

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL – PPGEF**

**KARLA JULIANA SILVA DA COSTA**

**SIMULAÇÕES ESTOCÁSTICAS DA DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL SOB CENÁRIOS  
FUTUROS DE INUNDAÇÃO**

**LAGES**

**2025**

**KARLA JULIANA SILVA DA COSTA**

**SIMULAÇÕES ESTOCÁSTICAS DA DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL SOB CENÁRIOS  
FUTUROS DE INUNDAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – PPEGF, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, área de concentração Ecologia de Espécies Florestais e Ecossistemas Associados.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Higuchi.

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Ana Carolina da Silva

**LAGES**

**2025**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Universitária Udesc,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Costa, Karla Juliana Silva da  
Simulações estocásticas da dinâmica populacional de espécies  
arbóreas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial sob cenários futuros  
de inundação / Karla Juliana Silva da Costa. -- 2025.  
35 p.

Orientador: Pedro Higuchi  
Coorientadora: Ana Carolina da Silva  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2025.

1. Dinâmica Florestal. 2. Floresta com Araucárias. 3.  
Heterogeneidade Ambiental. I. Higuchi, Pedro. II. Silva, Ana  
Carolina da . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro  
de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Florestal. IV. Título.

**KARLA JULIANA SILVA DA COSTA**

**SIMULAÇÕES ESTOCÁSTICAS DA DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL SOB CENÁRIOS  
FUTUROS DE INUNDAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – PPEGF, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, área de concentração Ecologia de Espécies Florestais e Ecossistemas Associados.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Pedro Higuchi, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

---

Maria Raquel Kanieski, Dra.

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

---

Amanda Köche Marcon, Dra.

UFSC/Curitibanos-SC (membro externo)

Lages, 08 Julho de 2025

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante e pelo amparo em cada momento desta jornada. À Nossa Senhora de Nazaré, minha Mãe, que, me acolhe com amor e compaixão.

À minha mãe, Maria Eunice, por todo amor e confiança que sempre me fortaleceram. Seu amor me impulsiona a buscar meus sonhos, mesmo com a distância física, estamos sempre unidas pelo coração.

Ao meu pai, Ezequiel Souza, nosso vínculo é maior que qualquer laço sanguíneo. Seu apoio e incentivo constantes me motivam a buscar sempre o melhor.

Ao meu pai, Flávio Costa, pelo seu amor, pelas palavras de apoio e pelas atitudes que demonstram o seu orgulho por mim.

Ao meu irmão, Lucas Costa, pelo o amor e amizade que nos une nessa vida.

Aos meus familiares tão amados e especiais, que torcem e vibram por cada conquista minha.

Ao meu amigo-irmão, Daniel Filho, por ter embarcado nessa jornada do mestrado ao meu lado, sem você esse caminho seria muito mais difícil. Desde a graduação, sua amizade tem sido motivo de gratidão na minha vida.

Aos meus amigos, Jair, Rayssa, Catarina, Damasceno, Mainardi, Nathalya, Stefany, Janielen, Marcela, Ingrid, Jullyana e Thais, por uma amizade que considero um porto seguro.

Ao meu orientador, Dr. Pedro Higuchi, por toda a paciência, compreensão e suporte ao longo desta pesquisa.

À minha coorientadora, Dra. Ana Carolina, pelas conversas leves e pelos momentos de acolhimento e incentivo.

Aos amigos do Laboratório de Dendrologia, especialmente Maria Julia, Drielly, Samuel, Adam, Pedro, Guilherme, Gionei, Clenio e Victória, por toda a amizade, apoio e parceria.

Às amigas que a vida me trouxe em Lages, Valéria, Izabelle, Raiany e Byatriz, por proporcionarem momentos de leveza e boas risadas em meio aos desafios.

À dona Fátima e ao seu Wolni, por serem pessoas tão gentis, e por me oferecerem um lar acolhedor durante minha estadia em Lages.

À UDESC e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), ou Mata com Araucárias, é caracterizada por condições específicas de umidade e temperatura que sustentam sua biodiversidade. Dentro da FOM são encontrados alguns tipos de formações vegetais, entre elas a Aluvial. Este estudo investigou como diferentes cenários de mudança climática podem afetar a dinâmica populacional de espécies arbóreas em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, utilizando simulações estocásticas para avaliar os efeitos de alterações no regime de inundação sobre as taxas demográficas e padrões de dominância comunitária. Utilizamos dados de inventários florestais de 2013, 2017 e 2022 para calcular taxas de mortalidade e recrutamento, e imagens Sentinel-2 (2016–2024) processadas no Google Earth Engine para mapear áreas alagadas com  $NDWI \geq 0$ . A partir desses dados, simulamos três cenários hidrológicos futuros (Atual, Aumento e Diminuição) por meio de modelo estocástico ao longo de 30 anos. A tolerância ao alagamento foi estimada por meio de Análise de Componentes Principais combinando dados de afinidade hidrófila e amplitude hidrológica, resultando no Índice de Tolerância ao Alagamento (ITA). Os resultados demonstraram forte correlação entre tolerância ao alagamento e trajetórias demográficas futuras, confirmando o regime hídrico como filtro ambiental determinante. Espécies tolerantes tendem a expandir ou manter suas respectivas populações no cenário de aumento. *Gymnanthes klotzschiana* mantém dominância com melhor performance sob maior alagamento. A diversidade de Shannon mostrou aparente estabilidade entre cenários, mascarando reorganizações profundas da comunidade, evidenciadas pelas trajetórias contrastantes das espécies. O estudo sugere que índices de tolerância hidrológica podem prever respostas climáticas, oferecendo base para estratégias de conservação adaptativas essenciais para esses ecossistemas restritos dentro da Floresta.

**Palavras-chave:** Dinâmica Florestal; Floresta com Araucárias; Heterogeneidade Ambiental.

## ABSTRACT

The Araucaria Forest (AF) is characterized by specific humidity and temperature conditions that support its biodiversity. Within the AF, several vegetation types are found, including alluvial formations. This study examined how different climate change scenarios might affect tree species population dynamics in an Alluvial AF, employing stochastic simulations to evaluate the impacts of altered flooding regimes on demographic rates and community dominance patterns. We analyzed forest inventory data from 2013, 2017, and 2022 to calculate mortality and recruitment rates, and processed Sentinel-2 imagery (2016–2024) in Google Earth Engine to map flooded areas using  $NDWI \geq 0$ . Based on these data, we simulated three future hydrological scenarios (Current, Increase, and Decrease) using a stochastic model over a 30-year period. Flooding tolerance was assessed through Principal Component Analysis combining hydrophilic affinity and hydrological amplitude data, yielding a Flooding Tolerance Index (FTI). Results revealed a strong correlation between flooding tolerance and future demographic trajectories, confirming that hydrological regime acts as a key environmental filter. Flood-tolerant species tended to expand or maintain their respective populations under increased flooding scenarios. *Gymnanthes klotzschiana* remained dominant and performed better under enhanced flooding conditions. Shannon diversity appeared stable across scenarios, yet this masked profound community reorganization revealed by contrasting species trajectories. This study indicates that hydrological tolerance indices can predict climate responses, providing a foundation for adaptive conservation strategies crucial for these restricted ecosystems within the Atlantic Forest.

**Keywords:** Forest Dynamics; Araucaria Forest; Environmental Heterogeneity.