

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

FELIPE DOMINGOS MACHADO

**FOGO, CLIMA E HUMANOS: O que mais influenciou a densidade da madeira da
Floresta Ombrófila Mista ao longo do Holoceno**

**LAGES
2021
FELIPE DOMINGOS MACHADO**

**FOGO, CLIMA E HUMANOS: O que mais influenciou a densidade da madeira da
Floresta Ombrófila Mista ao longo do Holoceno**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Pedro Higuchi

LAGES

2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Machado, Felipe Domingos
FOGO, CLIMA E HUMANOS : O que mais influenciou a densidade da madeira da Floresta Ombrófila Mista ao longo do Holoceno? / Felipe Domingos Machado. -- 2021.
66 p.

Orientador: Pedro Higuchi
Coorientador: Ana Carolina Silva
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2021.

1. Ecologia Histórica. 2. Floresta com Araucárias. 3. Holoceno. 4. Atributos Funcionais. 5. Clima Pretérito. I. Higuchi, Pedro. II. Silva, Ana Carolina. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Titulo.

BANCA EXAMINADORA

Doutor Pedro Higuchi
Universidade do Estado de Santa Catarina

Doutor Adelar Mantovani
Universidade do Estado de Santa Catarina

Doutor Eduardo Luís Hettwer Giehl
Universidade Federal de Santa Catarina

Doutor Marcelo Callegari Scipioni
Universidade Federal de Santa Catarina

Lages, 22 de fevereiro de 2021

Dedico este trabalho aos meus pais. Com
Amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram com a realização deste trabalho.

Ao meu professor orientador Pedro Higuchi, pela paciência, pela clareza de ideias e pelas conversas. Muito obrigado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por apoiar a pesquisa brasileira.

A UDESC pelo ensino e trabalho de qualidade.

Aos meus familiares pelo apoio e amor.

RESUMO

Ao longo do Holoceno, a composição florística da Floresta Ombrófila Mista (FOM) foi fortemente influenciada pelo clima e por atividades antropogênicas. No entanto, ainda existem lacunas sobre como estes elementos influenciaram a composição funcional dessa floresta. Considerando a relevância da densidade da madeira como um traço funcional de espécies arbóreas, objetivou-se estimar os valores médios deste atributo funcional para áreas de FOM ao longo do Holoceno, com o propósito de explorar as possíveis influências do clima, do fogo e de ameríndios pré-colombianos sobre este traço funcional. Foram obtidos dados de: i) pólens fossilizados de seis localidades; ii) densidade da madeira (DM) de espécies arbóreas; iii) ocorrência de paleofogo; iv) paleoclima regional (temperatura média diária e precipitação média anual); e v) histórico de presença humana na região. Os dados foram analisados por meio do R, aplicando-se técnicas de Análise de Séries Temporais e Modelos Aditivos Generalizados Mistos (GAMM). Para verificar quais fatores influenciaram os valores de densidade da madeira ao longo do tempo modelos foram testados usando um fator isolado ou a combinação entre eles (Tempo, Fogo, Tradição Ameríndia e Clima). Os valores de densidade da madeira apresentaram alterações significativas ao longo do tempo. A combinação entre os fatores Fogo + Tradição Ameríndia ($R^2 = 0,10$, $p = 0,01$) foi o que melhor explicou a variação da densidade da madeira ao longo do Holoceno.

Palavras-chave: Ecologia Histórica, Floresta com Araucárias, Holoceno, Atributos Funcionais, Clima Pretérito, Povos Indígenas.

ABSTRACT

Throughout the Holocene, the floristic composition of the Mixed Ombrophilous Forest (MOF) was strongly influenced by the climate and anthropogenic activities. However, there are still gaps on how these elements influenced the functional composition of this forest. Considering the relevance of wood density as a functional trait of tree species, the objective was to estimate the average values of this functional attribute for MOF areas throughout the Holocene, with the purpose of exploring the possible influences of climate, fire and Amerindians pre-Columbian people on this functional trait. Data were obtained from: i) fossilized pollens from six locations; ii) wood density (WD) of tree species; iii) occurrence of paleofire; iv) regional paleoclimate (daily temperature average and annual precipitation average); and v) human presence historic in the region. The data were analyzed using the R, applying Time Series Analysis techniques and Generalized Additive Mixed Models (GAMM). To verify which factors influenced the wood density values over time, models were tested either using a single factor or a combination of them (Time, Fire, Amerindian Tradition, and Climate). The combination of Fire + Amerindian Tradition ($R^2 = 0.10$, $p = 0.01$) best explained the variation in wood density over the Holocene.

Keywords: Historical Ecology, Araucaria Forest, Holocene, Functional Attributes, Past Weather, Indigenous People.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Corte da Tabela Estratigráfica Internacional, revisada pela Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS). Era Cenozóica. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2. Cobertura original da Mata Atlântica..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3. Crescimento da Floresta Ombrófila Mista associada com povos indígenas ao longo do tempo **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4. Grão de pólen: A) Araucaria angustifolia; B) Mimosa scabrella..... **Erro!**
Indicador não definido.
- Figura 5. Região utilizada para dinâmica do padrão vegetacional**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 6. Valores médios de densidade da madeira (g.cm^{-3}) para as comunidades (CWM), ao longo do Holoceno, estimadas a partir de dados palinológicos, para a região planáltica do Sul do Brasil (A –Morro da Igreja; B – Serra da Boa Vista; C –Serra dos Campos Gerais; e D – Serra do Rio do Rastro). Linha rosa: período de predominância de povos ameríndios da tradição Umbu; Linha amarela: predominância de povos ameríndios da tradição Jê; Linha azul, dentro de envelope da mesma cor: tendência temporal, com respectivo intervalo de confiança (95%); Linha pontilhada vermelha: ponto de mudança (changepoint) das propriedades estatísticas de média e variância das séries temporais **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 7. Valores padronizados de concentração de carvão (A), média da precipitação diária (B) e média da temperatura anual (C), ao longo do Holoceno, para a região planáltica do Sul do Brasil. Linha rosa: período de predominância de povos ameríndios da tradição Umbu; Linha amarela: período de predominância de povos ameríndios da tradição Jê; Linha azul, dentro de envelope da mesma cor: tendência temporal, com respectivo intervalo de confiança (95%); Linha pontilhada vermelha: ponto de mudança (changepoint) das propriedades estatísticas de média e variância das séries temporais. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 8. Efeito $s(x)$ da relação entre o tempo (Year) e a incidência de fogo (Standardized Fire), em função da Tradição Ameríndia Jê (A) ($p < 0.001$) e Umbu (B) ($p = 0,268$), conforme estimativas do modelo GAMM ajustado (Modelo 4), para áreas planálticas do Sul do Brasil, ao longo do Holoceno **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelos Aditivos Generalizados Mistos (GAMM), ordenados pelo Critério de Informação de Akaike (AIC), testando as diferentes hipóteses sobre o impacto dos fatores analisados (Clima, fogo, tradição cultural ameríndia) sobre os valores médios (CWM) de densidade da madeira ao longo do Holoceno, para a região planáltica do Sul do Brasil.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Termos suavizados do Modelo 4 (Tradição Ameríndia x Fogo) e os seus efeitos sobre a densidade da madeira para áreas planálticas do Sul do Brasil, ao longo do Holoceno..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFFT – Araucaria Forest Functional Traits

AIC – Critério de Akaike

AP – Antes do Presente

°C – Graus Celsius

CWM - Média Ponderada da Comunidade

DNA – Ácido desoxirribonucleico

FOM – Floresta Ombrófila Mista

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

ICS – International Commission on Stratigraphy

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO Erro! Indicador não definido.
2. REVISÃO DE LITERATURA Erro! Indicador não definido.
 - 2.1. HOLOCENO Erro! Indicador não definido.
 - 2.2. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA Erro! Indicador não definido.
 - 2.3. HUMANOS NA REGIÃO Erro! Indicador não definido.
 - 2.4. FOGO Erro! Indicador não definido.
 - 2.5. ESTRUTURA FUNCIONAL Erro! Indicador não definido.
 - 2.6. FÓSSEIS DE PÓLEN Erro! Indicador não definido.
3. MATERIAIS E MÉTODOS Erro! Indicador não definido.
 - 3.1. ÁREA DE ESTUDO Erro! Indicador não definido.
 - 3.2. RECONSTRUÇÃO DA COMPOSIÇÃO FUNCIONAL AO LONGO DO HOLOCENO (11.700 ANOS AP – PRESENTE) Erro! Indicador não definido.
 - 3.3. PALEOFOGO Erro! Indicador não definido.
 - 3.4. PALEOCLIMA Erro! Indicador não definido.
 - 3.5. TRADIÇÃO CULTURAL AMERÍNDIA Erro! Indicador não definido.
 - 3.6. ANÁLISE DE DADOS Erro! Indicador não definido.
4. RESULTADOS Erro! Indicador não definido.
5. DISCUSSÃO Erro! Indicador não definido.
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS Erro! Indicador não definido.
7. REFERÊNCIAS Erro! Indicador não definido.
8. ANEXOS Erro! Indicador não definido.