

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE
MESTRADO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE MADEIRAS HISTÓRICAS EM
CONSTRUÇÕES RURAIS E A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NA MATA
ATLÂNTICA CATARINENSE**

**STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF HISTORIC WOOD IN RURAL
CONSTRUCTIONS AND THE CONSERVATION OF BEES IN THE ATLANTIC
FOREST OF CATARINENSE**

**CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HISTÓRICA EN
CONSTRUCCIONES RURALES Y LA CONSERVACIÓN DE LAS ABEJAS EN
EL BOSQUE ATLÁNTICO CATARINENSE**

ANDRESSA KARINE GOLINSKI DOS SANTOS

Joinville – SC

2024

ANDRESSA KARINE GOLINSKI DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE MADEIRAS HISTÓRICAS EM
CONSTRUÇÕES RURAIS E A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NA MATA
ATLÂNTICA CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente, Mestrado em Saúde e Meio Ambiente, da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente. Orientador: Professor Doutor João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Co-orientadora: Professora Doutora Denise Monique Dubet da Silva Mougá.

Joinville – SC

2024

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

S237c	Santos, Andressa Karine Golinski dos Caracterização estrutural de madeiras históricas em construções rurais e a conservação de abelhas na Mata Atlântica catarinense / Andressa Karine Golinski dos Santos; orientador Dr. João Carlos Ferreira de Melo Júnior; coorientadora: Dra. Denise Monique Dubet da Silva Mougá. – Joinville: UNIVILLE, 2024. 43 f.: il. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da Região de Joinville) 1. Abelhas - Ninhos. 2. Madeira - Anatomia. 3. Mata Atlântica. I. Melo Júnior, João Carlos Ferreira de (orient.). II. Mougá, Denise Monique Dubet da Silva (coorient.). III. Título. CDD 595.799
-------	---

Elaborada por Saionara Soares Mariano – CRB-14/1415

Termo de Aprovação

“Caracterização Estrutural de Madeiras Históricas em Construções Rurais e a Conservação de Abelhas na Mata Atlântica Catarinense”

por

Andressa Karine Golinski dos Santos

Banca Examinadora:

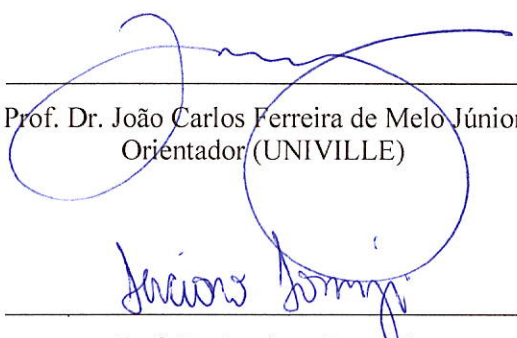
Prof. Dr. João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Orientador (UNIVILLE)

Profa. Dra. Denise Monique Dubet da Silva Mouga
Coorientadora (UNIVILLE)

Prof. Dr. Enderlei Dec
(IFSC)

Prof. Dr. Celso Voos Vieira
(UNIVILLE)

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestra em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.



Prof. Dr. João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Orientador (UNIVILLE)

Prof. Dr. Luciano Lorenzi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

Joinville, 29 de fevereiro de 2024

APRESENTAÇÃO

A manutenção da fauna nos ecossistemas é dependente do equilíbrio de suas necessidades ecológicas, como alimento, abrigo e materiais para construção de ninho, e precisam estar disponíveis dentro da sua área de vida (Menz et al., 2011). Dentre vários fatores que reduzem as áreas naturais de floresta, está o uso da madeira pelo homem, como recurso combustível e matéria-prima de construção para a maioria dos povos (Brito, 2007; Meira et al., 2019), o que resulta na redução da disponibilidade desse recurso para diversas espécies da fauna. Várias espécies de vespas, abelhas e outros animais fazem uso de cavidades preexistentes no lenho das árvores ou as escavam para nidificar (Morato & Martins, 2006). Segundo Kerr et al., (2005), cerca de 300 a 350 espécies de todas as abelhas vivem em ocos de árvores e grande parte de seus ninhos são destruídos nos desmatamentos.

O município de Joinville está situado no bioma Mata Atlântica e tem uma ampla área rural, nas quais casas e ranchos ainda mantêm preservadas madeiras retiradas da mata primária, que os colonizadores europeus utilizaram para construir seus abrigos e ferramentas. Estudos realizados por Melo-Júnior (2011; 2012) mostram que as árvores utilizadas nas edificações históricas eram possivelmente coletadas nas áreas florestais circundantes à localização das edificações, já que as espécies de árvores identificadas são comuns nas formações da Floresta Atlântica, com destaque ao uso de *Ocotea* sp. (Lauraceae) e *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). Sendo assim, as abelhas que constroem seu ninho em árvores tiveram seus recursos para construção do ninho e habitat reduzido, e reencontram o recurso nas madeiras de uso cultural. Dentre as espécies de abelhas que fazem ninhos em madeira, há as chamadas abelhas carpinteiras que, no entanto, estão citadas entre os principais agentes bióticos de deterioração das madeiras (Cavalcante, 1982), demonstrando que, atualmente, não estão sendo protegidas e que as construções remanescentes têm importância desconhecida como recurso eficaz para essas espécies construírem seus ninhos.

Não há trabalhos que correlacionem as características anatômicas do lenho das espécies arbóreas utilizadas em construção humana e que são utilizadas pelas abelhas para construção dos seus ninhos. Em Santa Catarina, não se tem registro de estudos de levantamento ou de bionomia que verifiquem as árvores utilizadas pelas abelhas nidificantes em madeira para nidificação em ambientes naturais nem em madeiras de

construções humanas, tornando-se este fato uma lacuna de informações referente à bionomia, distribuição e abundância dessas espécies. Diante destes fatos questiona-se:

Quais espécies arbóreas são utilizadas como recurso para a nidificação de abelhas em construções humanas históricas na Mata Atlântica em Joinville?

Quais características anatômicas da madeira influenciam as espécies de abelhas na escolha da madeira como substrato de nidificação?

Qual a importância, para as abelhas, das madeiras preservadas nas edificações históricas?

A presente dissertação está organizada em um artigo, intitulado: “A estrutura do lenho pode prever a nidificação de abelhas na Mata Atlântica?”, que tem como propósito identificar taxonomicamente as madeiras construtivas utilizadas pelas abelhas como substrato de nidificação, analisar quantitativamente e qualitativamente as características anatômicas do lenho das espécies arbóreas utilizadas como substrato de nidificação pelas abelhas em construções do século XIX na área rural, existentes na área de domínio da Mata Atlântica no município de Joinville, e atende ao periódico *Sociobiology*.

RESUMO

As abelhas, polinizadoras de táxons de áreas naturais e cultivadas, importam para a sociedade humana, e dependem de substrato para nidificar. Visou-se identificar as espécies de madeiras utilizadas em 3 construções rurais no estado de Santa Catarina, em Mata Atlântica, e analisar quais os atributos anatômicos da madeira influam na nidificação de abelhas. Foram coletadas amostras de madeiras onde ninhos de abelhas foram observados. As madeiras foram preparadas, identificadas e observados seus atributos anatômicos. Foram aplicados a análise dos componentes principais e o teste t de Student, com $\alpha \leq 0,05$. Foram identificadas duas espécies de abelhas: *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) (Euglossini) e *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Xylocopini). *E. violacea* somou 43 ninhos, nas espécies: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Nectandra/Ocotea* sp.4 (Lauraceae). Foi verificado *E. violacea* escavando o orifício do seu ninho desde o início da construção. *X. frontalis* somou seis ninhos, no morfotipo *Nectandra/Ocotea* sp. 2. e *Nectandra/Ocotea* sp. 3. A análise de componentes principais mostrou, para os atributos da madeira, que os componentes 1,2 e 3 explicaram 64.67% da variância do conjunto de dados, sendo que o componente principal 1 explicou 29.11% (diâmetro e frequência dos elementos de vasos), o componente principal 2 21.0% (comprimento dos elementos de vaso e altura do raio) e o componente principal 3 14.55% (comprimento da fibra e diâmetro do lúmen). Os atributos relacionados aos elementos de vasos foram os mais influentes na nidificação de abelhas em madeiras.

Palavras-chave: anatomia da madeira, *Eufriesea*, *Xylocopa*, madeiras históricas, ninhos.

ABSTRACT

Bees, pollinators of taxa in natural and cultivated areas, are important to human society and depend on substrate for nesting. The aim of this work was to identify the wood species used in rural constructions in Santa Catarina State, in the Atlantic Forest, and to analyze which anatomical attributes of wood influence bee nesting. Samples were collected from wood where bee nests were observed. The wood was prepared, identified and its anatomical attributes observed. Principal component analysis and Student's t test were applied, with $\alpha \leq 0.05$. Two species of bees were identified: *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) (Euglossini) and *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Xylocopini). *E. violacea* totaled 43 nests, in the species: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Nectandra/Ocotea* sp.4 (Lauraceae). *E. violacea* was found excavating its nest hole from the beginning of construction. *X. frontalis* had six nests, in the morphotype *Nectandra/Ocotea* sp. 2. and *Nectandra/Ocotea* sp. 3. Principal component analysis showed, for wood attributes, that components 1,2 and 3 explained 64.67% of the variance of the data set, with main component 1 explaining 29.11% (diameter and frequency of vessel elements), the main component 2 21.0% (vessel element length and radius height) and the main component 3 14.55% (fiber length and lumen diameter). Attributes related to vessel elements were the most influential in bee nesting in wood.

Key words : wood anatomy, *Eufriesea*, *Xylocopa*, historic woods, nests.

RESUMEN

Las abejas, polinizadores de taxones en áreas naturales y cultivadas, son importantes para la sociedad humana y dependen del sustrato para anidar. El objetivo fue identificar las especies de madera utilizadas en las construcciones rurales del estado de Santa Catarina, en la Mata Atlántica, y analizar qué atributos anatómicos de la madera influyen en la anidación de las abejas. Se recolectaron muestras de madera donde se observaron nidos de abejas. La madera fue preparada, identificada y observada sus atributos anatómicos. Se aplicó análisis de componentes principales y prueba t de Student, con $\alpha \leq 0,05$. Se identificaron dos especies de abejas: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Nectandra/Ocotea* sp.4 (Lauraceae). *E. violacea* fue encontrada excavando su nido desde el inicio de la construcción. *X. frontalis* tuvo seis nidos, en el morfotipo *Nectandra/Ocotea* sp. 2. y *Nectandra/Ocotea* sp. 3. El análisis de componentes principales mostró, para los atributos de la madera, que los componentes 1, 2 y 3 explicaron el 64,67% de la varianza del conjunto de datos, con el componente principal 1 explicando el 29,11% (diámetro y frecuencia de los elementos de la vasija), el componente principal 2 21,0 % (longitud del elemento del vaso y altura del radio) y el componente principal 3 14,55% (longitud de la fibra y diámetro del lumen). Los atributos relacionados con los elementos de las vasijas fueron los más influyentes en la anidación de las abejas en la madera.

Palabras clave: anatomía de la madera, *Eufriesea*, *Xylocopa*, maderas históricas, nidos.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1: Localização das áreas de coleta das amostras de madeira e observações do comportamento das abelhas no Estado de Santa Catarina.....	24
Figura 2: Edificações rurais utilizadas para coleta das amostras de madeira e observações do comportamento das abelhas no Estado de Santa Catarina.....	25
Figura 3: Registros de <i>Eufriesea violacea</i> , ninhos e material de escavação dos ninhos.....	30
Figura 4: Registros de <i>Xylocopa frontalis</i> , material de escavação dos ninhos e células de cria.....	31
Figura 5: Análise de componentes principais dos atributos anatômicos das madeiras utilizadas na nidificação de <i>Eufriesea violacea</i> e <i>Xylocopa frontalis</i>	33

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Identificação taxonômica das madeiras históricas em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.....	38
Tabela 2 – Caracterização dos atributos anatômicos quantitativos de diagnose das madeiras históricas utilizadas na nidificação de abelhas em paisagem rural da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina.....	39
Tabela 3 – Distribuição dos ninhos de <i>Eufriesea violacea</i> e <i>Xylocopa frontalis</i> por espécie de madeiras históricas em paisagem rural da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina.	31
Tabela 4 – Médias, desvios-padrão e componentes principais dos atributos anatômicos da madeira das espécies utilizadas na nidificação <i>Eufriesea violacea</i> e <i>Xylocopa frontalis</i> em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.....	32
Tabela 5 - Componentes principais dos atributos anatômicos da madeira das espécies utilizadas na nidificação <i>Eufriesea violacea</i> e <i>Xylocopa frontalis</i> em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IAWA - Associação Internacional de Anatomistas de Madeira

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PIB – Produto Interno Bruto

SC – Santa Catarina

WWF – Word Wildlife Fund

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
RESUMEN	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 1 - A ESTRUTURA DO LENHO PODE PREDIZER A NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS NA MATA ATLÂNTICA?	20
RESUMO	20
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3. RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6. REFERÊNCIAS.....	38

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é reconhecido mundialmente pela sua riqueza em biodiversidade, abrigada em diversos biomas, como a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, o Pantanal, a Caatinga e o Pampa. A redução dos remanescentes florestais dos biomas brasileiros vem alterando a paisagem numa velocidade acelerada, prejudicando o habitat de muitos organismos, modificando o equilíbrio das relações ecológicas, transformando a estrutura das florestas e interferindo diretamente na qualidade de vida da sociedade humana (World Wildlife Fund [WWF-Brasil], 2021).

Os bens e serviços disponibilizados pela natureza exercem influência fundamental sobre a vida humana e o funcionamento dos ecossistemas em nosso planeta. Os recursos naturais desempenham um papel central na sustentabilidade da vida na Terra, afetando a sociedade, a economia e o meio ambiente Pereira et al., (2017). Os bens e serviços disponibilizados pela natureza atuam, direta e indiretamente, no bem-estar humano quando combinados com os bens e serviços humanos, ou seja, não existe bem-estar humano sem o capital natural, sendo este insubstituível (Costanza et al., 1997).

Dentre os biomas brasileiros, destaca-se a Mata Atlântica, caracterizada por formações florestais com fitofisionomias (Martins et al., 2021). De acordo com Ayres et al., (2005), a degradação das florestas tropicais representa um grande prejuízo ambiental para a sociedade, sendo essas áreas detentoras da maior diversidade biológica no mundo. A Mata Atlântica é um *hotspot* da biodiversidade e ocupa cerca de 13% do território brasileiro (Coutinho, 2016). É o bioma mais ameaçado do Brasil, com apenas 7% da cobertura original humana (World Wildlife Fund [WWF-Brasil], 2021). sendo que a maior parte dos remanescentes da Mata Atlântica estão em terras privadas e fragmentadas e as áreas protegidas cobrem cerca de 10,88% (Rambaldi & Oliveira, 2003; Tabarelli et al., 2005). Aproximadamente 72% da população brasileira vivem na área de domínio da Mata Atlântica, concentrando 70% do PIB nacional (Sarlet & Fensterseifer, 2022).

A qualidade e a integridade dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, considerando a riqueza de espécies vegetais, a sua organização comunitária, a manutenção da estratificação florestal e as redes de interações bióticas são relevantes não somente para a conservação da biodiversidade, mas também para a manutenção e a oferta de diversos serviços ecossistêmicos delas decorrentes (Rodrigues et al., 2009).

Dentre esses serviços, as síndromes de polinização estão entre as relações ecológicas mais importantes para a manutenção do fluxo gênico entre as espécies

botânicas e a produção de alimentos (Botsch et al., 2017; Gonçalves et al., 2021). Cerca de 70% das plantas utilizadas na produção de alimentos dependem da polinização (Cunha et al., 2014). A polinização é crucial para muitas culturas agrícolas, além de contribuir para a conservação da biodiversidade vegetal (Moritz et al., 2010). Klein et al., (2007) sugerem que 33% da alimentação humana dependem em algum grau das plantas cultivadas e polinizadas por animais.

Em termos globais, os serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores foram estimados por Porto et al., (2020) entre US\$ 195-387 bilhões. Considerando os valores econômicos, Freitas e Imperatriz-Fonseca (2005) estimaram que a polinização por insetos na América do Sul tem um valor equivalente a € 11,6 bilhões. Giannini et al., (2015) estimaram que, só no Brasil, a polinização tem um valor anual de US\$ 12 bilhões de dólares, totalizando em 30% da renda agrícola anual total das culturas dependentes.

Dentro do grupo dos polinizadores, as abelhas são um dos grupos mais expressivos (Silveira et al., 2002; Ramalho, 2004; Klein et al., 2007). Para Roubik (1995), as abelhas são os mais importantes fornecedores de serviços de polinização biótica do mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [FAO] (2013), estima-se que 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha.

Abelhas são consideradas um grupo de mantenedoras da biodiversidade através dos serviços prestados às comunidades florísticas de todo o mundo via polinização (Rêgo & Albuquerque, 2007; Silva & Paz, 2012; Ollerton, 2017; Agostini et al., 2023). Assim, também são bioindicadoras da qualidade ambiental (Palazuelos, 2008). Segundo Goulson et al., (2015), somente as questões relacionadas à segurança alimentar ultrapassam a importância dos serviços prestados pelas abelhas. As abelhas reúnem cerca de 20.000 espécies, distribuídas praticamente em toda parte do mundo (Ascher & Pickering, 2020). Estão atualmente listados 1.831 nomes considerados válidos para as espécies de ocorrência conhecida no Brasil (Rafael et al., 2012) e cerca de 85 % são solitárias (Michener, 2007). Dessas, a maioria nidifica em cavidades preexistentes ou escavam seus ninhos em madeira morta (Triplehorn & Johnson, 2016). O sucesso das abelhas na polinização depende não só dos recursos florais disponíveis (pólen, néctar, resinas, óleos aromáticos) (Ribeiro et al., 2008) mas, também, de recursos para a construção de seus ninhos (Eltz et al., 2005; Menz et al., 2011).

As árvores vão além da fonte de forrageiro, sendo a madeira também fonte de substrato para a construção dos ninhos de diversas espécies de abelhas (Benevides et al.,

2009). Por outro lado, conforme o avanço das civilizações, as florestas foram reduzidas pelo corte seletivo de árvores e, consequentemente, esse substrato se torna cada vez mais escasso, aumentando a competição por habitat de diversas espécies de abelhas. Melo-Júnior (2012) mostra que diferentes espécies de madeiras foram utilizadas na construção de diferentes edificações e espécies botânicas das florestas, em estruturas arquitetônicas na região nordeste de Santa Catarina. Dessa forma, a preservação de construções antrópicas antigas, construídas com madeiras nativas oriundas do entorno das propriedades, pode ser uma alternativa importante para a permanência desse grupo de polinizadores, próximos às áreas agrícolas e próximos aos remanescentes florestais.

Neste sentido, nota-se a importância da manutenção de áreas naturais ou artificiais nas propriedades rurais, para a maior qualidade da produção agrícola, pela oferta de cavidades para nidificação de abelhas e consequente polinização (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010).

Estudos sobre a melitofilia e a nidificação artificial vêm sendo amplamente realizados (Freitas & Oliveira Filho, 2003; Pereira & Garófalo, 2010), mas pouco é conhecido sobre a relação entre a espécie arbórea, o local de nidificação e as relações ecológicas. Cortopassi-Laurino et al., (2009), em um trabalho de revisão bibliográfica, mostram que grande parte das abelhas nidifica no interior das florestas, em árvores vivas ou mortas, em árvores cuja madeira que varia de densidade baixa a alta. Algumas espécies de abelhas utilizam cavidades preexistentes em madeira seca ou, ainda, em plantas vivas, como substrato para a implantação dos seus ninhos (Hurd & Moure, 1963).

Dados sobre a nidificação e o comportamento de abelhas ainda são escassos para espécies nativas (Moure et al., 2007). Os padrões de nidificação são bastante variados e característicos em nível de família ou gênero, incluindo-se no conhecimento sobre a bionomia e têm importância descritiva nos dispositivos legais de proteção às abelhas e na avaliação do status de conservação das espécies (Silveira et al., 2002).

Segundo Menz et al., (2011), para que a fauna de um local se mantenha em equilíbrio, suas necessidades ecológicas, como alimento, abrigo e materiais para construção de ninho, precisam estar disponíveis dentro da sua área de vida. Em oposição, dentre os vários fatores que resultam na redução das áreas naturais de floresta, o uso da madeira pelo homem, como recurso combustível e matéria-prima de construção para a maioria dos povos (Brito, 2007; Meira et al., 2019) resulta na redução da disponibilidade desses recursos para diversas espécies da fauna, trazendo problemas de baixa diversidade genética e endogamia nessas populações (Kerr, 1996). Várias espécies de vespas, abelhas

e outros animais fazem uso de cavidades preexistentes no lenho das árvores ou as escavam para nidificar (Morato & Martins, 2006), Segundo Kerr et al., (2005), cerca de 300 a 350 espécies de todas as abelhas vivem em ocos de árvores e grande parte de seus ninhos são destruídos nos desmatamentos, sendo fundamental conhecer as relações ecológicas para a conservação desse grupo de polinizadores.

O município de Joinville está situado no bioma Mata Atlântica e tem uma ampla área rural, na qual casas e ranchos ainda mantêm preservadas madeiras retiradas da mata primária, que os colonizadores europeus utilizaram para construir seus abrigos e ferramentas. Estudos realizados por Melo-Júnior (2011; 2012) mostram que as madeiras para a construção eram possivelmente coletadas nas áreas florestais circundantes à localização das edificações históricas, já que as espécies de árvores identificadas são comuns nas formações da Floresta Atlântica, com destaque ao uso de *Ocotea* sp. (Lauraceae) e *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). Sendo assim, as abelhas nidificantes em árvores tiveram seus recursos para construção de ninho e habitat reduzidos, e reencontram o meio nas madeiras usadas em construção. As abelhas que nidificam em madeira, denominadas carpinteiras, estão citadas entre os principais agentes bióticos de deterioração das madeiras (Cavalcante, 1982), o que demonstra que, atualmente, não estão sendo protegidas nas edificações de madeira e que as construções remanescentes têm importância desconhecida como recurso eficaz para que essas espécies construam seus ninhos.

Não há trabalhos que correlacionem as características anatômicas do lenho das espécies arbóreas utilizadas em construção humana e que são utilizadas pelas abelhas para construção dos seus ninhos. Em Santa Catarina, não se tem registro de estudos de levantamento ou de bionomia que verifiquem as árvores utilizadas pelas abelhas que constroem seu ninho em madeira para nidificação em ambientes naturais nem em madeiras de construções humanas, tornando-se este fato uma lacuna de informações referente à bionomia, distribuição e abundância dessas espécies. Com o presente trabalho, pretende-se identificar as espécies arbóreas utilizadas nas construções, analisar quantitativamente e qualitativamente as características anatômicas do lenho das espécies arbóreas utilizadas como substrato de nidificação pelas abelhas em construções históricas existentes na área de domínio da Mata Atlântica no município de Joinville.

REFERÊNCIAS

- Agostini, K., Wolowski, M., Bergamo, P.J., Brito, V.L.G.D., Nunes, C. E. P., Pansarin, L. M., & Sazima, M. (2023). The contribution of the BIOTA/FAPESP Program to the knowledge on pollination and plant reproduction. *Biota Neotropica*, 22: e20221442.
- Alroy, J. (2017). Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 6056 – 6061.
- Ascher, J.S. & Pickering, J. (2020). Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), Obtido em: https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species&flags=HAS: (acessado em 8 julho de 2023).
- Ayres, J.M., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Queiroz, H.L., Pinto, L.P., Masterson, D. & Cavalcanti, R.B.N. (2005). Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 258 p.
- Benevides, C.R., Gaglianone, M.C. & Hoffmann, M. (2009). Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53 (3): 415-442.
- Botsch, J.C., Walter, S.T., Karubian, J., González, N., González, E.K. & Brosi, B.J. (2017). Impacts of forest fragmentation on orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) communities in the Chocó biodiversity hotspot of northwest Ecuador. *Journal of Insect Conservation*, 21: 633-643.
- Cavalcante, M. S. (1982). Deterioração biológica e preservação de madeiras. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 40 p.
- Cortopassi-Laurino, M., Alves, D.A. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2009). Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). *Mensagem Doce*, 100: 21-28.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253–260.
- Coutinho, L. (2016). Biomas brasileiros. São Paulo: Oficina de Textos, 28 p.
- Cunha, D.A., Dos Santos Nóbrega, M.A. & Junior, W.F.A. (2014). Insetos polinizadores em sistemas agrícolas. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 18: 185-194.
- Eltz, T., Sager, A. & Lunau, K. (2005). Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. *Journal of Comparative Physiology A*, 191: 575-581.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [FAO] (2013). FAO Statistical Year Book 2013: World food and agriculture. Rome: FAO, 356 p.

Brito, J.O. (2007). O uso energético da madeira. Estudos avançados, 21: 185-193.

Meira, R.B., Campi, D., Carelli, M.N. (2019). As árvores que não deixam ver a floresta: natureza, agricultura e propaganda imigrantista no Brasil e na Argentina nas exposições universais do século XIX. Estudos Ibero-Americanos, 45:154-168.

Freitas, B.M. & Oliveira Filho J. H. (2001). Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 96 p.

Freitas, B.M. & Oliveira-Filho, J.H. (2003). Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). Ciência Rural, 33: 1135-1139.

Freitas, B.M. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2005). A importância econômica da polinização. Revista Mensagem Doce, 80: 44-46.

Freitas, B.M., Imperatriz-Fonseca, V.L., Medina, L.M., Kleinert, A.M.P., Galetto, L., Nates-Parra, G. & Quezada-Euán, J.J.G. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. Apidologie, 40: 332 – 346.

Giannini, T.C., Cordeiro, G.D., Freitas, B.M., Saraiva, A.M. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2015). The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. Journal of Economic Entomology, 108 (3): 849-57. doi: 10.1093/jee/tov093.

Gonçalves, C., Passala, J., Santos, J.C. dos, Costa Vieira, C.M. da G. & Júnior, N.Z. (2021). Conscientização ambiental no âmbito escolar: a importância da polinização e o declínio dos agentes polinizadores pelo uso excessivo de inseticidas. Brazilian Journal of Development, 6: 58358-58375.

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & Rotheray, E.L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science, 347: 1-7.

Hurd, P.D. (1978). An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latr.) of the Western Hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae). Washington: Smithsonian Institution Press, 106 p.

Hurd, P.D. & Moure, J. S. (1963). A classification of the large carpenter bee (*Xylocopini*). University of California Publications in Entomology, 29: 1-365.

Imperatriz-Fonseca, V.L. & Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota Neotropica, 10 (4): 59-62.

Kerr, W.E. (1996). Tiúba: A abelha do Maranhão. São Luís: Editora da Universidade Federal do Maranhão, 156 p.

Kerr, W.E., Carvalho, G.A., Silva, A.C. & Assis, M.G.P. (2005). Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. Mensagem Doce, 80: 20-41.

- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 303–313.
- Martins, F., Weber, C., Neppel, G., Junqueira, M., Oliveira, R. & Cidade, F. (2021). Mata Atlântica: Da formação original à fragmentação e o atual estado de conservação em Santa Catarina. *Estrabão*, 2: 188-191.
- Melo Jr., J.C.F. (2011). Patrimônio em madeira: saberes tradicionais e arquitetura vegetal como subsídio à conservação da cultura material. *Revista Museu*, 1: 1-4.
- Melo Jr., J.C.F. (2012). Aspectos anatômicos de madeiras históricas do período colonial do nordeste de Santa Catarina: elementos para conservação do patrimônio cultural. *Revista Confluências Culturais*, 1: 70-84.
- Menz, M.H., Phillips, R.D., Winfree, R., Kremen, C., Aizen, M.A., Johnson, S.D. & Dixon, K.W. (2011) Reconectando plantas e polinizadores: desafios na restauração de mutualismos de polinização. *Tendências em Ciência Vegetal*, 16 (1): 04-12.
- Michener, C.D. (2007). *The bees of the world*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 913 p.
- Morato, P.F. & Martins, R.P. (2006). Uma visão geral dos fatores próximos que afetam o comportamento de nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) em cavidades preexistentes na madeira. *Neotropical Entomology*, 35: 285-298.
- Moritz, R.F.A., Miranda, J. de, Fries, I., Le Conte, Y., Neumann, P. & Paxton, R.J. (2010). Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, 41: 227-242.
- Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (2007) *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1058 p.
- Ollerton, J. (2017). Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48: 353-376.
- Palazuelos Ballivian, J.M.P. (2008) *Abelhas nativas sem ferrão*. São Leopoldo: Oikos, 128 p.
- Pereira, M., & Garófalo, C.A. (2010). Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis*, 14: 193-209.
- Pereira, A.C., da Silva, G.Z., & Carbonari, M.E.E. (2017). Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente. São Paulo: Saraiva Educação AS, 276 p.
- Porto, R.G., Almeida, R.F., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B.F., Peres, C.A. & Lopes, A.V. (2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Security*, 12: 1425-1442.

- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., & Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540: 220-229.
- Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S.A. & Constantino, R. (Eds.). (2012). *Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 810p.
- Ramalho, M., Batista, M.A. & Silva, M. (2004). *Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): uma associação estreita no semi-árido do Brasil tropical. *Entomologia Neotropical*, 33: 417-425.
- Rambaldi, D.M. & Oliveira, D.A.S. (2003). Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 510 p.
- Rêgo, M. & Albuquerque, P. (2007). Polinização do murici. São Luís: Editora da UFMA, 104 p.
- Ribeiro, E.K.M.D., Rêgo, M.M.C. & Machado, I.C.S. (2008). Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Botânica Brasílica*, 22 (1): 165-171.
- Rodrigues, R.R., Brancalion, P.H.S. & Isernhagem, I. (2009). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ ESALQ, 260 p.
- Roubik, D.W. (Ed.). (1995). Pollination of cultivated plants in the tropics (Vol. 118). Food & Agriculture Org, 196 p.
- Sakagami, S.F., & Laroca, S. (1971). Observations on the Bionomics of Some Neotropical Xylocopine Bees, with Comparative and Biofaunistic Notes (Hymenoptera, Anthophoridae). *Zoological Institute, Hokkaido University*, 18: 57-127.
- Sarlet, I.W. & Fensterseifer, T. (2022). A proteção constitucional do bioma da Mata Atlântica. São Paulo: Saraiva Educação AS, 138 p.
- Silva, W. P. & Paz, J.R.L. (2012) Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line*, 3: 146-152.
- Silva, C.I. da, Marchi, P., Aleixo, K.P., Nunes-Silva, B., Freitas, B. M., Garófalo, C.A. & Alves-dos-Santos, I. (2014). Manejo dos polinizadores e polinização de flores do maracujazeiro. São Paulo: USP, 64 p.
- Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. (2002). Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 253 p.
- Tabarelli, M., Pinto, L., Silva, J.M. da & Bede, L. (2005). Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1: 132-138.

Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. (2016). Estudo dos insetos. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning. 809 p.

World Wildlife Fund [WWF-Brasil] (2021). Mata Atlântica. Available at https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_mata_atl/bioma_mata_atl_ameacas/. Accessed on jun. 10 th 2023.

CAPÍTULO 1 - A ESTRUTURA DO LENHO PODE PREDIZER A NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS NA MATA ATLÂNTICA?

RESUMO

As abelhas, polinizadoras de táxons de áreas naturais e cultivadas, importam para a sociedade humana, e dependem de substrato para nidificar. Visou-se identificar as espécies de madeiras utilizadas em 3 construções rurais no estado de Santa Catarina, em Mata Atlântica, e analisar quais os atributos anatômicos da madeira influem na nidificação de abelhas. Foram coletadas amostras de madeiras onde ninhos de abelhas foram observados. As madeiras foram preparadas, identificadas e observados seus atributos anatômicos. Foram aplicados a análise dos componentes principais e o teste t de *Student*, com $\alpha \leq 0,05$. Foram identificadas duas espécies de abelhas: *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) (Euglossini) e *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Xylocopini). *E. violacea* somou 43 ninhos, nas espécies: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Nectandra/Ocotea* sp.4 (Lauraceae). Foi verificado *E. violacea* escavando o orifício do seu ninho desde o início da construção. *X. frontalis* somou seis ninhos, no morfotipo *Nectandra/Ocotea* sp. 2. e *Nectandra/Ocotea* sp. 3. A análise de componentes principais mostrou, para os atributos da madeira, que os componentes 1,2 e 3 explicaram 64.67% da variância do conjunto de dados, sendo que o componente principal 1 explicou 29.11% (diâmetro e frequência dos elementos de vasos), o componente principal 2 21.0% (comprimento dos elementos de vaso e altura do raio) e o componente principal 3 14.55% (comprimento da fibra e diâmetro do lúmen). Os atributos relacionados aos elementos de vasos foram os mais influentes na nidificação de abelhas em madeiras. Os registros aqui feitos sobre o comportamento de nidificação das duas espécies de abelhas acrescentam informações ao conhecimento sobre a bionomia desses táxons e podem contribuir para as tomadas de decisão no âmbito da proteção às abelhas e na avaliação do status de conservação dessas espécies, auxiliando na preservação da qualidade dos remanescentes florestais.

Palavras-chave: anatomia da madeira, *Eufriesea*, *Xylocopa*, madeiras históricas, ninhos.

ABSTRACT

Bees, pollinators of taxa in natural and cultivated areas, are important to human society and depend on substrate for nesting. The aim of this work was to identify the wood species used in rural constructions in Santa Catarina State, in the Atlantic Forest, and to analyze which anatomical attributes of wood influence bee nesting. Samples were collected from wood where bee nests were observed. The wood was prepared, identified and its anatomical attributes observed. Principal component analysis and Student's t test were applied, with $\alpha \leq 0.05$. Two species of bees were identified: *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) (Euglossini) and *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Xylocopini). *E. violacea* totaled 43 nests, in the species: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Nectandra/Ocotea* sp.4 (Lauraceae). *E. violacea* was found excavating its nest hole from the beginning of construction. *X. frontalis* had six nests, in the morphotype *Nectandra/Ocotea* sp. 2. and *Nectandra/Ocotea* sp. 3. Principal component analysis showed, for wood attributes, that components 1,2 and 3 explained 64.67% of the variance of the data set, with main component 1 explaining 29.11% (diameter and frequency of vessel elements), the main component 2 21.0% (vessel element length and radius height) and the main component 3 14.55% (fiber length and lumen diameter). Attributes related to vessel elements were the most influential in bee nesting in wood.

Key words : wood anatomy, *Eufriesea*, *Xylocopa*, historic woods, nests

1. INTRODUÇÃO

A manutenção da fauna nos ecossistemas é dependente do equilíbrio de suas necessidades ecológicas, tais como alimento, abrigo e materiais para construção de ninho, e precisam estar disponíveis dentro de sua área de vida (Menz et al., 2011). Dentre os fatores antrópicos que resultam na redução das áreas naturais e da disponibilidade de recursos para diversas espécies da fauna, destaca-se o uso histórico da madeira como recurso combustível matéria-prima destinada à construção (Brito, 2007; Meira et al., 2019).

As abelhas constituem cerca de 20.000 espécies, distribuídas praticamente em toda parte do mundo (Michener, 2007; Rafael et al., 2012; Ascher & Pickering, 2020). Grande parte destes insetos utilizam a madeira, viva ou morta, como substrato para a construção do ninho (Hurd & Moure, 1963; Morato & Martins, 2006; Michener, 2007; Rafael et al., 2012). Várias espécies de vespas, abelhas e outros animais fazem uso de cavidades preexistentes no lenho das árvores ou os escavam para nidificar (Morato & Martins, 2006). Estima-se que cerca de 300 a 350 espécies de todas as abelhas vivem em ocos de árvores e grande parte de seus ninhos são destruídos nos desmatamentos (Kerr et al., 2005). A maioria das espécies de abelhas nidifica em cavidades preexistentes ou escava seus ninhos em madeira morta (Michener, 2007; Rafael et al., 2012). Dentre os gêneros de abelhas que utilizam a madeira como substrato de nidificação, destaca-se o gênero *Xylocopa* (Latreille, 1802), que contabiliza 730 espécies no mundo e 52 espécies catalogadas para o Brasil (Hurd, 1978). Esse grupo é conhecido como mamangavas de toco ou abelhas carpinteiras, por escavar seus ninhos em madeira de árvores mortas ou vivas (Hurd & Moure, 1963). Ninhos dessas abelhas também podem ser escavados em estacas, postes de madeira e madeiras usadas em construções humanas (Sakagami & Laroca, 1971; Freitas & Oliveira Filho, 2001). As abelhas carpinteiras preferem escavar seu ninho e essa característica dificulta o estabelecimento e manejo desse grupo (Freitas & Oliveira-filho, 2003).

Do ponto de vista dos serviços ecossistêmicos, essas abelhas são responsáveis pela polinização de diversas espécies da flora em áreas naturais e cultivadas (Silva et al., 2014). A importância do serviço de polinização prestado pelas abelhas, para a manutenção da biodiversidade e a produção de alimento, é reconhecida em todo o mundo (Rêgo & Albuquerque, 2007; Benevides et al., 2009; Silva & Paz, 2012; Ollerton, 2017; Agostini, et al., 2023). O sucesso desses insetos na polinização depende não só dos recursos florais

disponíveis (pólen, néctar, resinas, óleos aromáticos) (Ribeiro et al., 2008) mas, também, de recursos para a construção de seus ninhos (Eltz et al., 2005; Menz et al., 2011). Desta forma, as árvores, para as abelhas, vão além da fonte de forrageiro, pois estes insetos encontram na madeira o substrato para a construção dos seus ninhos (Benevides et al., 2009).

Entretanto, conforme o avanço das civilizações, as florestas foram sendo reduzidas pelo corte seletivo de espécies de interesse madeireiro e, conseqüentemente, o substrato para nidificação se tornou cada vez mais escasso, aumentando a competição por habitat entre as diversas espécies de abelhas, causando danos a processos ecológicos essenciais à qualidade da dinâmica ambiental (Freitas et al., 2009; Potts et al., 2016; Alroy, 2017). As abelhas que utilizam árvores tiveram seus recursos para a construção do ninho e habitat reduzidos pela exploração madeireira, reencontrando-os, entretanto, em certa medida, nas madeiras utilizadas em construções humanas. Estudos sobre a melitofilia e a nidificação artificial vêm sendo amplamente realizados (Freitas & Oliveira Filho, 2003; Pereira & Garófalo, 2010) mas pouco é conhecido sobre a relação entre a espécie arbórea e o local de nidificação. Cortopassi-Laurino et al., (2009), em um trabalho de revisão bibliográfica, mostram que grande parte das abelhas nidifica no interior das florestas, em árvores vivas ou mortas, com madeiras que variam de densidade baixa a alta. Algumas espécies de abelhas utilizam cavidades preexistentes em madeira seca ou, ainda, em plantas vivas, como substrato para a implantação dos seus ninhos (Hurd & Moure, 1963).

Não há trabalhos que correlacionem as características anatômicas do lenho das espécies arbóreas utilizadas pelas abelhas para a construção de seus ninhos e, tampouco, que relacionem tais atributos estruturais à nidificação em madeiras presentes em edificações humanas as quais, de certa forma, assumem a posição de árvores talvez já escassas na natureza. Dados sobre a nidificação e o comportamento de abelhas ainda são escassos para espécies nativas (Moure et al., 2007). Os padrões de nidificação são bastante variados e característicos em nível de família ou gênero, incluindo-se no conhecimento sobre a bionomia, e têm importância descritiva nos dispositivos legais de proteção às abelhas e na avaliação do status de conservação das espécies (Silveira et al., 2002). Para a Mata Atlântica, não se tem registro de estudos de levantamento ou de bionomia que verifiquem as árvores utilizadas pelas abelhas não sociais para nidificação em ambientes naturais nem em madeiras de construções humanas, tornando-se este fato

uma lacuna de informações referente à bionomia, distribuição e abundância dessas espécies.

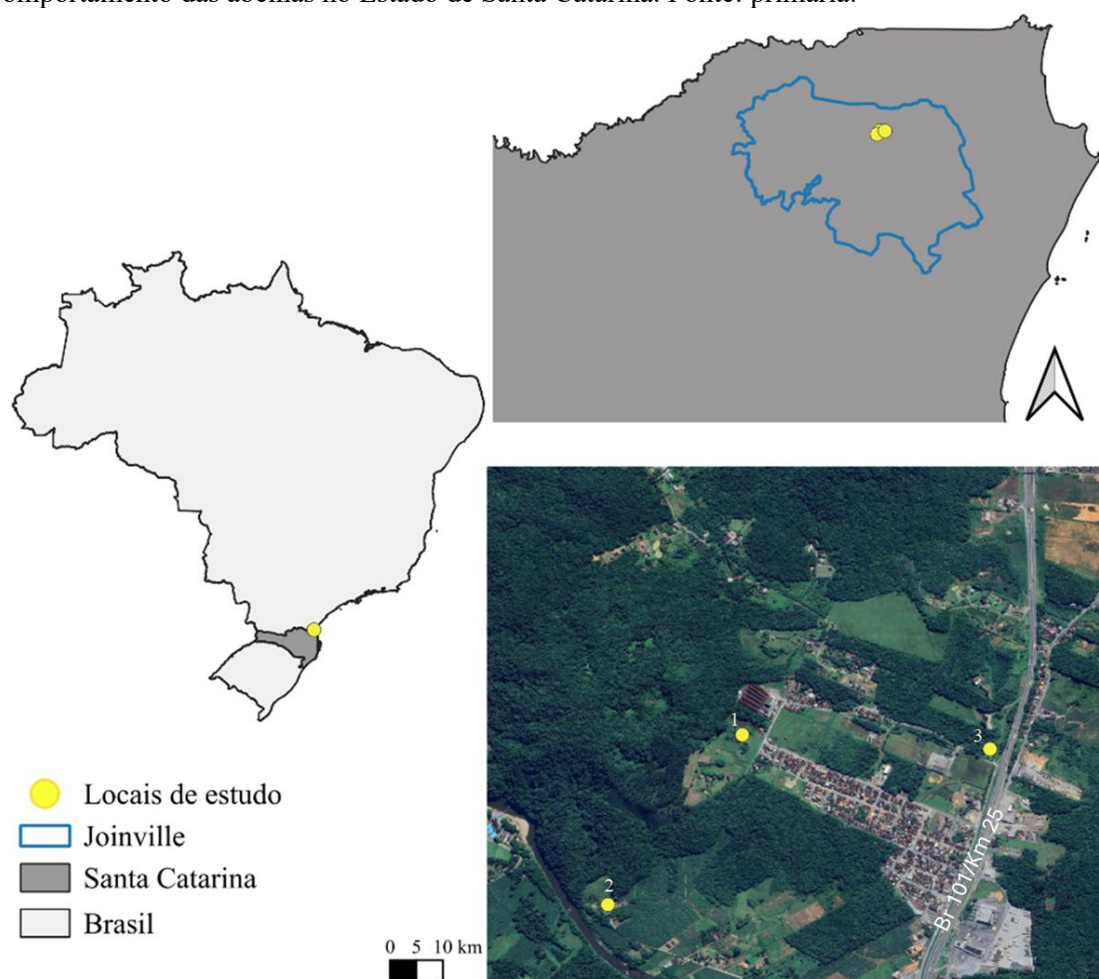
Assim, este trabalho visou identificar as espécies de madeiras utilizadas nas construções e analisar quais os atributos anatômicos da madeira presente em construções históricas em paisagem rural da Mata Atlântica que exercem influência na nidificação de abelhas, contribuindo com informações sobre a bionomia e a conservação da melissofauna nativa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O local de estudo situa-se no sul do Brasil, na região nordeste do Estado de Santa Catarina, área rural do município de Joinville (Figura 1), dentro do domínio do bioma da Mata Atlântica, com cobertura vegetal de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, de acordo com a classificação de Veloso et al., (1991). O clima, segundo Koeppen, é Cfa Subtropical (mesotérmico úmido, com verão quente), com temperatura média anual de 21,35°C (Leite et al., 2020), precipitação média anual de 2.200 mm (melo et al., 2015) e umidade relativa do ar média de 83 a 84% (melo & Oliveira 2019).

Figura 1: Localização das áreas de coleta das amostras de madeira e observações do comportamento das abelhas no Estado de Santa Catarina. Fonte: primária.



Legenda: Mapa de localização do município de Joinville-SC; Localização dos locais de estudo. 1= Propriedade A, 2= Propriedade B, 3= Propriedade C.

A cidade de Joinville é detentora de um valioso patrimônio arquitetônico representado por suas edificações históricas, construídas com a técnica enxaimel (Weimer, 1983), que remetem ao período de imigração e colonização. Além de casas, fazem parte desse conjunto arquitetônico histórico colonial ranchos em madeira utilizados para guardar ferramentas, equipamentos e abrigar animais. Neste trabalho, foram incluídos três ranchos coloniais, que ainda preservam suas peças originais, situados em três propriedades rurais (Figura 2): a Propriedade A (Figura 2:1), ($26^{\circ}10'57''S$ $48^{\circ}55'27''W$), altitude de 38 m, foi construída em 1949, com o objetivo de abrigar ferramentas e animais; a Propriedade B (Figura 2:2) ($26^{\circ}10'33''S$ $48^{\circ}55'09''W$), altitude de 37 m, foi construída em 1889, com objetivo de abrigar animais, ferramentas e produção de cachaça (alambique); a Propriedade C (Figura 2:3), ($26^{\circ}10'33''S$ $48^{\circ}54'36''W$), altitude

de 24 m, foi construída em 1879 com o objetivo de abrigar animais, ferramentas. As três edificações foram construídas com madeiras retiradas da floresta ao seu entorno e ainda estão sob posse da família original. As Propriedades A e B ainda mantêm atividade agrícola. As distâncias entre as propriedades são: A - B 917m, A - C 978m e B - C 1648. Estas estruturas, erguidas ao longo dos séculos XIX e XX, pela imigração europeia, predominantemente alemã, testemunham não apenas a riqueza da história local, mas também a importância da indústria madeireira na região e guardam testemunhos da biodiversidade madeireira local.

Figura 2: Edificações rurais utilizadas para coleta das amostras de madeira e observações do comportamento das abelhas no Estado de Santa Catarina. Fonte: primária.



Legenda: 1= Propriedade A, 2= Propriedade B, 3= Propriedade C.

Madeiras históricas: coleta, processamento, identificação anatômica e atributos anatômicos da madeira.

As amostras de madeira foram coletadas nas estruturas arquitetônicas (braço direito, caibro, pé direito, tábua, treliça, viga) onde foram observados ninhos de abelhas em atividade. Os pontos de coleta das amostras, nas estruturas construtivas, foram selecionados de modo a garantir a integridade estrutural das edificações.

As amostras foram coletadas com auxílio de serrote, formão e martelo nas estruturas arquitetônicas, sendo as amostras de dimensões reduzidas de modo a garantir a estabilidade estrutural e estética dos elementos arquitetônicos. As amostras foram coletadas com dimensões aproximadas de 8 cm³, o que garante tamanho adequado para a identificação. Cada amostra coletada recebeu um número em campo, o qual foi posteriormente substituído pelo número tombo em coleção de referência de madeiras históricas do Laboratório de Anatomia da Madeira da Univille.

Os corpos de prova foram amolecidos por cozimento em água glicerina 20% (Ferreirinha, 1958), foram seccionados em micrótomo de deslize com navalha do tipo C com espessura média de 15-30 µm nos planos transversal, longitudinal tangencial e

longitudinal radial. Após, foram clarificados com hipoclorito de sódio, lavados em água destilada, desidratados em série etanólica crescente, corados em Azul de Astra e Safranina hidroalcóolica, fixados em acetato de Butila e montados em lâminas histológicas permanentes com verniz vitral (acrilex) (Kraus & Arduin, 1997; Paiva et al., 2006). Material dissociado foi obtido com o uso de solução de Franklin e, posteriormente, montado em lâminas histológicas permanentes (McCracken & Johansen, 1940).

A descrição anatômica do lenho seguiu as recomendações e a terminologia da Iawa (1989). Atributos quantitativos do lenho, tais como comprimento dos elementos de vaso, diâmetro tangencial e frequência dos vasos, comprimento e diâmetro das fibras, espessura da parede das fibras e altura dos raios, foram mensurados em fotomicroscópio óptico Olympus Cx31 com N=30. As microfotografias foram obtidas em foto microscópio Olympus Cx31 com câmera Dino-Eye acoplada e software DinoCapture 2.0.

A identificação taxonômica se deu por método comparativo utilizando-se as coleções de referência da Xiloteca *Joinvillea* (JOIw) (Melo Júnior et al., 2014) e a base de dados Inside Wood (Wheeler, 2011) e literatura especializada (Iawa Comimittee, 1989; Mainieri & Chimelo, 1989). A validação dos nomes das espécies e respectivos autores foi realizada por consulta ao banco de dados Re flora 2023 (Flora Do Brasil, 2023).

A identificação a nível específico levou em consideração a distribuição geográfica dos gêneros identificados (Gasper et al., 2013, 2014; Flora Do Brasil, 2023; Giehl, 2024), dados históricos, comparações em coleção de referência com base no local de coleta de madeiras (Melo-Júnior et al., 2014), características morfológicas das árvores, principalmente altura, hábito e diâmetro do fuste, e dados dos levantamentos fitossociológicos produzidos para o Estado de SC (Gasper et al., 2013, 2014).

Abelhas: ninhos, comportamento e identificação

Os ninhos das abelhas foram procurados nas diferentes estruturas arquitetônicas das edificações e identificados pela atividade de entrada e saída da abelha do orifício nas madeiras. Foram numerados somente os ninhos ativos. Para a caracterização externa do ninho, foram tomadas as medidas de diâmetro da entrada e altura em relação ao chão.

Foram feitas observações visuais descritivas e registro fotográfico/ filmagens quanto ao comportamento de nidificação das abelhas referente a escavações e ocupações dos ninhos e foi coletado o material resultante da escavação de uma das espécies para investigar a presença de fragmentos de madeira. O material foi armazenado em

Eppendorf, congelado e analisado a partir de microscópio óptico (aumento de 400x). As abelhas foram coletadas com rede entomológica para identificação taxonômica e tombadas na CRABEU - Coleção de Referência do Laboratório de Abelhas da Univille.

O esforço amostral ocorreu nos meses de dezembro de 2022 e janeiro de 2023, totalizando 27 horas, distribuídas igualmente em cada uma das propriedades, no período entre as 09 horas e 16 horas, em dias ensolarados.

Análise estatística dos dados

A influência dos atributos anatômicos da madeira na escolha do local de instalação dos ninhos foi determinada pelo cruzamento entre os atributos quantitativos estruturais da madeira e a ocorrência/frequência de ninhos das espécies de abelhas identificadas. Para tanto, a determinação do atributo anatômico da madeira de maior influência na nidificação das abelhas foi dada por meio da análise de componentes principais (PCA). Os atributos de maior influência foram tomados para a posterior comparação de médias entre os grupos de árvores visitadas por cada espécie de abelha. Para tanto, em função da distribuição normal dos dados, foi utilizado o teste t de *Student*, com $\alpha \leq 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas em ambiente R (Borcard et al., 2011).

3. RESULTADOS

Madeiras: taxonomia e características anatômicas

Foram coletadas 29 amostras de madeiras nos diversos elementos arquitetônicos nas três edificações rurais. Chegou-se à identificação de cinco táxons, todas angiospermas pertencentes às famílias: *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae), *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Heisteria silvianii* Schwacke (Olacaceae), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), e quatro morfotipos pertencentes à família botânica Lauraceae (tabela 1). Todas as espécies têm ocorrência na Mata Atlântica de Santa Catarina, de acordo com Gasper et al., (2013, 2014), Flora do Brasil (2023) e Giehl (2023).

Tabela 1 – Identificação taxonômica das madeiras históricas em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

Família	Táxon	Estrutura Arquitetônica	Xiloteca
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	braço direito	JOIhw 247,248
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>	viga	JOIhw 240, 249, 263
Lauraceae	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.1	viga	JOIhw 244, 245, 259
	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.2	pé direito	JOIhw 360, 361, 365, 366
	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.3	pé direito	JOIhw 362, 363
	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.4	viga	JOIhw 236, 242, 246, 258 ,359, 364
Olacaceae	<i>Heisteria silvianii</i>	caibro, viga	JOIhw 238, 239
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	pé direito, treliça	JOIhw 241,243, 260
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	caibro, tábuas	JOIhw 237, 261,262,264

A partir da análise da anatomia da madeira (tabela 2), foi observado se a camada de crescimento está presente ou não e que o tipo de porosidade é difusa-porosa. Verificou-se o predomínio de agrupamentos de vasos solitários, que a espessura da parede da fibra varia de fina a muito espessa, que as placas de perfuração são simples ou escalariformes, que há cristais em todas as espécies. Entretanto, foram observadas características peculiares a cada amostra, que permitiram a sua diagnose conforme a tabela 2. Os atributos anatômicos quantitativos estão tabulados na tabela 4.

Tabela 2- Caracterização dos atributos anatômicos quantitativos de diagnose das madeiras históricas utilizadas na nidificação de abelhas em paisagem rural da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina.

Atributos da madeira	<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Maprounea guianensis</i>	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.	<i>Heisteria silvianii</i>	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	<i>Casearia sylvestris</i>
Camada de crescimento	ausente/ indistinto	distinto	distinto	ausente/ indistinto	ausente/ indistinto	ausente/ indistinto
Porosidade	difusa-porosa	difusa-porosa	difusa-porosa	difusa-porosa	difusa-porosa	difusa-porosa
Agrupamento dos vasos	solitários	solitário/ múltiplo de 2-4	solitário/ múltiplo de 2-4	solitários	solitários	solitários
Pontoações intervasculares	alterna	alterna	alterna	opostas	alterna	alterna
Espessura da parede da fibra	finas a espessas	muito espessas	muito espessas	finas a espessas	finas a espessas	finas a espessas
Placa de perfuração	simples	simples/ escalariforme	simples/ escalariforme	escalariformes	escalariformes	simples
Septo nas fibras	não septadas	não septadas	septadas	não septadas	não septadas	septadas

Parênquima axial	reticulado	difuso em agregados	vasicêntrico	difuso	difuso em agregados	ausente
Raio	unisseriados	unisseriados	2-3 seriado	unisseriados	unisseriados	4-8 seriados
Cristais	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Tilose	presente	ausente	presente	ausente	ausente	ausente
Células oleíferas	ausente	ausente	presente	ausente	ausente	ausente
Material consultado para comparação	InsideWood (JA.WOFE 477; CTFTw 9650). JOIw 101	InsideWood (FPAw 26942, UW 11187, UW 27).	JOIw 35; 197; 633; 720; 814; 1021).	InsideWood (Normand Fa44).	InsideWood (Tw 22420, Tw 23031).	InsideWood (JA.Wolfe 3828, MADw 11936, MADw 16434).

Abelhas

Foram identificadas duas espécies de abelhas nidificantes nas espécies de madeiras estudadas. São elas: *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) (Euglossini) (figura 2A) e *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Xylocopini) (figura 3A).

Eufriesea violacea

E. violacea (fig. 3) foi encontrada em 43 ninhos, distribuídos nas seguintes espécies de madeiras: *C. sylvestris*; *H. silvianii*, *M. guianensis*, *H. alchorneoides*, *C. brasiliense*, *Nectandra/ Ocotea* sp. Apresentou ninhos, com altura média em relação ao chão, de 2,15 m e diâmetro médio da entrada do ninho de 1,09 cm (tabela 3).

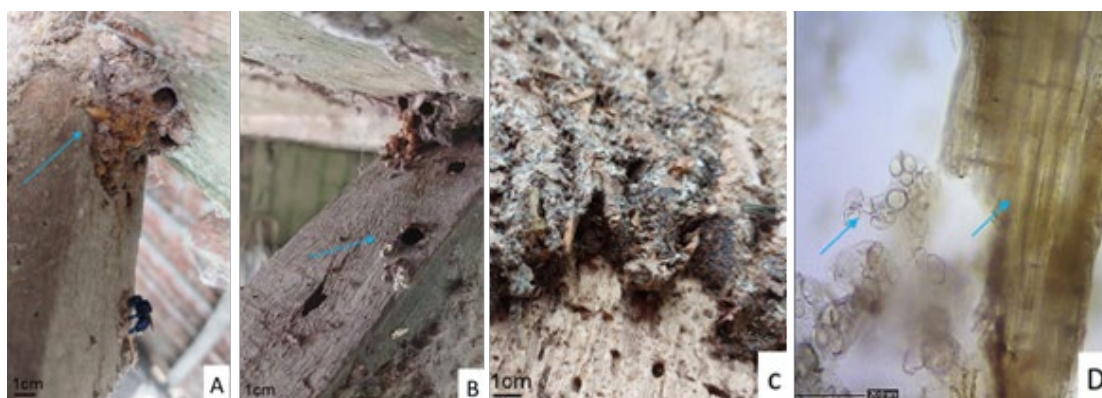
Os ninhos de *E. violacea* foram encontrados mostrando dois padrões distintos de fundação: ninhos fundados em orifícios e frestas pré-existentes, com células horizontais (figura 3C); e ninhos fundados por escavação na madeira (figura 3B). Foram observadas duas situações de escavação: na primeira, uma abelha iniciando um orifício, no qual roía a superfície da madeira arrancando pequenas lascas com a mandíbula (figura 3A, B) e, na segunda, uma abelha jogando material úmido, de cor ocre, pegajoso, de dentro para fora do ninho. Este material foi coletado e, em microscópio, observaram-se fragmentos de madeira e vários tipos polínicos envoltos em uma massa (figura 3D).

Xylocopa frontalis

X. frontalis (figura 4A) foi encontrada em seis ninhos em *Nectandra/ Ocotea* sp. Apresentou ninhos com altura média em relação ao chão de 0,89 m e diâmetro médio da entrada do ninho de 2,26cm (tabela 3).

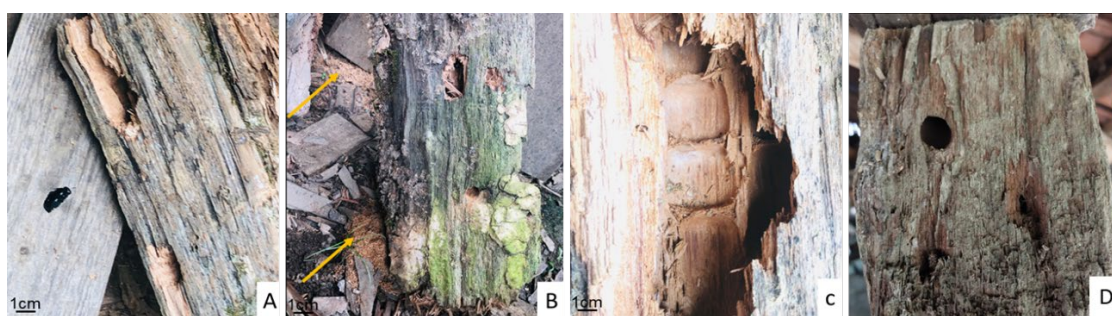
Foi observada escavação, onde as abelhas jogavam material com aspecto de serragem seca de dentro para fora do ninho (figura 4B). Em uma madeira quebrada, conseguiu-se observar a parte interna do ninho, com detalhe das células de cria (figura 4C). As entradas dos ninhos são bem visíveis, conforme a figura 4D.

Figura 3: Registros de *Eufriesea violacea*, ninhos e material de escavação dos ninhos encontrados nas madeiras históricas estudadas.



Legenda: A: *Eufriesea violacea* roendo a madeira; seta indica material jogado para fora do ninho; B: seta indica o ninho com a entrada escavada diretamente na madeira; C: seta à direita indica o fragmento de madeira, seta à esquerda indica pólen. Fonte: primária.

Figura 4: Registros de *Xylocopa frontalis*, material de escavação ninhos e células de cria encontrados nas madeiras históricas estudadas.



Legenda: A: *Xylocopa frontalis* na frente do ninho; B: seta indica serragem resultante da escavação do ninho; C: células internas do ninho; D: entrada do ninho. Fonte: primária.

Tabela 3 – Distribuição dos ninhos de *Eufriesea violacea* e *Xylocopa frontalis* por espécie de madeiras históricas em paisagem rural da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina.

Abelha	Madeira	Nn	ANC (m)	DMN (cm)
<i>Eufriesea violacea</i>	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	3	3,12	1,1
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	4	2,2	1,03

	<i>Casearia sylvestris</i>	6	1,5	1,12
	<i>Heisteria silvianii</i>	10	1,72	1,2
	<i>Maprounea guianensis</i>	5	2,2	1,13
	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.1	6	2,25	1,11
	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.4	9	2,1	1
<i>Xylocopa</i>	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.2	3	1,2	2,41
<i>frontalis</i>	<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.3	3	0,58	2,11
	Total	49		

Legenda: Nn= número de ninhos; ANC/m: altura média do ninho em relação ao chão; DMN/cm: diâmetro médio da entrada do ninho.

A análise de componentes principais (PCA) mostrou, para os atributos da madeira, que os componentes 1,2 e 3 explicaram 64.67% da variância do conjunto de dados (figura 4, tabela 5).

O componente principal 1 corresponde a 29.11% de explicação, sendo diâmetro e frequência dos elementos de vasos (figura 6) as variáveis mais relacionadas (Figura 5). *H. alchorneoides* é a espécie com maior diâmetro dos elementos de vasos (208.80) e com a menor frequência dos elementos de vasos (6.32), *H. silvianii* com menor diâmetro dos elementos de vasos (84.04), *C. sylvestris*, *H. silvianii* e *Nectandra/Ocotea* sp.4 têm a frequência dos elementos de vasos maior que 20 e somam 25 ninhos de *E. violacea*. (tabela 4).

O componente principal 2 corresponde a 21.0% de explicação, sendo o comprimento dos elementos de vasos e a altura do raio as variáveis mais relacionadas (Figura 5). *H. silvianii* tem o maior comprimento dos elementos de vasos (1373.39) e *Nectandra/Ocotea* sp.2 tem a menor frequência dos elementos de vasos (353.66) *C. sylvestris* tem a maior altura do raio (34.28) e *Nectandra/Ocotea* sp.3, a menor altura do raio (13,68) (tabela 4).

O componente principal 3 corresponde a 14.55% de explicação, sendo o comprimento da fibra e o diâmetro do lúmen da fibra as variáveis mais relacionadas (Figura 4). *H. silvianii* tem o maior comprimento da fibra (2313.46) e *M. guianensis* o menor comprimento da fibra (876.6), *H. alchorneoides* tem o maior diâmetro do lúmen da fibra (19.56) e *C. brasiliense* tem o menor diâmetro do lúmen da fibra (6.73) (tabela 4).

Tabela 4 - Médias, desvios-padrão e componentes principais dos atributos anatômicos da madeira das espécies utilizadas na nidificação *Eufriesea violacea* e *Xylocopa frontalis* em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

Atributo anatômico								
Madeira	CF	CV	DF	DEV	EPF	FEV	AR	DLF
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1651.98 (±279.89)	1141.06 (±124.51)	40.57 (±12.29)	208.80 (±33.85)	13.40 (±2.71)	6.32 (±1.89)	16.72 (±3.66)	19.56 (±4.97)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1829.17 (±391.95)	831.16 (±154.93)	30.69 (±5.64)	139.06 (±38.34)	10.67 (±2.33)	11.70 (±3.33)	15.64 (±2.67)	6.73 (±2.11)
<i>Casearia sylvestris</i>	1651.96 (±383.69)	1078.90 (±437.30)	33.98 (±7.14)	90.20 (±13.22)	10.27 (±1.94)	20.66 (±7.91)	34.28 (±9.66)	9.73 (±2.84)
<i>Heisteria silvianii</i>	2313.46 (±375.43)	1373.39 (±422.15)	30.99 (±6.31)	84.04 (±16.47)	9.78 (±1.98)	20.13 (±3.64)	13.88 (±4.16)	7.83 (±2.66)
<i>Maprounea guianensis</i>	876.61 (±108.42)	486.15 (±294.11)	20.88 (±4.16)	98.17 (±14.42)	6.19 (±1.50)	12 (±2.54)	14.16 (±4.50)	9.83 (±2.31)
<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.1	1665.57 (±350.93)	780.43 (±79.49)	24.28 (±4.95)	142.23 (±29.01)	7.81 (±2.24)	14.50 (±4.10)	31.16 (±13.31)	8.14 (±2.05)
<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.2	1098.06 (±243.49)	353.66 (±87.47)	23.74 (±4.49)	114.20 (±18.41)	5.94 (±1.53)	15.56 (±3.90)	14.36 (±3.78)	8.75 (±2.82)
<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.3	1366.44 (±354.67)	555.77 (±107.91)	24.61 (±4.27)	131.48 (±26.29)	8.13 (±2.27)	14.530 (±3.52)	13.68 (±3.22)	8.10 (±2.05)
<i>Nectandra/Ocotea</i> sp.4	247.31 (±353.35)	576.81 (±217.28)	28.028 (±5.88)	109.13 (±15.56)	8.493 (±1.50)	20.800 (±367)	22.800 (±3.377)	12.82 (±4.74)

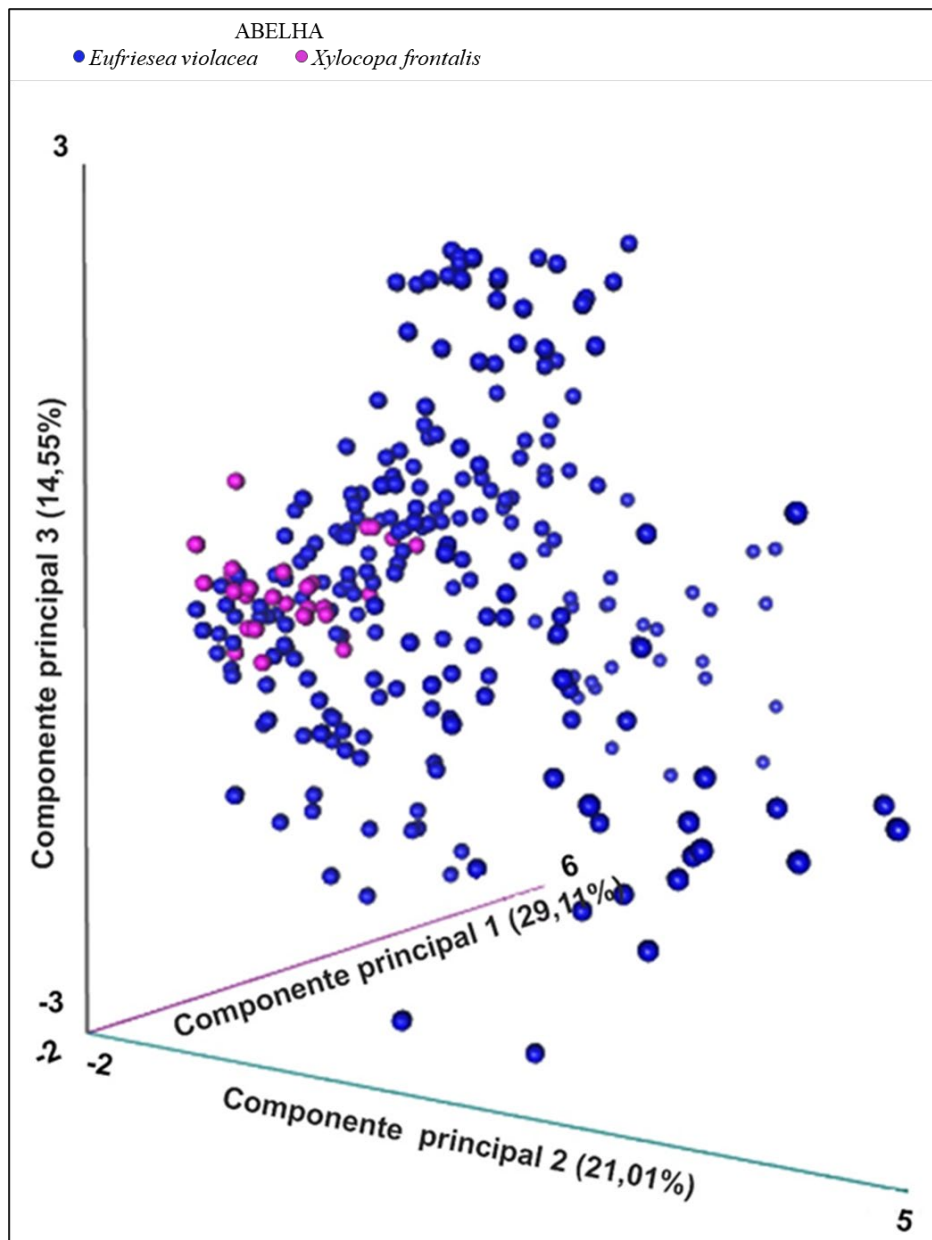
Legenda: CF= Comprimento da fibra (µm); CV= Comprimento dos elementos de vasos (µm); DF= Diâmetro da fibra (µm); DEV=Diâmetro dos elementos de vasos (µm) EPF= Espessura da parede da fibra (µm); FEV= Frequência dos elementos de vasos (n/mm²); AR=Altura do raio (nº de células); DLF: diâmetro do lúmen da fibra (µm).

Tabela 5 - Componentes principais dos atributos anatômicos da madeira das espécies utilizadas na nidificação *Eufriesea violacea* e *Xylocopa frontalis* em paisagem rural da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina.

Componentes Principais								
Componentes	CF	CV	DF	DEV	EPF	FEV	AR	DLF
Componente principal 1	0.076	-0.199	0.365	0.500	0.396	-0.444	-0.198	0.418
Componente principal 2	0.414	0.489	0.369	-0.139	0.406	0.230	0.455	0.077
Componente principal 3	0.650	-0.362	0.088	-0.237	0.147	-0.068	-0.363	-0.471
Proporção da variância						0.291	0.210	0.145
Proporção cumulativa						0.291	0.501	0.646

Legenda: CF= Comprimento da fibra (µm); CV= Comprimento dos elementos de vasos (µm); DF= Diâmetro da fibra (µm); DEV=Diâmetro dos elementos de vasos (µm) EPF= Espessura da parede da fibra (µm); FEV= Frequência dos elementos de vasos (n/mm²); AR=Altura do raio (nº de células); DLF: diâmetro do lúmen da fibra (µm).

Figura 5: Análise de componentes principais dos atributos anatômicos das madeiras utilizadas na nidificação de *Eufriesea violacea* e *Xylocopa frontalis*. Fonte: primária.



4. DISCUSSÃO

E. violacea

E. violacea é uma espécie endêmica da Mata Atlântica (Nemésio & Silveira, 2007) e considerada como indicadora potencial de habitats preservados, com taxas de ocorrência elevadas em remanescentes florestais maiores (Sofia & Suzuki, 2004; Giangarelli et al., 2009, 2015). Gonçalves e Faria (2021) descrevem a tribo Euglossini ligada a ambientes mais preservados de florestas úmidas, com poucas espécies intimamente relacionadas a áreas perturbadas, fato esse que chama atenção já que os ninhos estudados estão situados em construções antrópicas/agrícolas situadas em propriedades onde, no passado, grandes áreas foram desmatadas para dar espaço ao cultivo de plantas, criação de animais e

moradia, mas que ainda mantêm fragmentos florestais. Morato (1994) mostra que desmatamentos e fragmentação das florestas impactam negativamente as comunidades de *Euglossina*. Becker et al., (1991) sugerem que a matriz em volta dos fragmentos florestais pode favorecer a nidificação das fêmeas de algumas espécies, por encontrarem maior número de locais para estabelecer seus ninhos, e maior disponibilidade de resinas vegetais, pólen e néctar. Neste sentido, em fragmentos florestais deficientes de substratos naturais, essas abelhas podem utilizar construções humanas que foram feitas com madeiras retiradas da floresta.

Kamke et al., (2008) observaram ninhos de *Eufriesea* sp. construídos com lascas de madeira e resinas vegetais, cujo diâmetro da entrada variava de 1,5 a 2,5 cm. No presente estudo, registrou-se, para *E. violacea*, a média do diâmetro de 1,09 cm, portanto, menor.

Estudos que relacionem a altura do ninho em relação ao chão não foram localizados, no entanto, Eberhard (1988) encontrou ninhos do gênero *Euglossa* em partes altas de árvores, mas não mencionou as medidas.

Viana et al., (2001) observaram a orientação celular horizontal em células de cria de *Eufriesea mussitans*, fato que corrobora o observado aqui nos ninhos de *E. violacea*.

Peruquetti e Campos (1997) descreveram que fêmeas de *E. violacea* construíram seus ninhos dentro de frestas e/ ou orifícios existentes no madeiramento que sustentava a cobertura de um barracão, porém não citaram escavação de ninhos pelas abelhas e nem as espécies de madeiras utilizadas para a nidificação dessa espécie. Nas observações de comportamento de *E. violacea*, registraram-se essas abelhas iniciando a escavação de seu ninho na madeira, utilizando as próprias mandíbulas e, também, escavando a parte interna do ninho, fato que foi confirmado, a partir de observações e análise microscópica do material de escavação coletado, onde foram observados pequenos fragmentos de madeira junto com pólen e uma massa úmida pegajosa, fatos esses não mencionados na literatura para *E. violacea*.

E. violacea foi, neste trabalho, a abelha construtora do maior número de ninhos (43), distribuídos em seis espécies de madeira.

A escolha do local para a fundação do ninho foi comparada com os atributos anatômicos das madeiras onde percebeu-se, como características anatômicas em comum entre as espécies de madeira, a porosidade difusa-porosa e a presença de cristais. A porosidade da madeira está ligada à distribuição dos elementos de vasos condutores de seiva, que representam orifícios/ocos na madeira (Zenid & Ceccantini, 2007). De acordo

com os atributos e a análise dos componentes principais, os atributos que se referem aos vasos condutores (diâmetro dos elementos de vasos, frequências dos elementos de vasos e comprimento dos elementos de vasos) foram os mais importantes para a escolha do local de nidificação de *E. violacea*. As madeiras *C. sylvestris*, *H. silvianii* e *Nectandra/Ocotea* sp.4 tiveram as maiores frequências dos elementos de vasos por mm², sendo as espécies mais escolhidas, somando 25 ninhos (58%) do total de 43 ninhos. A espécie *H. silvianii* teve o maior registro de ninhos (10), apresentou o menor diâmetro dos elementos de vaso, os maiores comprimentos de vaso e a maior frequência de vasos. Essas características anatômicas podem representar uma preferência por madeiras que tenham uma porosidade maior, sendo esse fato um facilitador para a escavação, já que essas características representam espaços ociosos na madeira. A madeira de *H. silvianii* é pesada (densidade 0,89 g/cm³), dura ao corte, de textura média, moderadamente resistente ao apodrecimento (Lorenzi, 2009). Essas características podem ter relação com a proteção à prole e ao fato de *E. violacea* precisar escavar seus ninhos molhando a madeira, deixando-a mais maleável e reduzindo o atrito das mandíbulas. Em vista disso, tais aspectos devem ser melhor analisados em estudos futuros.

X. frontalis

X. frontalis é conhecida popularmente como abelha carpinteira, pois constrói seus ninhos em árvores mortas, galhos e tecidos vegetais relativamente secos e em algum grau de decomposição, escavando galerias lineares em troncos e galhos ou cavidades pré-existent, como gomos de bambu, como mourões de madeira, troncos e galhos secos (Camillo & Garófalo, 1982; Camillo et al., 1986; Camillo, 2003; Gimenes et al., 2006; Silva et al., 2014; Junqueira et al., 2013; Marchi & Melo, 2010). Ainda que o substrato mais comum sejam troncos mortos, foram registrados ninhos em taquara para *X. bambusae* e em inflorescências mortas do gravatá (*Eryngium*, Apiaceae) para *X. (Nanoxylcopa) ciliata* (Schlindwein et al., 2003).

A presença de cabeças grandes é considerada uma pré-adaptação para grandes mandíbulas, que as espécies de *Xylocopa* utilizam para escavação em madeira morta, seu substrato de nidificação (Heinrich, 1993) o que vem ao encontro do aspecto grosseiro (serragem) resultante da escavação dos ninhos de *X. frontalis*.

Em geral, espécies de *Xylocopa*, assim como outros grupos de abelhas, estão ligadas a grupos de plantas para a alimentação, mas o gênero *Xylocopa* também está

fortemente ligado à disponibilidade de substratos para construção de seus ninhos (Freitas & Oliveira Filho, 2003).

X. frontalis, no presente estudo, esteve presente em seis ninhos, distribuídos igualmente em dois morfotipos da família Lauraceae, escavados em madeira com baixo e alto grau de deterioração, indicando que a espécie de abelha pode escavar em ambas as situações de conservação do material. Com relação aos atributos anatômicos destes morfotipos, destacam-se a presença de cristais, tilos, células oleíferas e grande espessura da parede da fibra. Segundo Oliveira et al., (2010), as madeiras mais densas têm maior concentração de células de paredes mais espessas e, de acordo com Foelkel (1977), fibras com paredes mais espessas possuem maior teor de celulose do que paredes mais delgadas, tornando a madeira mais resistente. Assim, aparentemente, a madeira escavada por *Xylocopa* é pesada e densa. Quanto aos atributos anatômicos, o morfotipo *Nectandra/Ocotea* sp.2 tem a menor frequência dos elementos de vasos e *Nectandra/Ocotea* sp.3 tem a menor altura do raio.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies vegetais aqui identificadas fazem parte dos remanescentes florestais atlânticos, indicando que as madeiras para a construção das edificações rurais foram retiradas dos remanescentes em torno das propriedades. Neste sentido, os ninhos encontrados mostram que *E. violacea* e *X. frontalis* são espécies capazes de suportar algum grau de perturbação antrópica, adaptando-se às novas condições e à disponibilidade de substrato para fundar seus ninhos.

Para *E. violacea*, os resultados estatísticos mostram que os atributos anatômicos da madeira que tiveram maior influência para a escolha do local de nidificação foram as variáveis relacionadas com as características dos elementos de vasos: diâmetro dos elementos de vasos, frequências dos elementos de vasos e comprimento dos elementos de vasos, que se apresentam como partes ocas na madeira e podem ser um fator facilitador para que *E. violacea* consiga escavar /roer a madeira, podendo fundar seu ninho, sem depender de cavidades pré-existentes.

Para *X. frontalis* a quantidade reduzida de ninhos descobertos tolhe a compreensão das influências dos atributos anatômicos na escolha do local do ninho pela abelha.

Os registros aqui feitos sobre o comportamento de nidificação das duas espécies de abelhas acrescentam informações ao conhecimento sobre a bionomia desses táxons e

podem contribuir para as tomadas de decisão no âmbito da proteção às abelhas e na avaliação do status de conservação dessas espécies, auxiliando na preservação da qualidade dos remanescentes florestais. Os atributos físicos como densidade e compostos secundários associados ao xilema necessitam ser melhor investigados em trabalhos futuros para ambas as abelhas, a fim de se averiguar possível influência desses atributos, no local escolhidos pelas abelhas para nidificar.

6. REFERÊNCIAS

- Agostini, K., Wolowski, M., Bergamo, P.J., Brito, V.L.G.D., Nunes, C. E. P., Pansarin, L. M., & Sazima, M. (2023). The contribution of the BIOTA/FAPESP Program to the knowledge on pollination and plant reproduction. *Biota Neotropica*, 22: e20221442.
- Alroy, J. (2017). Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 6056 – 6061.
- Ascher, J.S. & Pickering, J. (2020). Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), Obtido em: https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species&flags=HAS>: (acessado em 8 julho de 2023).
- Becker, P., Moure, J.S. & Peralta, F.J.A. (1991). More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica*, 23: 586-591.
- Benevides, C. R., Gaglianone, M. C. & Hoffmann, M. (2009). Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53 (3): 415-442.
- Brito, J.O. (2007). O uso energético da madeira. *Estudos avançados*, 21: 185-193.
- Borcard, D., F. Gillet, and P. Legendre. 2011. Numerical ecology with R. Use R! series. New York, New York, USA. Springer Science, 306 p.
- Camillo, E. 2003. Polinização do maracujá. Ribeirão Preto, Holos Editora, 44 p.
- Camillo, E. & Garófalo, C.A. (1982). On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: nest construction and biological cycle. *Revista Brasileira de Biologia*, 42: 571-582.
- Camillo, E., Garófalo, C.A. & Muccillo, G. (1986). On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera: Anthophoridae). *Revista Brasileira de Biologia*, 46: 383-393.
- Cortopassi-Laurino, M., Alves, D.A. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2009). Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). *Mensagem Doce*, 100: 21-28.

- Eberhard, W. G. (1988). Group nesting in two species of *Euglossa* bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 61: 406-411.
- Eltz, T., Sager, A. & Lunau, K. (2005). Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. *Journal of Comparative Physiology A*, 191: 575-581.
- Ferreirinha, M.P. (1958). Elementos de anatomia de madeiras: folhosas portuguesas. Lisboa: Memórias da Junta de Investigação do Ultramar, 135p.
- Flora do Brasil. (2020). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Obtido em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. (data de acesso: 22 de dezembro de 2023).
- Foelkel, C.E.B. (1977). Estrutura da madeira. Belo Horizonte: Cenibra, 85 p.
- Freitas, B.M. & Oliveira Filho J. H. (2001). Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 96 p.
- Freitas, B. M. & Oliveira Filho, J. H. D. (2003). Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33: 1135-1139.
- Freitas, B.M., Imperatriz-Fonseca, V.L., Medina, L.M., Kleinert, A.M.P., Galetto, L., Nates-Parra, G. & Quezada-Euán, J.J.G. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, 40: 332 – 346.
- Gasper, A.L, De Uhlmann, A., Sevegnani, L., Lingner, D.V., Rigon-Júnior, M.J. & Verdi, M. (2013). Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. *Rodriguésia* 64, 427–443.
- Gasper, A.L., De Uhlmann, A., Sevegnani, L., Meyer, L., Lingner, D.V. & Verdi, M. (2014). Inventário florístico e florestal de Santa Catarina: espécies de floresta ombrófila perene. *Rodriguesia* 65, 807–816.
- Giangarelli, D.C., Freiria, G.A., Colatreli, O.P., Suzuki, K.M. & Sofia, S.H. (2009). *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. *Entomologia Neotropical*, 38: 610-615.
- Giangarelli, D.C., Aguiar, W.M. & Sofia, S.H. (2015). Orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) assemblages from three different threatened phytophysiognomies of the subtropical Brazilian Atlantic Forest. *Apidologie*, 46: 71– 83.
- Giehl, E.L.H. (2024). Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Obtido em <http://floradigital.ufsc.br>. (data de acesso: 22 de janeiro de 2024).
- Gimenes, M., Figueiredo, N. A. & Santos, A. H. P. (2006). Atividades relacionadas à construção e provisionamento de ninhos de *Xylocopa subcyanea* (Hymenoptera, Apidae) em uma área de restinga na Bahia, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 96 (3): 299-304.
- Gonçalves, R.B. & Faria, L.R.R. (2021). Euglossine we trust as ecological indicators. *Sociobiology*, 68 (1): e4610.
- Heinrich, B. (1993). The hot-blooded insects: strategies and mechanisms of thermoregulation. Cambridge: Harvard University Press, 600 p.
- Hurd, P.D. (1978). An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latr.) of the Western Hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae). Washington: Smithsonian Institution Press, 106 p.

- Hurd, P.D. & Moure, J.S. (1963). A classification of the large carpenter bee (Xylocopini). University of California Publications in Entomology, 29: 1-365.
- Iawa Committee (1989). IAWA List of microscopic features for hardwood identification. Feddes Repertorium, v. Bulletin 1, 3: 219–332.
- Junqueira, C.N., Yamamoto, M., Oliveira, P.E., Hogendoorn, K. & Augusto, S.C. (2013). Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. *Apidologie*, 44: 729–737.
- Kamke, R., Zillikens, A., Heinle, S. & Steiner, J. (2008). Natural enemies and life cycle of the orchid bee *Eufriesea smaragdina* (Hymenoptera: Apidae) reared from trap nests. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 81 (2): 101-109.
- Kerr, W.E., Carvalho, G.A., Silva, A.C. & Assis, M.G.P. (2005). Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Mensagem Doce*, 80: 20-41.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. (1997). Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica: Edur, 198 p.
- Leite, E.F.W., Garcia, J., Henning, E., & Hackenberg, A.M. (2020). Análise Estatística De Dados Climáticos Das Cidades De Joinville/Sc E Niterói/Rj. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 9: 207-223.
- Lorenzi, H. (2009). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. São Paulo, 384p.
- Mainieri, C. & Chimelo, J.P. (1989). Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 418 p.
- Marchi, P. & Melo, G.A.R. (2010). Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini). *Oecologia Australis*, 14 (1) : 210-231.
- McCracken, E. & Johansen, D.A. (1940). Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill, 523 p.
- Melo-Júnior, J.C.F. (2014). Saberes tradicionais e arquitetura vegetal como subsídio à conservação da cultura material. *Revista Museu*, 1: 1-4.
- Mello, Y., Koehntopp, P. I., & de Oliveira, T. M. N. (2015). Distribuição Pluviométrica Na Região De Joinville (SC). *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, 13: 78-93.
- Mello, Y. R., & de Oliveira, F. A. (2019). Características climáticas da região da serra do mar do estado de Santa Catarina, Brasil. *Ra'e ga*, 46:116-134.
- Meira, R.B., Campi, D., Carelli, M.N. (2019). As árvores que não deixam ver a floresta: natureza, agricultura e propaganda imigrantista no Brasil e na Argentina nas exposições universais do século XIX. *Estudos Ibero-Americanos*, 45:154-168.
- Menz, M.H., Phillips, R.D., Winfree, R., Kremen, C., Aizen, M.A., Johnson, S.D. & Dixon, K.W. (2011). Reconectando plantas e polinizadores: desafios na restauração de mutualismos de polinização. *Tendências em Ciência Vegetal*, 16 (1): 04-12.
- Michener, C.D. (2007). The bees of the world. Baltimore: The John Hopkins University Press, 913 p.

- Morato, E.F. (1994). Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série. Zoologia, 10: 95-105.
- Morato, P.F. & Martins, R.P. (2006). Uma visão geral dos fatores próximos que afetam o comportamento de nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) em cavidades preexistentes na madeira. Neotropical Entomology, 35: 285-298.
- Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (2007). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1058 p.
- Nemésio, A. & Silveira, F.A. (2007). Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. Neotropical Entomology, 36 (6): 874-888.
- Ollerton, J. (2017). Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 48 : 353-376.
- Oliveira, J.T. da S., Tomazello Filho, M. & Fiedler, N. C. (2010). Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. Revista Árvore, 34: 929-936.
- Paiva, J.G.A., Frank-de-Carvalho, S.M., Magalhães, M.P. & Graciano-Ribeiro, D. (2006). Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. Acta Botânica Brasilica, 20 (2): 257-264.
- Pereira, M., & Garófalo, C. A. (2010). Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. Oecologia Australis, 14 (1): 193-209.
- Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O. (1997). Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). Revista Brasileira de Zoologia, 14: 91-97.
- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., & Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540: 220-229.
- Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S.A. & Constantino, R. (Eds.). (2012). Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, 810 p.
- Rêgo, M. & Albuquerque, P. (2007) Polinização do murici. São Luís: Editora da UFMA, 104 p.
- Ribeiro, É.K.M.D., Rêgo, M.M.C. & Machado, I.C.S. (2008). Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth.(Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. Acta Botânica Brasilica, 22: 165-171
- Sakagami, S.F. & Laroca, S. (1971). Observations on the bionomics of some neotropical xylocopine bees, with comparative and biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). Journal of the Faculty of Sciences of the Hokkaido University. Series. VI. Zoology. 18 (1): 57-127.
- Schlindwein, C., Schlumpberger, B., Wittmann, D. & Moure, J.S. (2003). O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae). Revista Brasileira de Entomologia, 47: 107-118.
- Silva, C.I. da, Marchi, P., Aleixo, K.P., Nunes-Silva, B., Freitas, B. M., Garófalo, C.A. & Alves-dos-Santos, I. (2014). Manejo dos polinizadores e polinização de flores do maracujazeiro. São Paulo: USP, 64 p.

- Silva, W. P. & Paz, J.R.L. (2012) Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line*, 3: 146-152.
- Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. (2002). Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 253 p.
- Sofia, S.H. & Suzuki, K.M. (2004). Comunidades de machos de abelhas *Euglossina* (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Entomologia Neotropical* 33: 693-702.
- Veloso, H.P., Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. (1991). Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 271 p.
- Viana, B.F., Neves, E.L. & Silva, F.O. (2001). Aspectos da biologia de nidificação de *Euplusia mussitans* (Fabricius) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 18 (4): 1081-1087.
- Weimer, G. (1983). Arquitetura da imigração alemã. São Paulo: Editora Nobel, 431 p.
- Wheeler, E.A. (2011). InsideWood - A web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal*, 32 (2): 199–211.
- Zenid, G. J., & Ceccantini, G. C. (2007). Identificação macroscópica de madeiras. *São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)*, 22 p.

Termo de Autorização para Publicação de Teses e Dissertações

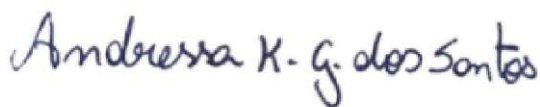
Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) a disponibilizar em ambiente digital institucional, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/IBICT) e/ou outras bases de dados científicas, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o texto integral da obra abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data 09/05/2024.

1. Identificação do material bibliográfico: () Tese (☒) Dissertação () Trabalho de Conclusão
2. Identificação da Tese ou Dissertação:
Autor: Andressa karine Golinski dos Santos
Orientador Professor Doutor João Carlos Ferreira de Melo Júnior. Co-orientadora: Professora Doutora Denise Monique Dubet da Silva Mouga.
Data de Defesa: 29/02/2024
3. Título Caracterização estrutural de madeiras históricas em construções rurais e a conservação de abelhas na Mata Atlântica catarinense.
Instituição de Defesa: Univille – Programa de pós-graduação em Saúde e Meio ambiente

3. Informação de acesso ao documento:

Pode ser liberado para publicação integral (☒) Sim () Não

Havendo concordância com a publicação eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese, dissertação ou relatório técnico.



Assinatura do autor

Andressa karine Golinski dos Santos

09/05/2024

Local/Data