

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Betina Scholz

**HERBIVORIA EM *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg E  
*Holocalyx balansae* Micheli EM FRAGMENTO DE FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL**

FREDERICO WESTPHALEN, RS

2023

Betina Scholz

**HERBIVORIA EM *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg E  
*Holocalyx balansae* Micheli EM FRAGMENTO DE FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Florestal, da Universidade  
Federal de Santa Maria, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Engenheira Florestal.

Orientadora: Prof. Dra. Márcia D'Avila

FREDERICO WESTPHALEN, RS

2023

Betina Scholz

**HERBIVORIA EM *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg E  
*Holocalyx balansae* Micheli EM FRAGMENTO DE FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

**Aprovado em 26 de janeiro de 2023:**

---

**Profª Márcia D'Avila, Dra. (UFSM)**  
(Orientadora)

---

**Profº Felipe Turchetto, Dr (UFSM)**

---

**Djoney Procknow, Dr (UFSM)**

Frederico Westphalen, RS  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

“Deem graças ao Senhor porque ele é bom; o seu amor dura para sempre”. Salmo 107:1. Agradeço à Deus por me guiar até a conclusão desta pesquisa com a temática que tanto brilha aos meus olhos como acadêmica de engenharia florestal.

Agradeço á minha família pelo apoio incondicional e carinho nesta caminhada, amo vocês e muito obrigada!

À UFSM pelo ensino público, gratuito e de qualidade.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Márcia pela oportunidade, conselhos para este trabalho e também para a vida, muito obrigada!

Ao Prof<sup>o</sup> Felipe, pela ajuda em todas as vezes que bati em sua porta, gratidão, nunca esquecerei tamanho gesto.

Aos amigos e melhor equipe que eu poderia ter: Emerson, Cátia e Renata, que inúmeras vezes se prontificaram e foram a campo comigo, me sinto abençoada em poder contar com vocês nesse processo e, assim, torna-lo mais leve.

Ao Matheus, pelo apoio, compreensão e incentivo neste processo.

À Gabriele, que mesmo distante fisicamente sempre esteve presente com conselhos e apoio.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que este ciclo fosse concluído.

## RESUMO

### **HERBIVORIA EM *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg E *Holocalyx balansae* Micheli EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL**

AUTORA: Betina Scholz  
ORIENTADORA: Márcia D'Avila

Em ambientes florestais são comuns as interações ecológicas, como a herbivoria, que é um processo no qual há uma interação entre animal e planta, ocorrendo o consumo dos tecidos vegetais, incluindo sementes, raiz, caule, folhas, flores ou frutos. Embora possam ocorrer danos em todas as fases da planta, a fase de plântula e do seu estabelecimento é crítica para as espécies, pois estruturalmente não apresentam muitos mecanismos de defesa levando a uma alta taxa de herbivoria. Contudo, a herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade pelo fato de exercer uma pressão seletiva sobre as plantas, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades, interferindo na dinâmica populacional das espécies envolvidas. Portanto, torna-se necessária a realização de estudos voltados à herbivoria, especialmente em espécies nativas e remanescentes florestais naturais, pois, são poucos os estudos realizados. De encontro com esta necessidade, este estudo teve o objetivo de estimar o índice de herbivoria em plântulas de duas espécies nativas, *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato) do e o *Holocalyx balansae* (alecrim), em um fragmento de Floresta Estacional Decidua da Mata Atlântica, através da metodologia de Dirzo e Dominguez (1995). A coleta de dados ocorreu de outubro a novembro de 2022 em um fragmento com 34 hectares, através da alocação de 20 parcelas de 10 m X 10 m, espaçadas 50 metros cada, desconsiderando a borda do fragmento, sendo esta medida de 50 metros adentro. Os dados coletados consistiram em uma análise visual da perda de limbo foliar de todas as folhas de indivíduos entre 0,50 m e 2,00 m, classificando-as em níveis de 0 a 6 de índice de herbivoria. Os dados foram processados no *software* Rstudio®. O índice de herbivoria para *A. concolor* apresentou um intervalo de 0,53 a 1,96, sendo a média geral das parcelas de 1,17 (valores entre 0 e 6), já *H. balansae* demonstrou um intervalo de 0,79 a 3,00, com a média geral das parcelas de 1,81. Em relação à luminosidade, não houve diferenciação para *A. concolor* ( $p=0,14$ ), nem para *H. balansae* ( $p=0,56$ ), ou seja, a herbivoria ocorreu independente da luminosidade no sub-bosque. Em contra partida, o IH apresentou diferença ( $p<0,05$ ) em relação à altura dos indivíduos das duas espécies, *H. balansae* ( $p=0,0031$ ) e *A. concolor* ( $p=0,000032$ ), sendo as plantas com menor altura, as mais consumidas. Os insetos mais encontrados foram formigas cortadeiras e lagartas, ainda, considera-se a possibilidade do padrão de herbivoria estar sob a teoria da abundância.

**Palavras-chave:** Plântula. Predação. Índice de herbivoria.

## ABSTRACT

### **HERBIVORY IN *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg AND *Holocalyx balansae* Micheli IN A FRAGMENT OF DECIDUOUS SEASONAL FOREST**

AUTHOR: Betina Scholz  
ADVISOR: Márcia D'Avila

In forest environments ecological interactions are common, such as herbivory, which is a process in which there is an interaction between animal and plant, occurring the consumption of plant tissues, including seeds, root, stem, leaves, flowers or fruits. Although damage can occur at all stages of the plant, the seedling and establishment stage is critical for species because structurally they do not have many defense mechanisms, leading to a high rate of herbivory. However, herbivory plays an important role in maintaining diversity because it exerts a selective pressure on plants, promoting the coexistence of a greater number of plant species in communities, interfering with the population dynamics of the species involved. Therefore, it is necessary to conduct studies focused on herbivory, especially in native species and natural forest remnants, because there are few studies conducted. Meeting this need, this study aimed to estimate the herbivory index in seedlings of two native species, *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato) and *Holocalyx balansae* (alecrim), in a fragment of Atlantic Forest Deciduous Seasonal Forest, using the methodology of Dirzo and Dominguez (1995). Data collection took place from October to November 2022 in a 34-hectare fragment, by allocating 20 plots of 10 m X 10 m, spaced 50 meters apart, disregarding the fragment border, which was measured 50 meters inwards. The data collected consisted of a visual analysis of the loss of leaf lamina of all leaves of individuals between 0.50 m and 2.00 m, classifying them in levels from 0 to 6 of herbivory index. The data were processed in Rstudio® software. The herbivory index for *A. concolor* showed a range of 0.53 to 1.96, and the overall mean of the plots was 1.17 (values between 0 and 6), while *H. balansae* showed a range of 0.79 to 3.00, with the overall mean of the plots being 1.81. Regarding luminosity, there was no differentiation for *A. concolor* ( $p=0.14$ ), nor for *H. balansae* ( $p=0.56$ ), i.e., herbivory occurred independent of luminosity in the understory. On the other hand, the HI showed difference ( $p<0.05$ ) in relation to the height of the individuals of the two species, *H. balansae* ( $p=0.0031$ ) and *A. concolor* ( $p=0.0000032$ ), being the plants with lower height, the most consumed. The insects most found were leaf-cutting ants and caterpillars, still, it is considered the possibility that the pattern of herbivory is under the theory of abundance.

**Keywords:** Seedling. Predation. Herbivory index.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização do fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....	21
FIGURA 2 – Instalação de parcela no fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....	22
FIGURA 3 – Equipe realizando medição de espaçamento entre parcelas no fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....	22
FIGURA 4 – Área efetiva de estudo (amarelo) e sentido do caminhamento para alocação das parcelas em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....	23
FIGURA 5 – Medição de circunferência do coleto em centímetros.....	24
FIGURA 6 – Medição da altura total em centímetros.....	24
FIGURA 7 – Luxímetro digital modelo LDR-225.....	25
FIGURA 8 – Medição de índice de luminosidade (lux) com luxímetro digital a 1,0 metro de altura do solo.....	25

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Classes de herbivoria para classificação de folhas segundo porcentagem de perda de limbo foliar (adaptada de Dirzo e Dominguez, 1995).....	24
---	----



## LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 – Índice de herbivoria de *H. balansae* e *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....27
- GRÁFICO 2 – Relação da luminosidade (lux) com o índice de herbivoria para *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....29
- GRÁFICO 3 – Relação da luminosidade (lux) com o índice de herbivoria para *H. balansae* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....29
- GRÁFICO 4 – Relação da altura das plantas com o índice de herbivoria para *H. balansae* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....30
- GRÁFICO 5 – Relação da altura das plantas com o índice de herbivoria para *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS.....31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1	MATA ATLÂNTICA .....	14
<b>3.1.1</b>	<b>Floresta Estacional Decidual</b> .....	<b>15</b>
3.2	HERBIVORIA .....	15
<b>3.2.1</b>	<b>Herbivoria por insetos</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Teorias da Herbivoria</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Mecanismos de Resistência à Herbivoria</b> .....	<b>17</b>
3.3	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg .....	18
3.4	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli .....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	21
4.2	DELINEAMENTO AMOSTRAL .....	21
4.3	LEVANTAMENTO DOS DADOS .....	23
4.4	ANÁLISE DE DADOS .....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais estão localizadas entre os trópicos e são conhecidas por sua alta biodiversidade, que é um dos fatores que contribui para a existência de muitos nichos ecológicos. No Brasil, destacam-se como exemplos duas importantes florestas tropicais de grandes dimensões: a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica (MANTOVANI, 2003).

O bioma Mata Atlântica e seus ecossistemas associados envolvem uma área de 1,1 milhão de km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 13% do território brasileiro. A área florestal da Mata Atlântica foi reduzida a fragmentos com cerca de 193 mil km<sup>2</sup>. Este bioma ainda abriga parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, além de um grande número de espécies ameaçadas de extinção. É composto por diversas formações florestais, como Floresta Ombrófila (Densa, Mista e Aberta), Floresta Estacional Semidecidual e Estacional Decidual, manguezais, restingas e campos de altitude associados e brejos interioranos no Nordeste (MAPA/SBF, 2019).

A fragmentação florestal pode ser definida, como o processo pelo qual uma área contínua de habitat é reduzida em tamanho, e dividida entre espaços separados por um entorno ou matriz de habitats diferentes ao original (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007). Devido ao aumento do processo de fragmentação ao longo da história da humanidade, surgem maiores debates e questões relacionadas à preservação e conservação, sendo necessárias intervenções para mudar este cenário atual (SANTOS et al., 2017).

Quando se refere à fragmentação, a Mata Atlântica merece destaque, por ser considerada uma das florestas mais ameaçadas do planeta (JUVANHOL et al., 2011). Nesses ambientes florestais, são comuns as interações ecológicas, como a herbivoria, que é um processo no qual há uma interação entre animal e planta, ocorrendo o consumo dos tecidos vegetais, incluindo sementes, raiz, caule, folhas, flores ou frutos (MELLO, 2007). Embora possam ocorrer danos em todas as fases da planta, a fase de plântula e do seu estabelecimento é crítica para as espécies, pois estruturalmente não apresentam muitos mecanismos de defesa levando a uma alta taxa de herbivoria, mas em compensação há um grande número de indivíduos disponíveis (BENÍTEZ-MALVIDO; LEMUS-ALBOR, 2005).

A habilidade das plantas em resistirem aos danos causados pela herbivoria envolve a utilização de defesas mecânicas, químicas e tolerância, baseadas em sua

morfologia (FÜRSTENBERG-HÄGG et al., 2013), variações na luminosidade e sazonalidade, associadas à fisiologia e anatomia da planta influenciam as taxas de herbivoria foliar (COLEY; BARONE, 1996). Sendo assim, a herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade pelo fato de exercer uma pressão seletiva sobre as plantas, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades, interferindo na dinâmica populacional das espécies envolvidas (PEREIRA, 2014).

Quando se diz respeito a espécies nativas, são poucos os estudos realizados sobre a fitossanidade e menor ainda em remanescentes florestais naturais. Diante do quadro de devastação dos ecossistemas florestais, tornam-se necessários estudos sobre as espécies arbóreas nativas em fragmentos florestais, fornecendo subsídios necessários para ações estratégicas que visem a recuperação de áreas degradadas, restauração ecológica/florestal e o manejo conservacionista da biodiversidade.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o índice de herbivoria em plântulas das espécies *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato) e *Holocalyx balansae* (alecrim) em um fragmento de Floresta Estacional Decidua na Mata Atlântica.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar o índice de herbivoria das espécies com a intensidade luminosa;
- Determinar a influência da altura da plântula quanto à herbivoria;
- Identificar os herbívoros.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 MATA ATLÂNTICA

A região de Mata Atlântica, inicialmente, apresentava cerca de 1.300.000 km<sup>2</sup> estendendo-se por dezessete estados do território brasileiro, sendo eles: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí. Atualmente, por volta de 7% do bioma Mata Atlântica com extensão acima de 100 hectares encontram-se bem conservados (MMA, 2016).

Um conjunto de formações florestais forma o bioma Mata Atlântica, como a floresta ombrófila (densa, mista e aberta), sendo a ombrófila mista as conhecidas florestas com *Araucaria angustifolia* que ocorrem nos planaltos da região Sul, situados a oeste da Serra do Mar. Outras formações florestais que a compõem são a floresta estacional semidecidual e estacional decidual, restingas, manguezais e campos de altitude associados a brejos interioranos no Nordeste. (SNIF, 2016).

Estima-se que existam mais de 20 mil espécies de árvores e arbustos, o que corresponde a aproximadamente 35% das espécies existentes no Brasil, sendo 8 mil delas endêmicas à região (MMA, 2022). Além disso, 68 espécies de palmeiras e 925 de bromélias ocorrem na região, com endemismo de 64% e 70%, respectivamente (JBRJ, 2018). De acordo com Flora do Brasil (2021), das 49.987 espécies reconhecidas para a flora brasileira, 17.150 foram identificadas como de ocorrência no bioma Mata Atlântica, sendo que deste total 4.864 são conhecidos o estado de conservação e 43% destas encontram-se sob alguma categoria de ameaça de extinção. Possui a segunda maior riqueza de espécies da flora e da fauna brasileira e sua composição distingue-se da dos demais biomas por ser extremamente heterogênea (SANTOS, 2010).

Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, a Mata Atlântica fornece serviços ecossistêmicos essenciais para os 145 milhões de brasileiros que vivem nela (MMA, 2022), utilizando desse ambiente para atividades de subsistência, como agricultura, agropecuária, industrialização, extrativismo, ocupação e expansão urbana desordenada, gerando grande impacto aos ecossistemas,

resultando em perda da biodiversidade, degradação e poluição dos recursos naturais oferecidos pelo bioma (MAZZURANA, 2016).

### 3.1.1 Floresta Estacional Decidual

As florestas estacionais são as formações florestais com a maior área de cobertura entre as ocorrentes no Rio Grande do Sul (RAMBO, 1961), compreende as porções médias e superiores do vale do Rio Uruguai e seus afluentes (MARTINS, 2009), caracterizada por um estrato arbóreo superior formado por árvores altas e emergentes, geralmente decíduas. Predominantemente a grápia (*Apuleia leiocarpa*) é a árvore mais frequente nessas formações florestais, a canafístula (*Peltophorum dubium*), o louro (*Cordia trichotoma*), a canjerana (*Cabralea oblongifoliola*) e o angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), são espécies emergentes que também ocorrem nessa floresta, perdem suas folhas durante o inverno, característica pontual de floresta estacional (REITZ et al., 1988).

## 3.2 HERBIVORIA

As interações entre planta-animal, apresentam-se através de relações benéficas para apenas um organismo ou todos os organismos envolvidos (cooperação), neutras para uma das partes ou ainda, capazes de gerar malefícios a todos os envolvidos (DEL-CLARO et al., 2013). A herbivoria é a maior interação planta-animal existente, onde o animal desempenha a função de consumidor primário ao alimentar-se de partes ou de todo o vegetal, que é o produtor primário, resultando em efeitos negativos no crescimento e na sobrevivência de uma população (AOYAMA; LABINAS, 2012). Nas comunidades naturais, a herbivoria pode reduzir o crescimento e a reprodução das plantas, além de influenciar o resultado da competição e da diversidade na composição da comunidade (COLEY, 1983).

De acordo com Crawley (1997), dentre os herbívoros, estão desde patógenos, nematóides, moluscos, insetos até vertebrados, como, roedores, aves e mamíferos.

### 3.2.1 Herbivoria por insetos

Dos artrópodes terrestres que utilizam as plantas como principal fonte de alimentação, pode-se citar os insetos das ordens Orthoptera, Phasmida, Hemiptera,

Thysanoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera e Diptera (EDWARDS; WRATTEN, 1981). Os insetos herbívoros podem consumir todas as partes de uma planta, desde botões florais até raízes, enquanto grande parte das plantas depende de insetos polinizadores para sua reprodução (AOYAMA; LABINAS, 2012).

Enquanto o inseto se alimenta do tecido vegetal da árvore, extraindo nutrientes e energia necessários para sua sobrevivência, estas se beneficiam, pois aumentam a possibilidade de serem polinizadas, assim como a dispersão e seleção de herbívoros favoráveis, como os que auxiliarão na defesa da planta (YOUNG et al., 1997). Contudo, é necessária a análise do percentual de herbivoria, uma vez que estes ataques podem ser extremamente danosos às plantas, aumentando a suscetibilidade à doenças, alteração de crescimento dos indivíduos, do sucesso reprodutivo, estabelecimento de plântulas e até mesmo afetar a distribuição espacial dos indivíduos em uma comunidade (COLEY et al., 1985; SCHOWALTER; LOWMAN, 1999).

O tipo de peças bucais de um inseto determina sua alimentação e o tipo de prejuízo que ocasiona. Estas estruturas são modificadas em diferentes grupos de insetos e usadas na classificação e identificação dos mesmos (BORROR; DE LONG, 1969) As peças bucais dos insetos são de dois tipos gerais, mastigadoras e sugadoras. Os mesmos autores evidenciam que nas peças bucais mastigadoras, as mandíbulas se movem para os lados e geralmente o inseto é capaz de arrancar e mastigar seu alimento, já os insetos com peças bucais sugadoras não têm mandíbulas deste tipo e não podem mastigar o alimento; suas peças bucais têm a forma de um bico alongado, através do qual o alimento líquido é sugado.

A herbivoria por insetos é também denominada fitofagia e segundo Gullan e Cranston (1998), podem ocorrer de diversas maneiras:

- Consumo foliar (alimentação externa): mais visível do que ataque por sugadores, os grupos mais frequentes são Lepidoptera e Coleoptera; outras ordens que se alimentam de folhas são: Orthoptera, Hymenoptera, Phasmatodea e Psocoptera.
- Minas e brocas (alimentação interna): podem ser subdivididos em:
  - Minadores: são insetos que residem e se alimentam da epiderme da planta. Podem ser: **Minadores de folhas**, alojando-se entre as duas epidermes da folha e minadores de caules, alojando nas camadas superficiais dos caules. Somente quatro ordens de holometábolos (insetos que sofrem metamorfose completa) são minadores: Diptera, Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera.
  - **Broqueadores**: são insetos que residem e se alimentam em camadas profundas da planta, dentro dos tecidos. As brocas podem se alimentar de qualquer parte da planta, estando o material vivo ou morto. As partes mais atacadas são troncos que são utilizados por Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera; frutos que são mais utilizados por Diptera, Lepidoptera e



Coleoptera; sementes utilizadas basicamente por Coleoptera e Lepidoptera.  
- **Sugadores de seiva** (alimentação interna): A alimentação se dá pela sucção do conteúdo do floema (seiva elaborada), pode provocar dano direto através do retardamento do crescimento geral da planta e dano indireto através da transmissão de viroses ou injeção de saliva tóxica. A grande maioria dos sugadores são insetos da ordem Heteroptera (Homoptera e Hemiptera) que se alimentam através de estiletes e insetos da ordem Thysanoptera que se alimentam via estiletes e via raspagem da epiderme.  
**Galhadores** (alimentação interna): são os insetos que emitem um estímulo químico às células de tecidos vegetais, fazendo com que estes tecidos se desenvolvam patologicamente.

### 3.2.2 Teorias da Herbivoria

A herbivoria é explicada por três teorias: Estresse, abundância e disponibilidade de recursos ou vigor. A hipótese do estresse ou vigor afirma que plantas sob estresse intenso estão sujeitas a maior degradação de enzimas ricas em nitrogênio (LARCHER 1986), diminuindo a síntese de proteínas e aumentando a concentração de aminoácidos, as tornando mais atrativas para os herbívoros (PRICE 1991). Na teoria da abundância, a intensidade da herbivoria pode estar relacionada à abundância das espécies vegetais, nesses casos, as encontradas com maior facilidade no ambiente investem mais em defesas (FEENY, 1976). Contudo, a hipótese da disponibilidade de recursos propõe que plantas em ambientes pobres em recursos investem mais em defesa, em decorrência do custo para repor novas folhas ser maior do que conservá-las (COLEY et al. 1985). Além dessas teorias, existe a hipótese da defesa ótima, esta estabelece uma diminuição de defesa quando os herbívoros não estão presentes (RHOADES, 1979).

### 3.2.3 Mecanismos de Resistência à Herbivoria

Os componentes do sistema de defesa das plantas são formados por compostos químicos e estruturas morfológicas com a finalidade de dificultar o acesso dos herbívoros até as plantas, por vezes podem afetar o desenvolvimento e a reprodução dos insetos (KARBAN; BALDWIN, 1997). As concentrações desses componentes variam com a idade da planta e estão localizados em uma ou mais partes da mesma (GOULD, 1998).

Alguns fatores que influenciam nas taxas de herbivoria foliar são as variações na luminosidade e sazonalidade, associadas à idade e altura da inserção da folha na copa da planta, presença de tricomas, cutícula espessada, esclerênquima, maior

dureza da folha devido à espessura foliar, da epiderme e do parênquima paliçádico, e metabólitos secundários (COLEY; BARONE, 1996).

De acordo com Dicke e Sabelis (1988) “As defesas induzidas por herbivoria (DIH) são componentes importantes do sistema defensivo das plantas ao ataque de insetos fitófagos”. Estas defesas podem ter atuação direta repelindo herbívoros (DE MORAES et al., 2001; KESSLER; BALDWIN, 2001), ou indireta, atraindo inimigos naturais, como insetos, aves ou nematoides entomopatogênicos (DUDAREVA et al., 2006). As DIH podem variar de acordo com: a espécie do herbívoro que ataca a planta; a presença de diferentes espécies de herbívoros em uma mesma planta; o tipo de hábito alimentar (mastigador ou sugador) do inseto; o estágio fisiológico e a espécie da planta (DICKE; HILKER, 2003).

Sobre os mecanismos de defesa das plantas em relação a luminosidade, Coley (1983) comparou a taxa de herbivoria em uma floresta tropical e verificou que plantas presentes em locais com maior receptividade de luz apresentaram maior taxa de ataques, provavelmente em decorrência do menor investimento em defesas físicas e químicas, o que torna suas folhas mais palatáveis do que as plantas sob dossel. Espécies de sub-bosque, por sua vez, tem como estratégia investir mais em defesa e menos em crescimento (GRIME, 1983).

Lowman (1995) afirma que no ambiente de clareiras, as espécies de plantas coexistem com estratégias desenvolvidas visando adaptabilidade, alocando recursos de forma diferencial para a fotossíntese, podendo ou não modificar a estrutura foliar influenciando assim interações com organismos herbívoros. De acordo com Murcia (1986), o efeito de borda é resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes que sofreram abrupta separação através de modificações no meio e de condições bióticas e abióticas. O autor também expõe que as espécies dispostas neste meio apresentam características em suas folhas como menor dureza e reduzida concentração de toxinas, além de possuir menor capacidade de defesa.

### 3.3 *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg

Conhecida popularmente como laranjeira-do-mato (*A. concolor*), com sinonímia botânica *Gymnanthes concolor*, é uma arvoreta característica da floresta estacional semidecidual, a sua ocorrência é desde o Ceará até o Rio Grande do Sul. Geralmente atinge de 2 a 10 m de altura e 18 a 35 cm de circunferência a altura do peito (CAP), é

comum no subdossel (SMITH et al., 1988), mas pouco frequente em clareiras (CARVALHO et al., 2000) e bordas (AMADOR; VIANA, 2000). Carvalho et al. (2000) descreveu esta espécie como uma arvoreta que ocupa o sub dossel de florestas, desenvolve-se perfeitamente a plena sombra.

Apresenta racemos com 2 a 3 cm de comprimento, com cerca de três a seis flores masculinas amareladas com até 4 mm de diâmetro e, comumente, duas flores femininas na base. Os frutos, são cápsulas globosas de 5 a 8 mm de diâmetro (SMITH et al., 1988), secos, deiscentes e autocóricos (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992), ou seja, liberados da planta-mãe de maneira espontânea através da abertura do fruto, tendo a queda por ação da gravidade, sendo assim não se dispersam para longe, diminuindo a taxa de sobrevivência. Tem folhas simples, alternas ou agrupadas no acume dos ramos, as flores se evidenciam nos meses de setembro a novembro, sua frutificação ocorre entre os meses de dezembro a março (SMITH et al, 1988).

#### 3.4 *Holocalyx balansae* Micheli

O alecrim (*H. balansae*) é uma árvore perenifólia, com 5 a 10 m de altura e 20 a 50 cm de DAP (Diâmetro a Altura do Peito), podendo atingir até 25 m de altura e 100 cm de DAP, na idade adulta. É uma espécie característica do interior da floresta primária, não sendo comum na vegetação secundária, seu grupo sucessional é de espécie clímax (FERRETTI et al., 1995), que são espécies cujas sementes podem germinar sob sombra e as plântulas são encontradas sob o dossel, mas podem também ser encontradas em ambientes abertos (MACIEL et al., 2003).

A *Holocalyx balansae* é encontrada naturalmente na Floresta Estacional Semidecidual (KLEIN, 1985), na formação Submontana (CARVALHO et al., 1996), na Floresta Estacional Decidual (RAMBO, 1980), ocupando o estrato intermediário, e nas matas de galeria na Região Centro-Oeste (SILVA JÚNIOR et al., 1998). Ocorre em solos rochosos e úmidos, que possuam boa disposição de nutrientes e consequentemente maior fertilidade. Em solos encharcados não há incidência do alecrim. Apesar de sua ocorrência no interior da mata primária, quando adulto, suporta bem a luz direta (BURKART, 1979; LORENZI, 2002).

As flores do alecrim geralmente são caracterizadas pelo tamanho pequeno e pelo perfume, além da coloração amarelada a esbranquiçadas, são agrupadas em racemos curtos e compostos, seus frutos são globosos e amarelados carnosos,

indeiscentes com cerca de 12 a 19 mm de diâmetro, geralmente com uma semente (CARVALHO, 2003). É uma espécie comumente utilizada para marcenaria, reflorestamento ambiental (CARVALHO, 2003) e arborização urbana (SOUZA; LORENZI, 2008), sendo largamente utilizada na arborização de parques, praças e ruas (TOLEDO FILHO et al., 1988; LORENZI,1992).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida em um fragmento de Floresta Estacional Decidual de Mata Atlântica, com 34,2 ha, localizado nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, RS (Figura 1).

A área de estudo está situada na Região Médio Alto Uruguai a 566 metros de altitude, com classificação climática, segundo Köppen, do tipo Cfa, precipitação pluvial com média anual entre 1.800 e 2.100 mm e temperatura média anual em torno de 18° C (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Figura 1 - Localização do fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: Google Earth Pro (2023).

### 4.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

Para a coleta de dados foram estabelecidas 20 parcelas de 10 m X 10 m (Figura 2), sistematicamente alocadas com espaçamento de 50 metros (Figura 3), onde se considerou como borda de fragmento a medida da margem até 50 metros adentro.



Desconsiderando a área de borda, a área efetiva de estudo foi reduzida para 20,4 hectares.

Figura 2 - Instalação de parcela no Fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: A autora (2022).

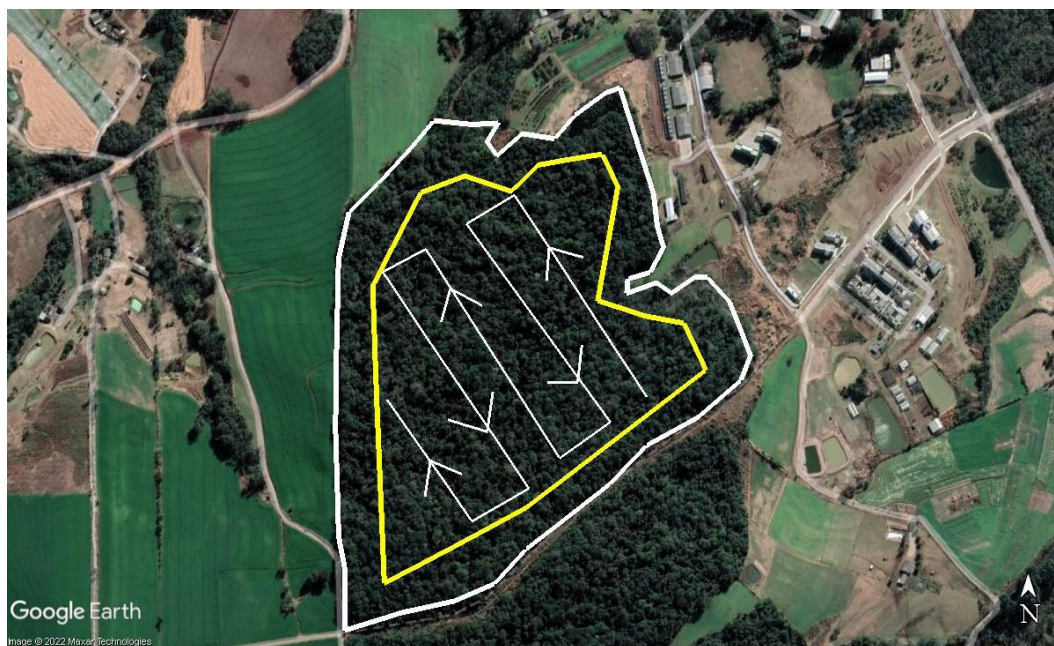
Figura 3 - Equipe realizando medição de espaçamento entre parcelas no fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: A autora (2022).

O caminhamento iniciou no sentido noroeste do fragmento florestal, alocando a primeira parcela somente após desconsiderar 50 metros da borda do fragmento. O sentido do caminhamento permaneceu inalterado até o marco limite de 50 metros em relação a borda do outro lado do fragmento. Ao atingir este limite, o sentido do caminhamento foi alterado para oeste, após mais 50 metros de caminhamento alocou-se outra parcela, sendo esta a primeira da segunda linha. A partir desta, o sentido do caminhamento se deu em descida do fragmento, ou seja, sudoeste, até obter a margem limite e assim sucessivamente, formando quatro linhas sistemáticas de 5 parcelas cada uma, como demonstrado no esquema da Figura 4:

Figura 4 – Área efetiva de estudo (amarelo) e sentido do caminhamento para alocação das parcelas em fragmento de Floresta Estacional Decidual, na UFSM, campus Frederico Westphalen



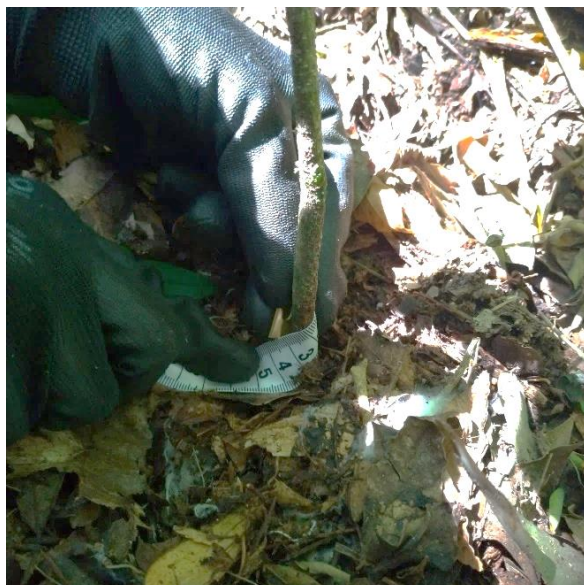
Fonte: Google Earth Pro (2023).

### 4.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS

O levantamento de dados ocorreu entre 8 de outubro até 11 de novembro de 2022, onde a herbivoria foi verificada para indivíduos entre de 0,50 metros e 2,00 metros de altura, devido a logística, pois a metodologia utilizada não é destrutiva e se faz necessário conseguir analisar visualmente todas as folhas dos indivíduos. O diâmetro do coleto logo acima do solo e a altura foram mensurados com o auxílio de uma fita métrica (Figuras 5 e 6).



Figura 5 - Medição de circunferência do coleto em centímetros



Fonte: A autora (2022).

Figura 6 - Medição da altura total em centímetros



Fonte: A autora (2022).

Além disso, as plântulas tiveram todas as folhas contadas e classificadas visualmente quanto à porcentagem de perda de limbo foliar.

A classificação visual das folhas herbivoradas ocorreu através da porcentagem de área foliar perdida de acordo com a metodologia de Dirzo e Dominguez (1995), como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de herbivoria para classificação de folhas segundo porcentagem de perda de limbo foliar (adaptada de Dirzo e Dominguez, 1995).

<b>Classe de herbivoria</b>	<b>Porcentagem de área foliar perdida</b>
0	folhas intactas
1	> 0% até 6%
2	> 6% até 12%
3	> 12% a 25%
4	> 25% a 50%
5	> 50% até 100%
6	folhas mortas

Fonte: A autora (2023).



Para isto, o dano foi definido como a remoção de tecido foliar com potencial fotossintético, causado por herbívoros mastigadores, cortadores, sugadores, raspadores ou minadores. A herbivoria por galhadores não foi incluída na classificação por não haver perda do tecido fotossintético ativo em decorrência do tipo de dano causado por eles em plântulas, já que o tecido superficial permanece verde. Os outros tipos de danos, causados por líquens ou patógenos, mecânicos, entre outros, não foram contabilizados como porcentagem de limbo foliar perdido por herbívoros para evitar índices de herbivoria superestimados.

Os índices de luminosidade foram determinados através da ferramenta luxímetro digital modelo LDR-225 (Figura 7), a mensuração ocorreu a 1,0 metro do solo (Figura 8) em cinco pontos por parcela, sendo um em cada limite angular de 90°, totalizando quatro cantos e um ponto central. Os levantamentos ocorreram entre as onze horas da manhã e uma hora da tarde devido a maior incidência solar e priorizando apenas dias plenamente ensolarados.

Figura 7 - Luxímetro digital modelo LDR-225



Fonte: A autora (2022).

Figura 8 - Medição de índice de luminosidade (lux) com luxímetro digital a 1,0 metro de altura do solo



Fonte: A autora (2022).

#### 4.4 ANÁLISE DE DADOS

A partir dos dados obtidos na classificação visual, o cálculo do índice de herbivoria (IH) foi realizado no Microsoft Excel (2016)®, multiplicando o número de

folhas em cada classe ( $n_i$ ) pelo valor da classe de herbivoria ( $i$ ), e dividindo esse valor pelo número total de folhas do indivíduo ( $N$ ), de acordo com a fórmula:

$$IH = \sum n_i (i) / N \quad (1)$$

Após obter o índice de herbivoria (IH) individual, foi possível obter uma média geral de IH para as duas espécies por parcela, obtendo todas as médias por parcela. Uma média geral de todas as parcelas também foi aplicada para as duas espécies. Os dados de índice de herbivoria das duas espécies analisadas foram submetidos ao Teste T de Student ( $p < 0,05$ ).

O fluxo luminoso por intensidade de área foi calculado através da média de cinco pontos por parcela, na unidade derivada Lux (lx), e analisado através do Teste T, correlacionando luz e intensidade de herbívora.

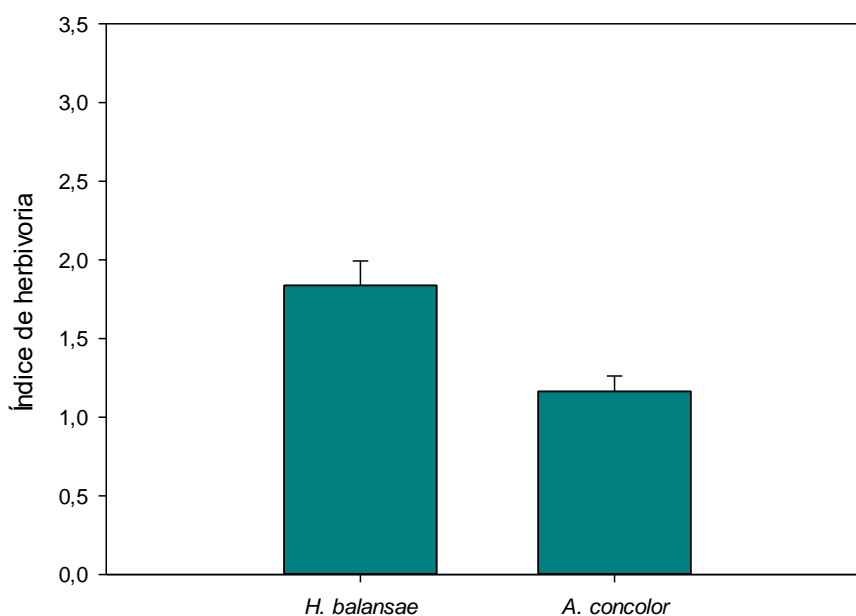
Realizou-se análise de regressão linear simples entre os dados de herbívora, luminosidade e altura das plantas avaliadas ( $p < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas no software estatístico RStudio (R core Team, 2020), com auxílio dos pacotes ExpDes (FERREIRA et al. 2021), Metan (OLIVOTO, 2021) e lmtest (CHAMBERS, 1992). Foi verificado o ajuste do modelo comparando o gráfico de valores ajustados versus residuais, a distribuição de resíduos no gráfico QQ e o histograma de resíduos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram amostradas 177 plântulas analisadas, sendo 107 (60,45%) de *Actinostemon concolor* e 70 (39,55%) de *Holocalyx balansae*, salientando que todos os indivíduos apresentaram índice de herbivoria. Não foram encontrados indivíduos de *A. concolor* em três parcelas onde se percebeu a falta de matrizes da espécie por perto, *H. balansae* também não foi localizado em outras três parcelas devido ao mesmo motivo. Os insetos herbívoros mais visualizados a campo foram formigas cortadeiras (*Atta* spp e *Acromyrmex* spp) e lagartas da ordem Lepidoptera. Sendo que as formigas cortadeiras são consideradas os herbívoros generalistas dominantes dos ecossistemas tropicais (BARBOSA, 2009).

O índice de herbivoria para *Holocalyx balansae* demonstrou um intervalo de 0,79 a 3,00 (valores entre 0 e 6), com a média geral das parcelas de 1,81, já *Actinostemon concolor* apresentou um intervalo de 0,53 a 1,96, sendo a média geral das parcelas de 1,17 (Gráfico 1):

Gráfico 1 – Índice de herbivoria de *H. balansae* e *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: A autora (2023).

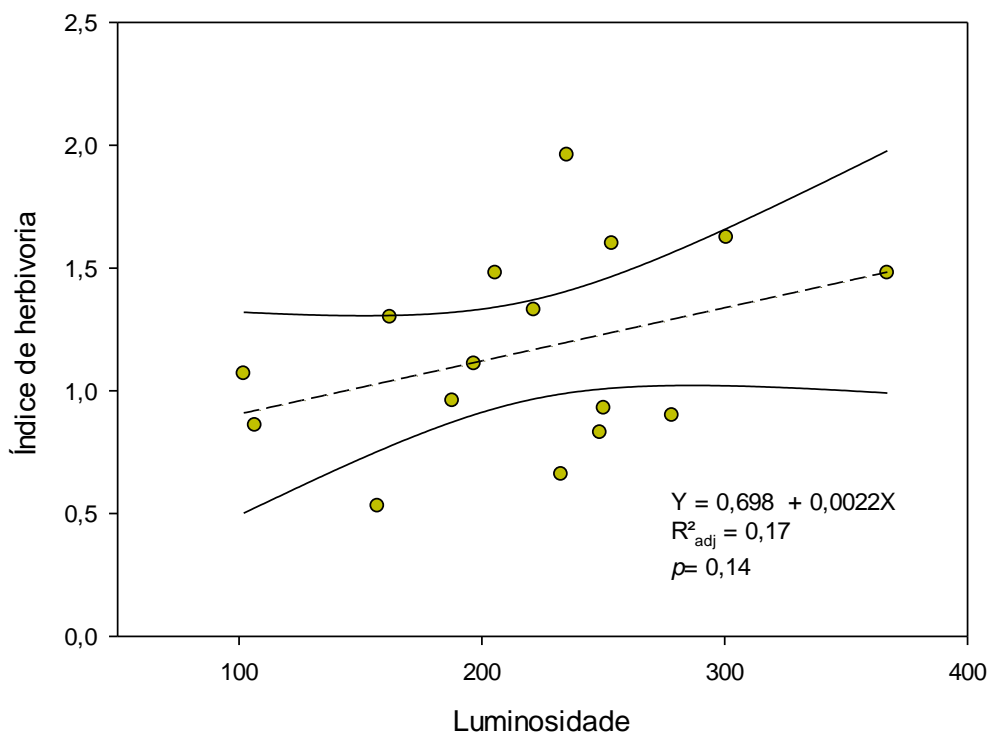
O comportamento de ambas as espécies corresponde a classe de herbivoria nível 1, equivalente a porcentagem entre 0% e 6% de área foliar consumida, sugerindo que os herbívoros experimentam a planta e, após detectar a presença de compostos

químicos de defesa, abandonam a folha. É provável que outros herbívoros evitem a folha consumida, o que condiz com a baixa porcentagem de área foliar consumida nas classes seguintes. De encontro com este comportamento, Von Mühlen (2018) obteve resultados semelhantes para o índice de herbivoria em *A. concolor* no mesmo fragmento florestal em sub-bosque, onde 47,62% das plantas analisadas estavam na classe 1 (1-6%), 42,86% na classe 2 (6,1-12%), 9,52% na classe 3 (12,1-25%), sendo 0% para as classes 4 (25,1-50%) e 5 (50,1-100%).

Sendo as duas espécies arbóreas perenes, a herbivoria costuma ser menor quando comparada com as espécies decíduas, uma vez que esta última apresenta baixas defesas físicas e/ou químicas contra a herbivoria. Além disso, plantas perenes apresentam maior dureza foliar e espessura visto a maior concentração foliar de lignina (CHABOT; HICKS, 1982). Resultados análogos foram encontrados por Flor (2014) em fragmento de Mata Atlântica em Siderópolis, SC, utilizando a mesma metodologia, observou um índice de herbivoria similar nas plântulas no mesmo período de estudo (outubro), variando de 0,40 até 1,10 (0 a 6%), sendo que estes valores vem de encontro com a taxa de herbivoria média registrada na Mata Atlântica, que é de até 7,20%, equivalente em relação ao registrado a nível global para regiões tropicais (SILVA, 2021). Também é esperado que em comunidades naturais, até 10% da produção vegetal seja consumida por herbívoros (COLEY et al. 1985). Indicando um padrão normal nos índices de herbivoria.

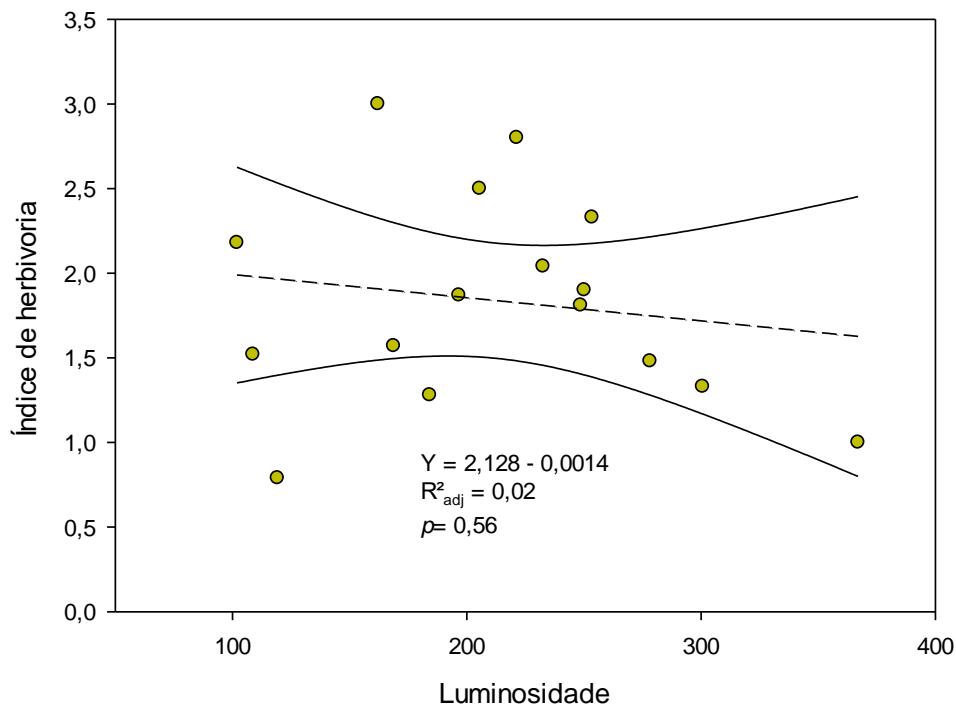
Em relação à luminosidade, o índice de herbivoria não diferiu para *A. concolor* ( $p=0,14$ ), nem para *H. balansae* ( $p=0,56$ ), ou seja, a herbivoria ocorreu independente da luminosidade, que se manteve em um intervalo entre 100 e 400 lx, demonstrado nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 – Relação da luminosidade (lux) com o índice de herbivoria para *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen,RS



Fonte: A autora (2023).

Gráfico 3 – Relação da luminosidade (lux) com o índice de herbivoria (%) para *H. balansae* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen,RS



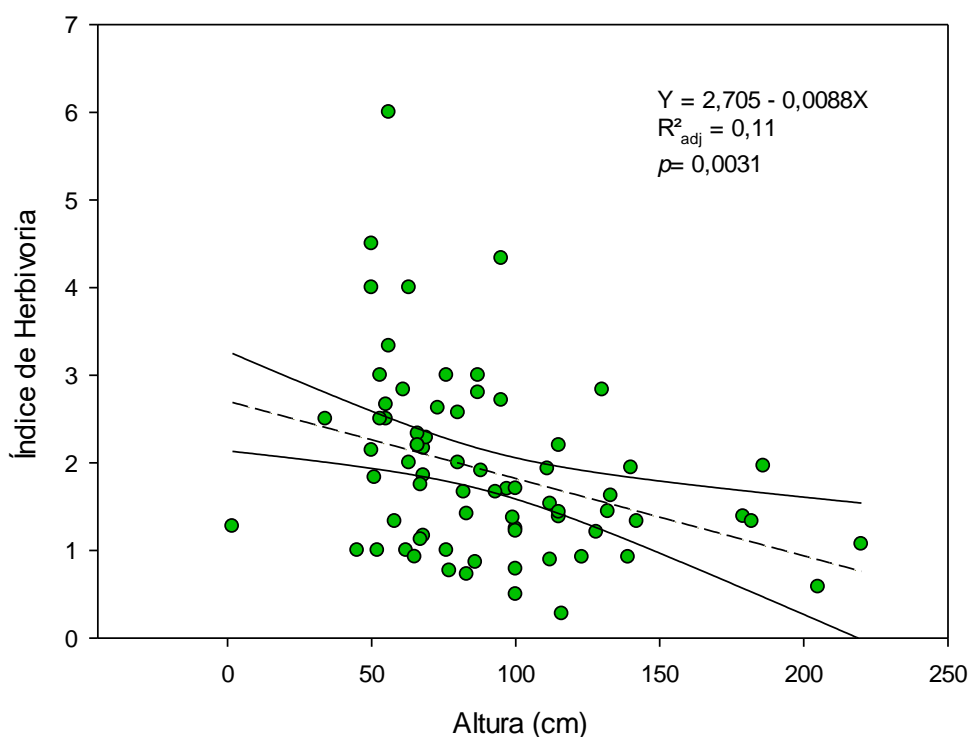
Fonte: A autora (2023).

Uma explicação possível é que não haja limitação de recurso no interior do fragmento, dessa forma, o sombreamento observado pode não ter sido intenso o suficiente para limitar a luz enquanto recurso para o sub-bosque, seguindo a premissa de Coley et al. (1985), onde o tipo e a quantidade de defesas de uma planta são primariamente determinadas pela disponibilidade de recursos do ambiente em que vivem. Assim, as plantas responderiam da mesma forma à herbivoria por estarem sujeitas à mesma disponibilidade de recursos em relação à luz.

Comportamento semelhante é observado no estudo de Pioker et al. (s.d.), em uma restinga alta com plântulas sombreadas e não sombreadas. Constatou-se que não houve diferença de índice de herbivoria entre as espécies em relação à luz. Uma explicação possível é que a resposta à herbivoria pode ser espécie-específica, tornando a comunidade muito heterogênea e dificultando a detecção de alguma relação entre herbivoria e disponibilidade de luz.

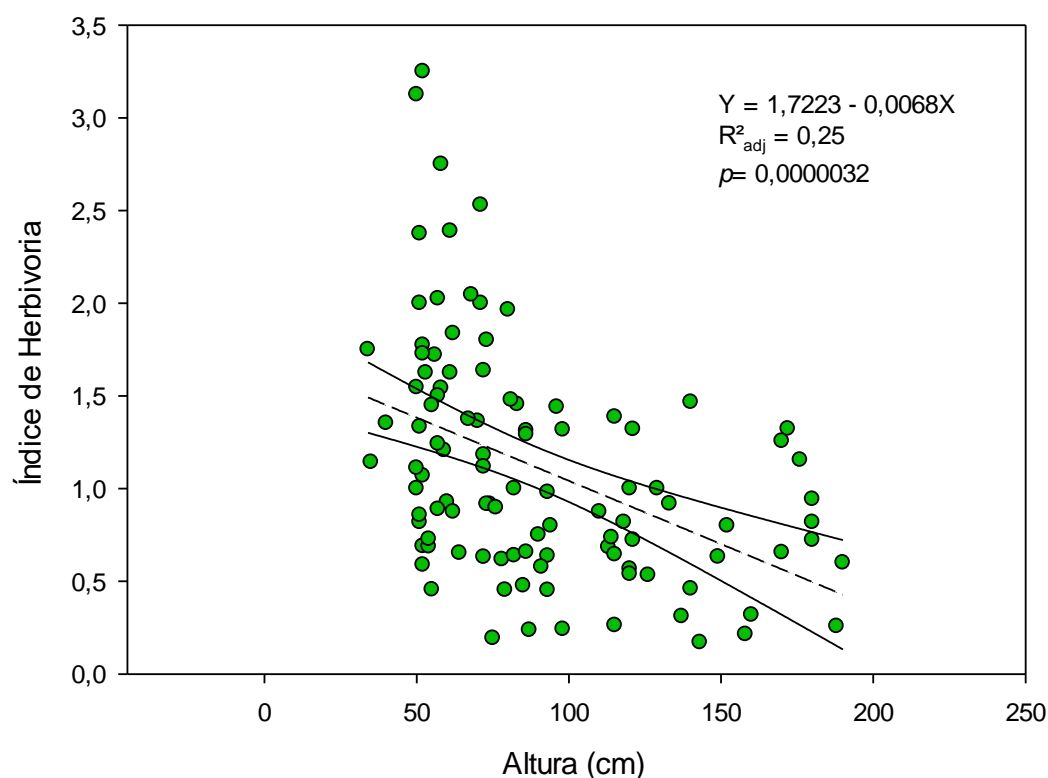
Em contra partida, a relação de altura das plantas com o índice de herbivoria apresentou diferença ( $p < 0,05$ ) para as duas espécies, *H. balansae* ( $p = 0,0031$ ) e *A. concolor* ( $p = 0,000032$ ). Onde os maiores IH (0 a 6) foram encontrados nas plantas de menor altura de acordo com os Gráficos 4 e 5.

Gráfico 4 – Relação da altura das plantas com o índice de herbivoria para *H. balansae* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: A autora (2023).

Gráfico 5 – Relação da altura das plantas com o índice de herbivoria para *A. concolor* em fragmento de Floresta Estacional Decidual na UFSM, campus Frederico Westphalen, RS



Fonte: A autora (2023).

Sendo as plântulas menores diretamente conexas com a menor idade dos indivíduos, portanto dispondo de folhas mais jovens, Cooke et al. (1984) discutem que em relação à suscetibilidade de plantas à herbivoria, as folhas jovens comparadas com as folhas maduras, são mais consumidas pelos herbívoros, pelo fato de apresentarem alocação energética voltada ao crescimento, com baixas barreiras defensivas como uma menor densidade de fibras em suas folhas, enquanto as folhas adultas buscam concentrar sua energia para a defesa.

Os resultados vem de encontro com o teste de palatabilidade de Oliveira (2013), onde as folhas maduras foram menos palatáveis do que folhas jovens, analisando o peso de larvas que se alimentaram apenas de folhas novas e outras larvas que consumiram apenas folhas maduras, onde as últimas citadas obtiveram baixo ganho de peso, associado à morte de algumas lagartas, o que pode estar ligado às defesas presentes na folha madura, como a presença dos taninos, conhecidos por tornar as proteínas vegetais indigeríveis e de alcaloides, conhecidos como tóxicos. Ainda, de acordo com Coley e Barone (1996), as folhas mais novas em sua maioria,

apresentam grande concentração de nutrientes e por isso são mais predadas se comparadas com as folhas mais maduras.

Em relação a preferência dos herbívoros encontrados, as formigas cortadeiras concentram suas coletas em espécies pioneiras, que têm menos defesas químicas e maiores taxas de nutrientes e têm clara preferência por folhas jovens, que são mais macias e fáceis de cortar (BARBOSA; 2009). Esta preferência por espécies pioneiras também se relaciona com o fato de *A. concolor* e *H. balansae* não fazerem parte deste grupo ecológico, portanto menos atacadas. Além disso, o baixo índice de herbivoria pode ser explicado pela teoria da abundância, onde a disponibilidade de alimentação para os herbívoros é satisfatória, mantendo os índices baixos. Ainda, as folhas novas de ambas as espécies estudadas apresentaram IH mais elevado, corroborando com a preferência dos insetos por folhas jovens.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*A. concolor* e *H. balansae* foram herbivoradas com menos intensidade, classificadas em nível 1 de índice de herbivoria, neste sentido, sugere-se que as espécies possam estar enquadradas na teoria da abundância, na qual a fonte de alimentação dos herbívoros é abundante, portando o índice de herbivoria se mantém baixo. Também considera-se que ambas estejam dentro dos padrões esperados de índice de herbivoria para espécies da Mata Atlântica.

Houve diferenciação para as espécies em relação à altura, sendo as menores mais atacadas, corroborando com a preferência por folhas mais novas entre os herbívoros, no entanto as plântulas não apresentaram vulnerabilidade quanto à sobrevivência e perpetuação das espécies, por apresentarem índice de herbivoria baixo.

Ainda, sugere-se a realização de mais pesquisas que respondam todas as questões relacionadas à herbivoria das espécies estudadas, tanto no âmbito da espécie de planta em relação às condições ambientais, como a relação da espécie com o tipo de herbívoro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADOR, D.B.; VIANA, V.M. **Dinâmica de capoeiras baixas na restauração de um fragmento florestal**. *Scientia Forestalis* 57:69-85. 2000.

AOYAMA, E; LABINAS, A. **Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos**. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, 2012.

BARBOSA, V. S. **Influência da herbivoria de formigas cortadeiras no sucesso reprodutivo de espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Atlântica Nordestina**. 2009. Disponível em: <[https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/524/1/arquivo4339\\_1.pdf](https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/524/1/arquivo4339_1.pdf)>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

BENÍTEZ-MALVIDO, J.; LEMUS-ALBOR, A. **The seedling community of tropical rain Forest edges and its interaction with herbivores and pathogens**. *Biotropica*, v. 37, p. 301-313, 2005.

BFG (The Brazil Flora Group) 2021. **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/126>>. Acesso em: 14 de novembro de 2022.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasília, DF, p. 36, 2019. Disponível em: <<https://www.florestal.gov.br/publicacoes/1737-florestas-do-brasil-em-resumo-2019>>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

BURKART, A. **Leguminosas Mimosoideas**. In: REITZ, B.; KLEIN, R. M. (Orgs). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 299, 1979

CARVALHO, D. A. de; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; VILELA, E. de A. **Flora arbustivo-arbórea de mata ripária do médio Rio Grande** (Conquista, Estado de Minas Gerais). *Cerne*, Lavras, v. 2, n. 2, p. 48-68, 1996.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, p. 1039, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Produção de mudas de espécies nativas por sementes e implantação de povoamentos**. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). *Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, p. 151-174, 2000.

CHABOT, B. F.; HICKS, D. J. **The ecology of leaf life spans**. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1982.

CHAMBERS, J. M. Linear models. Chapter 4 of *Statistical Models in S* eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole, 1992.

COLEY, P.D; BARONE, J.A. **Herbivory and plant defenses in tropical forests.** Annual Review of Ecology and Systematics, v.27, p. 305-335, 1996 Disponível em: <[https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.ecolsys.27.1.305#\\_i3](https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.ecolsys.27.1.305#_i3)>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

COLEY, P. D. **Herbivory and defensive characteristic of tree species in a Lowland tropical forest.** Ecological Monographs, v. 53, p. 209-233, 1983. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1942495?seq=1>> . Acesso em: 03 de maio de 2022.

COLEY, P.D., BRYANT J.P.; CHAPIN, F.S. **Resource availability and plant anti-herbivore defense.** Science v. 230, p. 895-899, 1985.

COOKE, F. P.; BROWN, J. P.; MOLE, S. **Herbivory, foliar enzyme inhibitors, nitrogen and leaf structure of young and mature leaves in a tropical forest.** Biotropica, 16: 257-263, 1984

CRAWLEY, M. J. **Plant-herbivore dynamics.** 2 ed., Oxford, Plant ecology, 1997. 474p

DEL-CLARO, K.; V. BERTO, V.; W. RÉU, W. **Effect of herbivore deterrence by ants in increase fruit set in an extrafloral nectary plant, Qualea multiflora (Vochysiaceae).** Journal of Tropical Ecology, v. 12, p. 887-892, 1996. Disponível em: <[http://www.leci.ib.ufu.br/pdf/effect\\_herbivory.pdf](http://www.leci.ib.ufu.br/pdf/effect_herbivory.pdf)>. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

DICKE, M.; HILKER, M. **Induced plant defences: from molecular biology to evolutionary ecology.** Basic and Applied Ecology, v.4, p.3-14, 2003.

DICKE, M.; SABELIS, M.W. **How plants obtain predatory mites as bodyguards.** Netherlands Journal of Zoology, v.38, p.148-165, 1988.

DUDAREVA, N.; NEGRE, F.; NAGEGOWDA, D.A.; ORLOVA, I. **Plant volatiles: recent advances and future perspectives.** Critical Reviews in Plant Sciences, v.25, p.417-440, 2006

FERREIRA, E; CAVALCANTI, P; NOGUEIRA, D. ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese), 2021.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. de F.; SANTOS, J.D. dos; BARROS, M. I. A. de; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. de. **Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo.** Florestar Estatístico, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-84, 1995.

FLOR, I. C. **Herbivoria e produção de serrapilheira em remanescentes florestais da floresta ombrófila densa sob diferentes estágios sucessionais, no Sul de Santa Catarina.** Criciúma, SC : Ed. do Autor, p. 71 , 2014.

GOULD, F. **Sustainability of Transgenic Insecticidal Cultivars: Integrating Pest Genetics and Ecology.** Annual review of entomology, v. 43, p. 701-726, 1998.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/8666060\\_Sustainability\\_of\\_Transgenic\\_Insecticidal\\_Cultivars\\_Integrating\\_Pest\\_Genetics\\_and\\_Ecology](https://www.researchgate.net/publication/8666060_Sustainability_of_Transgenic_Insecticidal_Cultivars_Integrating_Pest_Genetics_and_Ecology). Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. 5ed. London: Chapman e Hall, 1998. Disponível em: < <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/The-Insects-An-Outline-of-Entomology.pdf> >. Acesso em: 19 de junho de 2022.

GRIME, J.P. **Plant strategies and vegetation processes**. (Grime, J.P. ed.) The Pitman Press, Great Britain, 1983.

FEENY, P. **Plant apparency and chemical defense**. Recent Advances Phytochem. v. 10, p. 1-40, 1976.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. **Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem**. O ecologia Brasiliensis, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

JUVANHOL, R.S.; FIEDLER, N.C.; SANTOS, A.R.; PIROVANI, D.B.; LOUZADA, F.L.R.O; DIAS, H.M; TEBALDI, A.L.C. **Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande** Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO – JBRJ. **Flora do Brasil**, 2020. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 24 de junho de 2022.

KARBAN, R.; BALWIN, I. T. **Induced responses to herbivory**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?redir\\_esc=y&hl=pt-BR&id=bJi1sXCSU9sC&q=componentes+do+sistema+de+defesa+das+plantas#v=onepage&q=componentes%20do%20sistema%20de%20defesa%20das%20plantas&f=false](https://books.google.com.br/books?redir_esc=y&hl=pt-BR&id=bJi1sXCSU9sC&q=componentes+do+sistema+de+defesa+das+plantas#v=onepage&q=componentes%20do%20sistema%20de%20defesa%20das%20plantas&f=false) >. Acesso em: 24 de junho de 2022.

KLEIN, R. M. **A vegetação florestal**. In: BIGARELLA, J. J. Visão integrada da problemática da erosão. Curitiba: ADEA: IBGE. p. 71-91, 1985

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Editora Pedagógica e Universitária Ltda. São Paulo, Brasil, 1986.

LOPES, A. P. S. et al. **Defesas induzidas por herbivoria e interações específicas no sistema tritrófico soja-percevejos-parasitoides de ovos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, p. 875-878, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed., v.1, Nova Odessa: Plantarum, p. 368, 2002.

LOWMAN, M.; BOURICIUS, B. **The construction of platforms and bridges for forest canopy access.** *Selbyana*, 16 (2): p. 179-184, 1995

MACIEL, M. de N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. **Classificação ecológica das espécies arbóreas.** *Revista Acadêmica Ciência Animal*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 69–78, 2003. DOI: 10.7213/ciência animal. v1i214922. Disponível em: < <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/14922>>. Acesso em: 19 de junho de 2022.

MANTOVANI, W. **Delimitação do bioma Mata Atlântica: implicações legais e conservacionistas. Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação.** 1º ed. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, p.287-295, 2003.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil.** Editora UFV, Viçosa, MG, p. 89, 2009.

MAZZURANA, E. R. **Mata Atlântica: patrimônio natural, cultural e biológico do Brasil.** *Revista Encontros Teológicos*, v. 31, n. 3, 2016.

MELLO, M. **Influence of herbivore attack patterns on reproductive success of the shrub *piperhispidum* (piperaceae).** *Ecotropica*, Bonn, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br> . Acesso em: 07 de junho de 2022.

MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Ecologia e preservação de uma floresta urbana: Reserva de Santa Genebra.** Campinas: Ed. da Unicamp, p. 121-129, 1995.

MURCIA, C. **Edge effevtes in fragmented forest: implications for conservation,** – *Tree* v. 6, p.10-58, 1986.

OLIVEIRA, D. V. A. de. **Variação na qualidade de folhas de *guapira graciliflora* (nyctaginaceae) ao longo do seu desenvolvimento e efeito na herbivoria.** 2013.

OLIVOTO T. *Metan: Análise de ensaios em vários ambientes*, 2021.

PANNUTI, M. I. da R. **Aspectos da distribuição espacial, associação com hábitat e herbivoria dependente da densidade de *Calophyllum brasiliense* Camb.(Clusiaceae) em restinga alta na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP, Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009.

PEREIRA, A.C. **Herbivoria em espécies decíduas e perenes da caatinga no Nordeste do Brasil.** Tese de Dourado. - Itapetinga: UESB, p. 60, 2014. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2017/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Ana-Carla-.pdf>>. Acesso em: 17 de novembro de 2022.

PIOKER, F. C. et al. **A disponibilidade de recurso interfere na resposta das plantas à herbivoria?**

- PRICE, P.W. **The plant vigor hypothesis and herbivores attack.** *Oikos* 62: p. 244-251. 1991
- RAMBO, B. **A mata pluvial do alto Uruguai.** *Roessléria*, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 101-140, 1980.
- RAMBO, B. **Migration routes of the South brasilian rain florest.** *Pesquisa botânica*, São Leopoldo, v. 12, p. 1-54, 1961.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020
- REITZ, R. et al. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SUDESUL-GERS-IBDF, 1988.
- RHOADES, D.F. **Evolution of plant chemical defense against herbivores.** In: Rosenthal, G.A. & D.H. Janzen (eds.). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*, p. 1-55. Academic Press. New York, USA. 1979
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEMA/UFSC, v 1, 2, p. 706. 2001.
- SANTOS, R. C. M.; PÁGLIA, A. **Mata Atlântica: características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas.** *Acervo da Iniciação Científica*, 2010.
- SCHOWALTER, T.D; LOWMAN, M.D. **Forest herbivory by insects.** In *Ecosystems of the World: Ecosystems of Disturbed Ground* (L.R. Walker, Ed.). Elsevier, Amsterdam, p. 269–285, 1999.
- SILVA JÚNIOR, M. C. da; NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M. **Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil central.** *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, Brasília, v. 2, p. 57-75, 1998.
- SILVA, M. M. da. **Padrões de herbivoria, defesas anti-herbivoria e ocorrência de guildas de insetos em comunidades vegetais da mata atlântica.** 208 p. 2021
- SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais. **Os biomas e suas florestas.** Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/recursos--florestais/os-biomas-e-suas-florestas> . Acesso em: 07 de junho de 2022.
- SMITH, L.B., DOWNS, R.J; REITZ, R. **Euforbiáceas. In Flora ilustrada catarinense.** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1988.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 768 p. 2008.

TOLEDO FILHO, R. D. **Natural fibre reinforced mortar composites**: experimental characterisation. Rio de Janeiro: DEC-PUC-Rio/DEC-Imperial College. Tese Doutorado. 483 p. 1997.

VON MÜHLEN, A. L. **Herbivoria em plântulas de *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Müll. Arg. e *Sorocea bonplandii* (Baill) W. C. Burguer, Lanjow & Boer em Floresta Estacional Decidual**. Frederico Westphalen, RS. 2018.

YOUNG TP, STUBBLEFIELD CH, ISBELL LA. **Ants on swollen-thorn acacias: species coexistence in a simple system**. *Oecologia* 109:98-107, 1997.