas, restingas herbáceas e restingas arbóreas, considerados essenciais para a ocorrência da espécie.

Em Santa Catarina, as maiores áreas de habitat potencial concentram-se em Jaguaruna (1.547,37 ha), Laguna (1.481,13 ha), embora todas apresentem áreas substancialmente inferiores às observadas no Rio Grande do Sul. De maneira geral, os remanescentes catarinenses apresentam menor extensão e maior fragmentação espacial, refletindo maior influência da ocupação humana sobre a configuração atual da paisagem.

A distribuição espacial das classes associadas ao uso antrópico da paisagem demonstra que parte dos municípios com maior disponibilidade de habitat também apresenta intensa ocupação por atividades produtivas. A classe Silvicultura apresentou maior concentração em Santa Vitória do Palmar (10.086,66 ha), seguida por Rio Grande (5.753,52 ha), Mostardas (5.627,97 ha) e São José do Norte (5.440,23 ha), evidenciando a expressiva presença de plantações florestais em áreas adjacentes aos ambientes naturais de Restinga.

A classe Áreas urbanizadas apresentaram maior concentração em Rio Grande (4.733,01 ha), Tramandaí (2.050,83 ha), Balneário Gaivota (1.900,53 ha), Florianópolis (1.879,11 ha) e Jaguaruna (1.860,93 ha), indicando elevada pressão urbana sobre parte da zona costeira analisada. A classe Agroecossistemas apresentam ampla distribuição na área de estudo, destacando-se Mostardas (8.974,62 ha), Balneário Gaivota (6.445,44 ha), Santa Vitória do Palmar (4.624,56 ha), Balneário Arroio do Silva (3.645,00 ha) e Laguna (3.538,98 ha). Esses resultados evidenciam que as atividades agropecuárias ocupam parcela significativa da paisagem costeira, frequentemente em áreas próximas aos remanescentes naturais.

De forma geral, observa-se que os municípios com maior disponibilidade de habitat potencial concentram-se principalmente no litoral sul do Rio Grande do Sul, onde ainda

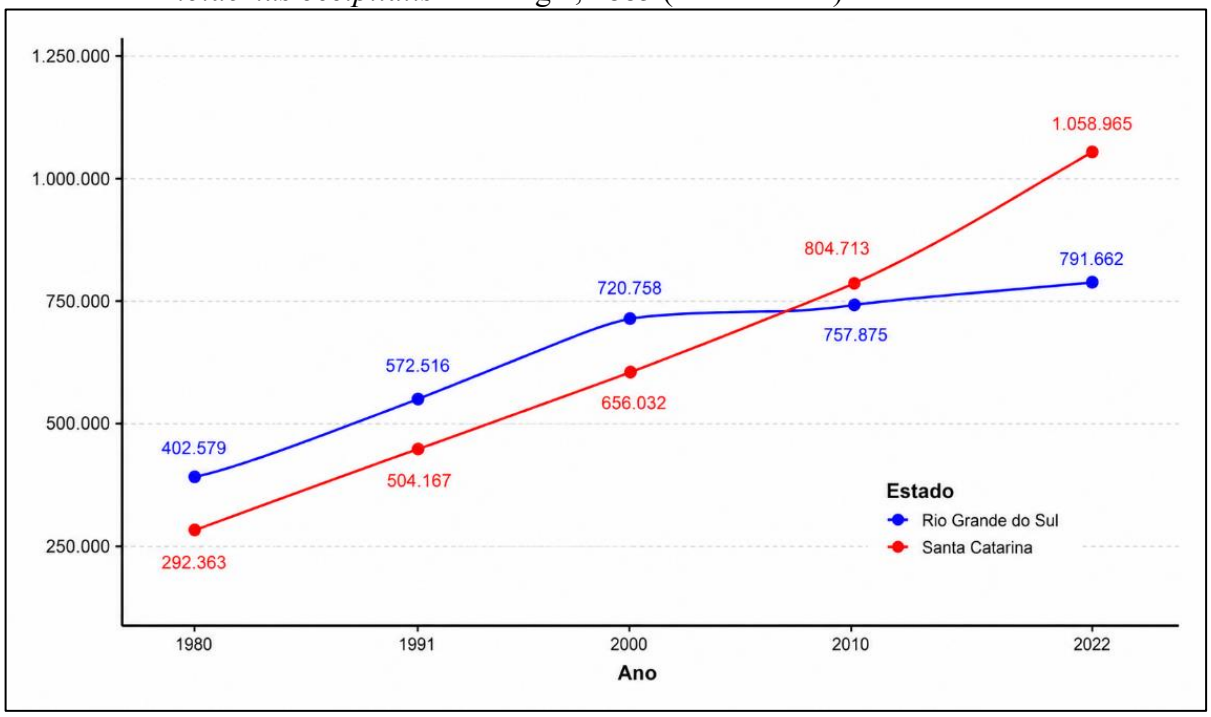
persistem extensos remanescentes contínuos de restingas e dunas. Em Santa Catarina, por outro lado, o habitat apresenta distribuição mais fragmentada, associada à maior presença de áreas urbanizadas, agroecossistemas e outros usos antrópicos. Esse padrão é coerente com as características de ocupação da planície costeira do sul do Brasil, onde a expansão urbana, a silvicultura e as atividades agropecuárias têm promovido a substituição de áreas naturais e a fragmentação dos ecossistemas de restinga (Pereira, 2023; Pereira; Zocche, 2025; Scussel, 2026), considerados ambientes de elevada importância para a manutenção da biodiversidade costeira (Binfaré *et al*., 2016; Falkenberg, 1999).

Os resultados evidenciam que, embora ainda existam áreas expressivas de habitat potencial para *L. occipitalis*, especialmente no Rio Grande do Sul, a coexistência entre remanescentes naturais e atividades como silvicultura, urbanização e agropecuária indica um cenário de crescente pressão antrópica sobre a paisagem costeira. Esse padrão reforça a importância da conservação dos remanescentes de dunas e restingas, bem como da manutenção da conectividade entre essas áreas, fatores fundamentais para a persistência das populações da espécie ao longo da Barreira Holocênica IV. A fragmentação da vegetação nativa e a alteração da dinâmica sedimentar decorrentes dessas atividades reduzem a disponibilidade de micro-habitats e comprometem a integridade ecológica dos ecossistemas costeiros, afetando espécies especialistas associadas aos ambientes dunares (Binfaré *et al*., 2016; Gohlke *et al*., 2025; Silva; Silva, 2017). Além disso, *L. occipitalis* apresenta estreita associação com dunas fixas e semifixas, utilizadas para abrigo, termorregulação e reprodução, de modo que a redução e a fragmentação desses ambientes podem comprometer a manutenção de suas populações naturais (Bujes; Verrastro, 2006; Tozetti *et al*., 2023).

4.5 Dinâmica Temporal da População Humana Fixa

A análise da dinâmica da população humana fixa (Figura 6) nos municípios inseridos na área da Barreira IV evidencia um crescimento populacional contínuo entre 1980 e 2022, tanto no Rio Grande do Sul quanto em Santa Catarina.

Figura 6 – Dinâmica temporal da população humana fixa na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil



Fonte: Do autor (2025).

No Rio Grande do Sul, a população residente nos municípios abrangidos pelo recorte da Barreira Holocênica IV passou de 402.579 habitantes, em 1980, para 791.662 habitantes, em 2022, representando um aumento absoluto de 389.083 habitantes, equivalente a um crescimento de 96,65% ao longo do período analisado. Em Santa Catarina, o crescimento foi substancialmente mais expressivo, passando de 292.363 habitantes para 1.058.965 habitantes, correspondendo a um incremento de 766.602 habitantes e um crescimento de 262,22%. Observa-se que, embora o Rio Grande do Sul tenha apresentado maior população no início da série histórica, Santa Catarina apresentou ritmo de crescimento populacional significativamente superior, ultrapassando o Rio Grande do Sul a partir de 2010 e consolidando, em 2022, a maior população entre os dois estados considerados na área de estudo. Esse comportamento evidencia a intensificação do processo de ocupação humana na porção catarinense da Barreira IV, especialmente nas últimas décadas.

O expressivo crescimento populacional observado em Santa Catarina coincide com a expansão das áreas urbanizadas e dos agroecossistemas identificada na análise da CUT, sugerindo maior intensificação da pressão antrópica sobre os ecossistemas costeiros da região. Esse padrão é consistente com estudos desenvolvidos para a zona costeira do sul catarinense, que demonstram a intensificação da ocupação humana e da urbanização nas últimas décadas,

acompanhada pela expansão da infraestrutura e pela transformação progressiva da paisagem natural (Pereira, 2023; Pereira; Zocche, 2025). Em contrapartida, embora o Rio Grande do Sul também tenha apresentado crescimento populacional, esse ocorreu de forma mais moderada, mantendo extensos remanescentes de ambientes naturais, particularmente de praias, dunas e restingas, que concentram a maior disponibilidade de habitat potencial para *L. occipitalis*.

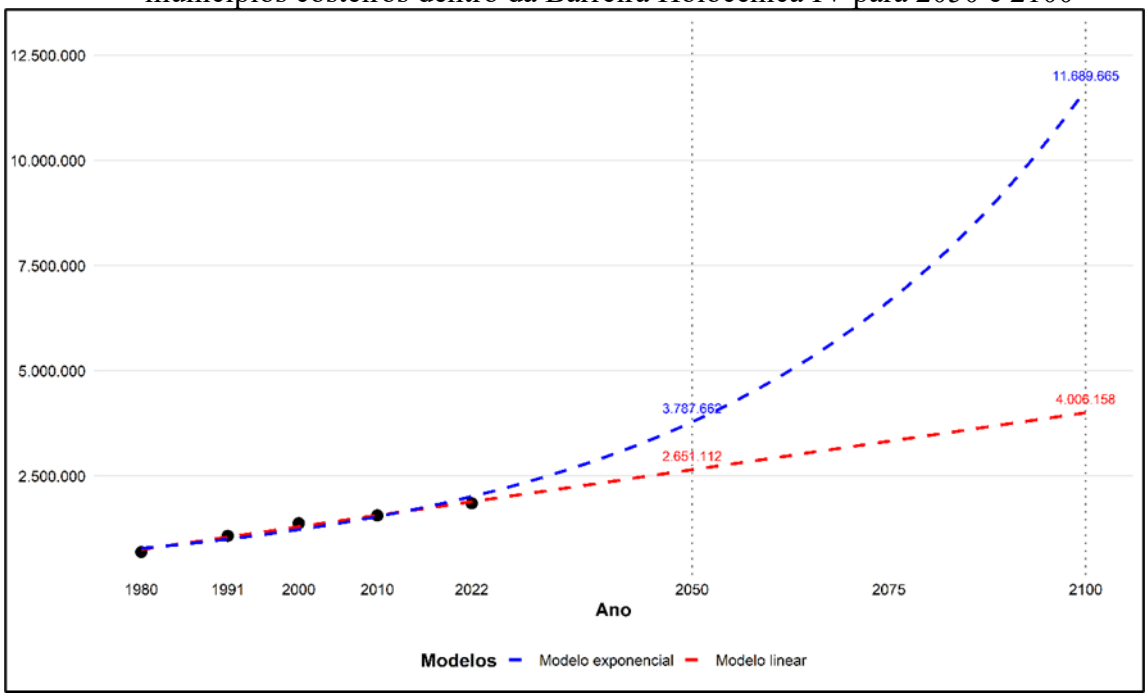
Esses resultados corroboram a importância do planejamento territorial em ambientes costeiros, uma vez que o crescimento populacional e a expansão urbana constituem importantes vetores de transformação da paisagem e de pressão sobre os ecossistemas naturais (Tagliani, 2018; Gurova *et al*., 2023). Assim, os resultados indicam que a dinâmica populacional acompanha as transformações observadas na paisagem, reforçando a hipótese de que o aumento da ocupação humana constitui um importante vetor de alteração dos ambientes naturais da Barreira IV, especialmente na porção catarinense, onde a expansão demográfica ocorreu de forma mais intensa.

4.6 - Projeções de Crescimento Poulacional da população fixa para 2050 e 2100

A análise da dinâmica da população humana fixa nos municípios inseridos na área de ocorrência potencial de *L. occipitalis* evidenciou crescimento expressivo entre 1980 e 2022, passando de 694.942 habitantes para 1.850.627 habitantes, o que representa um aumento absoluto de 1.155.685 habitantes e um crescimento acumulado de 166,30% no período analisado. As projeções populacionais (Figura 7) indicam que essa tendência deverá permanecer nas próximas décadas, embora com diferentes magnitudes conforme o modelo adotado. O modelo linear projeta população de 2.651.112 habitantes para 2050 e 4.006.158 habitantes para 2100, enquanto o modelo exponencial estima 3.787.662 habitantes em 2050 e 11.689.665 habitantes ao final do século.

A avaliação do desempenho dos modelos demonstrou que o modelo linear apresentou melhor ajuste aos dados observados ($R^2 = 0,9844$) quando comparado ao modelo exponencial ($R^2 = 0,9204$), indicando maior capacidade de representar a tendência histórica de crescimento populacional na área de estudo. Embora ambos apontem aumento contínuo da população humana, o modelo exponencial projeta crescimento progressivamente acelerado ao longo do tempo, produzindo estimativas substancialmente superiores nos horizontes temporais mais distantes, especialmente para o ano de 2100.

Figura 7 – Projeções de crescimento populacional, para a população humana fixa dos municípios costeiros dentro da Barreira Holocênica IV para 2050 e 2100



Fonte: Do autor (2025).

O crescimento populacional observado constitui um importante indicador da intensificação da ocupação humana na Barreira Holocênica IV e acompanha as transformações identificadas na análise da cobertura e uso da terra (CUT). A expansão da população tende a aumentar a demanda por infraestrutura urbana, habitação, atividades agropecuárias, silvicultura e serviços, promovendo alterações na configuração da paisagem costeira. Esse padrão é compatível com o observado em estudos realizados na zona costeira do sul do Brasil, que relacionam o crescimento populacional e a expansão da ocupação humana ao aumento da urbanização, da conversão de ambientes naturais e da pressão sobre os ecossistemas costeiros (Pereira, 2023; Pereira; Zocche, 2025; Souza *et al*., 2020).

Esses processos favorecem a conversão de ambientes naturais, intensificam a fragmentação dos remanescentes de restinga e dunas e reduzem a conectividade entre áreas de habitat potencial da espécie, comprometendo a integridade ecológica desses ecossistemas (Binfaré *et al*., 2016; Gohlke *et al*., 2025; Silva; Silva, 2017).

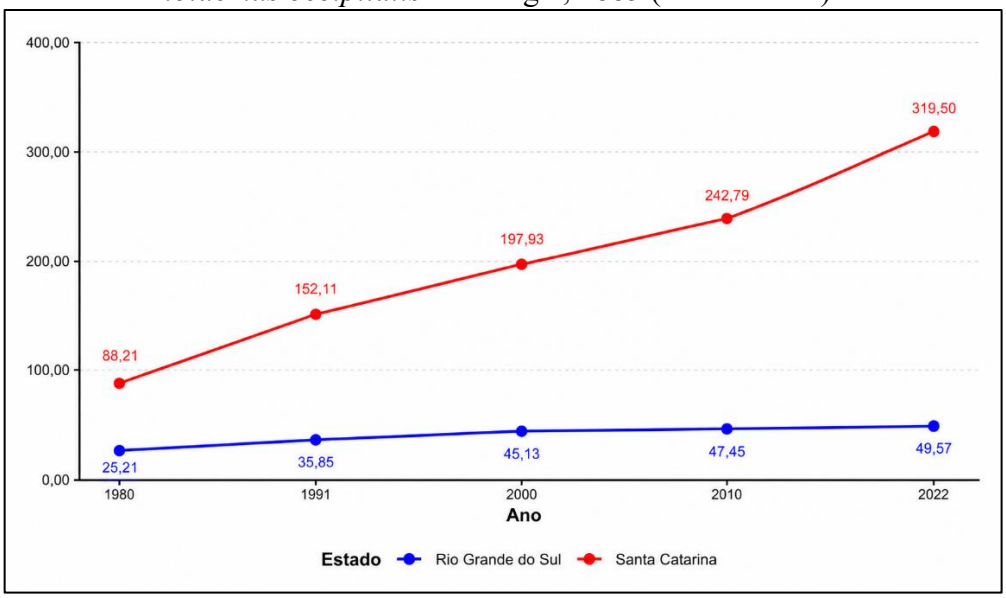
Considerando que *L. occipitalis* apresenta elevada especialização ecológica e forte dependência de ambientes arenosos costeiros para abrigo, termorregulação, reprodução e forrageamento (Bujes; Verrastro, 2006, 2008; Matias; Guimarães; Verrastro, 2022; Tozetti *et al*., 2023; Verrastro; Ely, 2015; Verrastro *et al*., 2014; Verrastro; Rauber, 2013), a expansão da ocupação humana compromete a disponibilidade e a qualidade desses habitats.

Dessa forma, as projeções de crescimento populacional reforçam um cenário de aumento da pressão antrópica sobre os ecossistemas da Barreira Holocênica IV e, quando analisadas em conjunto com os resultados da CUT, indicam uma tendência de intensificação dos processos de perda e fragmentação do habitat potencial da espécie ao longo das próximas décadas. Esse cenário evidencia a necessidade de planejamento territorial e de estratégias de conservação que conciliem o desenvolvimento regional com a manutenção dos remanescentes de restinga e dunas, essenciais para a persistência de *L. occipitalis* na região (Pereira; Zocche, 2025).

4.7 - Densidade Populacional Humana na Área de Abrangência da Barreira Holocênica IV

A análise da densidade populacional (Figura 8) nos municípios inseridos na área da Barreira Holocênica IV demonstra um aumento contínuo da intensidade de ocupação territorial entre 1980 e 2022, tanto no Rio Grande do Sul quanto em Santa Catarina (IBGE, 1980; 2022).

Figura 8 – Densidade da população humana fixa dos municípios inseridos na área de potencial ocorrência de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Liolaemidae) no sul do Brasil



Fonte: Do Autor (2025).

A densidade populacional apresentou crescimento contínuo nos dois estados ao longo do período analisado. No Rio Grande do Sul, os valores passaram de 25,21 hab. km^{-2} em 1980 para 49,57 hab. Km^{-2} em 2022, representando aumento absoluto de 24,36 hab. Km^{-2} e crescimento relativo de 96,63%. Em Santa Catarina, o incremento foi substancialmente

superior, passando de 88,21 hab. Km^{-2} para 319,50 hab. Km^{-2}, correspondendo a aumento de 231,29 hab. km^2 e crescimento acumulado de 262,20% no mesmo período.

Esses resultados demonstram que, embora ambos os estados apresentem aumento da densidade populacional, o processo ocorreu de forma muito mais intensa no litoral catarinense, refletindo maior concentração da população sobre uma área territorial relativamente menor e indicando intensificação da urbanização e da ocupação da paisagem costeira. Esse padrão é compatível com o observado por Pereira (2023) e Pereira e Zocche (2025), que identificaram expansão da ocupação humana e intensificação das transformações da paisagem ao longo da planície costeira do sul do Brasil.

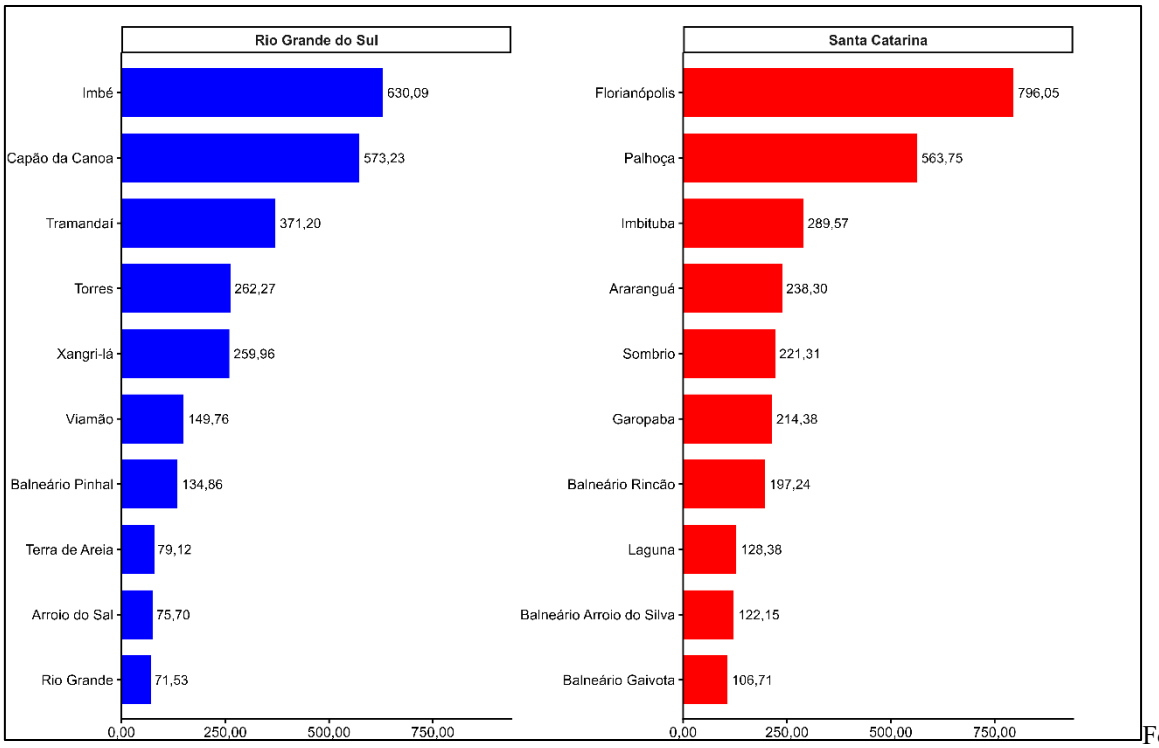
O aumento da densidade populacional constitui um importante indicador da intensificação da pressão antrópica sobre os ecossistemas costeiros. Em regiões onde a ocupação humana se concentra, a expansão da infraestrutura urbana, da malha viária e das atividades econômicas tende a promover alterações na cobertura e no uso da terra, favorecendo a fragmentação dos remanescentes naturais e reduzindo a conectividade entre habitats (Binfaré *et al*., 2016; Gohlke *et al*., 2025; Silva; Silva, 2017). Esses resultados são coerentes com as mudanças observadas na dinâmica da paisagem neste estudo, evidenciando que o aumento da densidade populacional ocorreu paralelamente à transformação dos ambientes naturais da Barreira Holocênica IV.

A análise da densidade populacional municipal para 2022 evidenciou forte heterogeneidade espacial entre os municípios da área de estudo (Figura 9). No Rio Grande do Sul, os maiores valores foram registrados em Imbé (630,09 hab. Km^{-2}), Capão da Canoa (573,23 hab. Km^{-2}), Tramandaí (371,20 hab.km^2), Torres (262,27 hab.km^2) e Xangrilá (259,96 hab. Km^{-2}), municípios caracterizados por intensa urbanização e forte influência das atividades turísticas no litoral norte do estado. Em Santa Catarina, destacaram-se Florianópolis (796,05 hab. Km^{-2}), Palhoça (563,75 hab. Km^{-2}), Imbituba (289,57 hab. Km^{-2}), Araranguá (238,30 hab. Km^{-2}) e Sombrio (221,31 hab. Km^{-2}), refletindo elevada concentração populacional nas principais áreas urbanas costeiras.

Em contraste, os municípios que apresentaram maior disponibilidade de habitat potencial para *L. occipitalis*, especialmente Rio Grande, Santa Vitória do Palmar, Mostardas, São José do Norte e Tavares, mantêm, de modo geral, baixas densidades populacionais quando comparados aos principais centros urbanos costeiros. Essa característica contribui para a manutenção de extensos remanescentes contínuos de restingas e dunas, favorecendo a conservação dos habitats naturais utilizados pela espécie. Esse padrão reforça a importância dessas áreas para a conservação de *L. occipitalis*, uma vez que a espécie apresenta estreita

associação com ambientes arenosos costeiros relativamente preservados (Bujes; Verrastro, 2006; Loebmann; Vieira, 2005; Tozetti *et al*., 2023).

Figura 9 – Ranking dos munícios com densidade populacional por km² mais elevada, dentre os municípios que ocorrem sobre a formação da Laguna Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil



Fonte: Do Autor (2025).

De forma geral, observa-se uma relação espacial entre a densidade populacional e o grau de transformação da paisagem. Municípios com elevada densidade populacional tendem a apresentar maior urbanização e maior modificação da cobertura natural, enquanto áreas menos densamente ocupadas conservam maior continuidade dos ambientes arenosos costeiros. Esse padrão é compatível com o descrito para a zona costeira do sul do Brasil, onde o crescimento populacional e a expansão da ocupação humana têm promovido o aumento da infraestrutura urbana e a conversão de ambientes naturais, intensificando as alterações na paisagem costeira (Andrés *et al*., 2018; Ladwig *et al*., 2021; Pereira, 2023). A própria análise realizada por Pereira e Zocche (2025) evidencia que a intensificação da ocupação humana ao longo da planície costeira está associada ao avanço das áreas urbanizadas e à redução de ambientes naturais, resultando em crescente pressão sobre os ecossistemas costeiros.

Esses resultados reforçam que a intensificação da ocupação humana constitui um dos principais fatores associados à perda, à fragmentação e à degradação do habitat potencial de *L*.

occipitalis, corroborando os padrões identificados na análise da CUT. Considerando a elevada especialização ecológica da espécie e sua dependência de ambientes arenosos relativamente preservados, a fragmentação da paisagem tende a reduzir a conectividade entre remanescentes de habitat e a comprometer a manutenção de populações viáveis em longo prazo (Bujes; Verrastro, 2006; Loebmann; Vieira, 2005; Tozetti *et al*., 2023).

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que a área de ocorrência potencial de *L occipitalis* sobre a Barreira Holocênica IV, no sul do Brasil, apresenta uma dinâmica espaço-temporal marcada por mudanças expressivas na CUT entre 1985 e 2024, refletindo a intensificação da pressão antrópica sobre os ecossistemas costeiros. A expansão das áreas urbanizadas e da silvicultura, associada às transformações nos agroecossistemas, ocorreu paralelamente à expressiva redução dos ambientes de praias, dunas e areais, indicando uma tendência de reorganização da paisagem com diminuição dos habitats naturais e da conectividade ecológica, fatores amplamente reconhecidos como determinantes para a conservação da biodiversidade.

A delimitação da área de estudo com base nos depósitos geológicos da Barreira Holocênica IV demonstrou ser uma abordagem consistente para compreender a distribuição espacial do habitat potencial de *L. occipitalis*, evidenciando a importância da integração entre informações geológicas, ecológicas e de uso da terra na análise da paisagem. Esses ambientes constituem sistemas geomorfologicamente recentes, naturalmente dinâmicos e ambientalmente frágeis, cuja estabilidade depende do equilíbrio entre processos sedimentares, cobertura vegetal e dinâmica costeira. Dessa forma, alterações antrópicas nesses ambientes podem comprometer tanto a integridade física da paisagem quanto a manutenção dos habitats utilizados pela espécie.

A análise da dinâmica da população humana evidenciou crescimento expressivo entre 1980 e 2022 nos municípios inseridos na Barreira holocênica IV, acompanhado por projeções que indicam continuidade dessa tendência para 2050 e 2100. O aumento da densidade populacional foi particularmente intenso nos municípios catarinenses, evidenciando maior concentração da ocupação humana e intensificação do uso do território nessa porção da área de estudo. Esse processo favorece a expansão da infraestrutura urbana, das atividades produtivas e da ocupação costeira, contribuindo para a simplificação estrutural da paisagem e para a redução da heterogeneidade ambiental, fatores que influenciam diretamente a disponibilidade de habitats naturais.

A integração entre os dados de sensoriamento remoto, os registros de ocorrência da espécie e os indicadores de ocupação humana sugere que a fragmentação e a perda do habitat potencial de *L. occipitalis* estão fortemente associadas à expansão das áreas urbanizadas, ao avanço da silvicultura e às transformações dos agroecossistemas. Essas alterações modificam a estrutura da paisagem, reduzem a disponibilidade de ambientes arenosos contínuos e comprometem a conectividade entre remanescentes de restinga e dunas, interferindo na manutenção de micro-habitats utilizados pela espécie para atendimento de necessidades vitais.

De forma geral, os resultados demonstram que, embora ainda existam extensos remanescentes de habitat potencial para *L. occipitalis*, especialmente na porção sul da Barreira Holocênica IV, a contínua expansão da ocupação humana e das atividades produtivas vem promovendo alterações significativas na estrutura da paisagem, reduzindo a disponibilidade e a conectividade dos ambientes dunares fundamentais para a conservação da espécie. Esse padrão evidencia a necessidade de estratégias de planejamento territorial que conciliem o desenvolvimento regional com a manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas costeiros.

O monitoramento contínuo das mudanças na cobertura e no uso da terra, aliado à análise da dinâmica populacional humana, constitui uma ferramenta fundamental para subsidiar políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade e ao uso sustentável dos recursos naturais. Da mesma forma, recomenda-se a realização de levantamentos populacionais de *L. occipitalis* em toda a extensão da Barreira Holocênica IV, associados a estudos sobre conectividade funcional da paisagem e ecologia espacial, permitindo compreender de forma mais precisa a distribuição atual da espécie, sua densidade populacional e os efeitos da fragmentação sobre a viabilidade de suas populações naturais.

Por fim, o presente estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a ecologia da paisagem em ambientes costeiros ao integrar informações geológicas, ecológicas, espaciais e demográficas em uma abordagem multiescalar para avaliar as transformações da paisagem e seus reflexos sobre o habitat potencial de uma espécie especialista de dunas costeiras. Os resultados reforçam a importância da Barreira Holocênica IV como unidade ambiental estratégica para a conservação da biodiversidade do sul do Brasil e fornecem subsídios científicos para o planejamento territorial, o monitoramento ambiental e a formulação de estratégias de manejo voltadas à conservação dos ecossistemas costeiros e de suas espécies associadas.

REFERENCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z**. 22, 711-728. 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

BINFARÉ, Ricardo Wabner *et al.* **Guia ilustrado da flora da restinga de Santa Catarina**. 2016.

BRAHÃO, Cinthia Sena; TOMAZZONI, Edegar Luis. Turismo de Segundas residências no litoral sul do Brasil: uma discussão sobre seu dimensionamento e relevância para a atividade turística contemporânea. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 12, p. 80-101, 2018.

BUENO, Ayrton Portilho; BEL, Joaquín Sabaté. Urbanizações turísticas de segunda residência no litoral sul de Santa Catarina. O lugar do urbanismo na gestão integrada do litoral. In: **IV Enamparq - Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016.

BUJES, Clovis de Souza; VERRASTRO, L. Thermal biology of Liolaemus occipitalis (Squamata, Tropiduridae) in the coastal sand dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 945-954, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000500021

BUJES, Clóvis S.; VERRASTRO, L. Annual activity of the lizard Liolaemus occipitalis (Squamata, Liolaemidae) in the coastal sand dunes of southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, p. 156-160, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000100020

CATARINA, SANTA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina-PERH/SC. Caracterização Geral das Regiões Hidrográficas de Santa Catarina, RH10–Extremo Sul Catarinense**. Relatório Final. Florianópolis, 2017.

CLEROT, Luiz Carlos Pinheiro *et al*. Evolução da barreira IV na região do Cassino, Rio Grande-RS. In: **CONGRESSO DA ABEQUA. 2003**.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. 2014.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geológico do estado do Rio Grande do Sul**. 2008.

DE LIMA, Lucas Terres; DE ALMEIDA BERNARDES, Cristina Maria; DA SILVA, Marcelo Dutra. Análise da ocupação do território sobre os depósitos de barreiras no Rio Grande do Sul–Brasil: uma ferramenta para a gestão costeira. In: **3ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira**. Universidade do Algarve, Portugal. 14-15 de maio de 2015.

DILLENBURG, Sérgio R.; HESP, Patrick A. Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil. **Springer Science & Business Media**, 2008. DOI: 10.1007/978-3-540-44771-9

DO CÉU, Feliciano Quintas; PINHO, Isabel. Desafios na investigação qualitativa no contexto turismo em zonas costeiras: estudo de caso de Lautém. **New Trends in Qualitative Research**, v. 20, n. 4, p. e1145-e1145, 2024.

FABRE, Haron Cardoso. **O fenômeno da segunda residência: um olhar sobre os ocupantes de uma praia do Sul de Santa Catarina**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

FOLEY, J. A. *et al*. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005.

GARCIA, Arthur Oliveira *et al*. Diversity and distribution of ferns and lycophytes in areas of restinga sandy coastal plain in south of Santa Catarina, Brazil. **Rodriguésia**, v. 74, p. e00692023, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-7860202374074

GOHLKE, Samuel F. *et al*. A new threat? First records of death by off-road vehicle in Skull Tree Iguanas, Liolaemus occipitalis Boulenger, 1885, in southern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 18, p. 585–587, 2025.

HORN FILHO, Norberto Olmiro; FELIX, A.; CAMARGO, J. L. **Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários**. UFSC, Florianópolis. 331p, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 1980**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 1991**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 26 abr. 2025.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. **IUCN Species Survival Commission**, Gland, Suiça e Cambridge, Reino Unido. 2020.

KEYFITZ, Nathan. ***Applied Mathematical Demography***. 2. ed. New York: Springer, 1977.

KREBS, Charles J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2009.

LIMA, L. T. A paisag**em costeira do Rio Grande do Sul: leitura e interpretação das propriedades fisionômicas do espaço como estratégia de planejamento e gestão do território**. 2014. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro), Universidade Federal do Rio Grande.

LOPES, Eduardo Baptista; RUIZ, Thays Cristina Domareski; ANJOS, Francisco Antonio dos. A ocupação urbana no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil, e suas implicações no turismo de segunda residência. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 426-441, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.002.ao03

MANZOLLI, Rogério Portantiolo. **Gênese e evolução do sistema laguna-barreira da feitoria**. 2016. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências.

MARTINS, Laís S.: VERRASTRO, Laura; TOZETTI, Alexandro M. The Influences of Habitat on Body Temperature Control in a Southern Population of *Liolaemus Occipitalis* (Boulenger, 1885) in Brazil. **South American Journal of Herpetology**, 9(1), 2014, 9–13.

MATEUS, Aline Pires. **Geologia e paleogeografia do sistema deposicional laguna-barreira IV na região das lagoas dos Esteves, do Faxinal e Mãe Luzia, Sul do estado de Santa Catarina**, **Brasil.** 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina.

MATIAS, Nathalia R.; GUIMARÃES, Murilo; VERRASTRO, Laura. Effects of anthropogenic disturbance in the survival of the sand lizard, Liolaemus occipitalis (Squamata: Liolaemidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 112, p. e2022014, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4766e2022014

MELO, Sara; LACERDA, Victoria Duarte; HANAZAKI, Natalia. Espécies de restinga conhecidas pela comunidade do Pântano do sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 799-812, 2008.

MENDES, Clarice B.; PREVEDELLO, Jayme A. Does habitat fragmentation affect landscape-level temperatures? A global analysis. **Landscape Ecology**, v. 35, n. 8, p. 1743-1756, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s10980-020-01041-5

MENDES, Clarice Braúna. **Efeitos da perda e fragmentação de habitat sobre a biodiversidade: uma busca por padrões, mecanismos e modelos aplicados à conservação**. 2023. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução). Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens?. **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001. DOI: https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006

NEWELL, Colin. **Methods and Models in Demography.** New York: Guilford Press, 1988.

NIMER, Edmon. **Climatologia do brasil**. Rio de Janeiro. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais .1989. 421 p.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, J. R. **Sustentabilidade socioambiental das lagoas costeiras no sul do estado de Santa Catarina**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2023.

PEREIRA, Jori Ramos; ZOCCHE, Jairo José. Landscape dynamics of the coastal zone in the south of Santa Catarina State, Brazil: environmental reflexes from anthropogenic impacts. **Preprints**, 2025. DOI: https://doi.org/10.20944/preprints202508.2182.v1. Acesso em: 25 jan. 2026.

PORTZ, Luana Carla *et al*. Práticas em Geociências: roteiro de campo para compreender a evolução costeira no Rio Grande do Sul, Brasil. **Terræ Didatica**, v. 14, p. 119-133, 2018. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v14i2.8651854

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. ***Biodiversity and Conservation***, v. 19, p. 1205–1223, 2010.

ROSA, Maria Luiza Correa da Câmara. **Geomorfologia, estratigrafia de sequências e potencial de preservação dos sistemas Laguna Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul**. 2012. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

RUSCHMAN, Doris Van Meene *et al.* As segundas residências e o processo recente de urbanização dos municípios de Itapema e Bombinhas–SC decorrente do uso do turismo e do lazer. **Turismo-Visão e Ação**, v. 17, n. 3, p. 712-736, 2015. DOI: https://doi.org/10.14210/rtva.v17n3.p712-736

SANCHES, Vitor Quadros Altomare *et al.* Can matrix structure affect animal navigation between fragments? A dispersal experiment using release platforms. **Biotropica**, v. 54, n. 2, p. 370-380, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/btp.13058

SCHERER, Adriano; MARASCHIN-SILVA, Fabiana; BAPTISTA, Luís Rios de Moura. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 717-726, 2005.

SCUSSEL, Cristiane. **Corredor ecológico como estratégia de conservação de ambientes costeiros do sul de Santa Catarina.** 2026. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade do Extremo Sul Catarinense.

SILVA, Caroline Maria da. **Filogeografia de três espécies de *Liolaemus* do grupo Boulengeri**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVA, Caroline Maria da. **Filogeografia e diferenciação morfológica das populações de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Iguania: Liolaemidae) ao longo de seu domínio geográfico**. 2006. Dissertação (Doutorado em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVA, Flávia Milão; SILVA, Marcelo Dutra. Análise do estado de decomposição e fragmentação da paisagem costeira do Rio Grande do Sul–Brasil. **Geographia Meridionalis**, v. 3, n. 3, p. 321-348, 2017. DOI: https://doi.org/10.15210/gm.v3i3.12250

SILVA, V. N.; ARAÚJO, ALEXANDRE F. B. **Ecologia dos lagartos brasileiros**. Technical Books Editora, 2008.

SOUZA JR, Carlos 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. DOI: https://doi.org/10.3390/rs12172735.

SOUZA, G. B.; ROSSO, Pedro. Aspectos ecológicos de Liolaemus occipitalis Boulenger, 1885 (Squamata, Tropiduridae), Morro dos Conventos, Araranguá, Santa Catarina, Brasil. **Revista Iniciação Científica**, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2010.

TAGLIANI, Paulo Roberto Armanini. Base ecossistêmica para o ordenamento territorial na planície costeira do Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 44, p. 36-50, 2018. DOI: https://doi.org/10.5380/dma.v44i0.54997

TOMAZELLI, LUIZ; VILLWOCK, JORGE. Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 18, n. 1, p. 13-24, 1991.

TOMIO, Fabricio Ricardo de Limas. A criação de municípios após a Constituição de 1988. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 17, n. 48, p. 61-89, 2002.

TOZETTI, Alexandro M. *et al.* **Amphibians and reptiles of Taim, a Brazilian Ramsar Site: current knowledge and a possible case of local extinction**. Herpetological Conservation and Biology, v. 18, n. 1, p. 38-47, 2023.

TRAVESSAS, Felipe de Almeida; DILLENBURG, Sérgio Rebello; CLEROT, Luiz CP. Estratigrafia e evolução da barreira holocênica do Rio Grande do Sul no trecho Tramandaí-Cidreira. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 57, p. 57-73, 2005. DOI: https://doi.org/10.5380/geo.v57i0.6043

TURNER, Monica Goigel. **Landscape ecology: the effect of pattern on process**. **Annual review of ecology and systematics**, p. 171-197, 1989.

TURNER, Monica Goigel. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual review of ecology and systematics**, p. 171-197, 1989.

VERRASTRO, L.; ELY, I. Diet of the lizard *Liolaemus occipitalis* in the coastal sand dunes of southern Brazil (Squamata-Liolaemidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 2, p. 289-299, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.11013

VERRASTRO, Laura; RAUBER, Rita C. Reproducción de las hembras de Liolaemus occipitalis Boulenger, 1885, (Iguania, Liolaemidae) en la región sur de Brasil. **Boletín de la Sociedad Zoológica de Uruguay**, v. 22, p. 84-98, 2013.

VIEIRA, Celso Voos. **Mapeamento geológico costeiro e evolução paleogeográfica do setor oriental da folha Garuva, nordeste de Santa Catarina, Brasil**. 2008. Dissertação (Metrado em Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, v. 8, p. 1-45, 1995.

VILLWOCK, Jorge Alberto. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Pesquisas em Geociências**, v. 16, p. 5-49, 1984. DOI: https://doi.org/10.22456/1807-9806.21711