

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Tiago Luis Badin

**INFLUÊNCIA DO *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) NA
PRODUTIVIDADE DE *Acacia mearnsii* (DE WILD) NO RIO GRANDE DO SUL,
BRASIL**

Santa Maria, RS

2023

Tiago Luis Badin

**INFLUÊNCIA DO *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) NA
PRODUTIVIDADE DE *Acacia mearnsii* (DE WILD) NO RIO GRANDE DO SUL,
BRASIL**

Defesa de Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Manejo Florestal, Área de Concentração em Economia e Política Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Antonio de Farias

Santa Maria, RS

2023

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Badin, Tiago Luis
INFLUÊNCIA DO *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) NA
PRODUTIVIDADE DE *Acacia mearnsii* (DE WILD) NO RIO GRANDE
DO SUL, BRASIL / Tiago Luis Badin.- 2023.
111 p.; 30 cm

Orientador: Jorge Antonio de Farias
Coorientador: Ervandil Corrêa Costa
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2023

1. Acácia-negra 2. Cascudo-serrador 3. Dano
volumétrico 4. Volume comercial I. Farias, Jorge Antonio
de II. Costa, Ervandil Corrêa III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, TIAGO LUIS BADIN, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Tiago Luis Badin

INFLUÊNCIA DO *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) NA PRODUTIVIDADE DE *Acacia mearnsii* (DE WILD) NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Pós-graduação em Manejo Florestal, Área de Concentração em Economia e Política Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Florestal**.

Aprovado em março de 2023:

Jorge Antonio de Farias, Dr. (UFSM)

(Presidente/Orientador)

Fabiano de Oliveira Fortes, Dr. (UFSM)

Professor adjunto

Fábio de Jesus Batista, Dr. (UFRA)

Professor adjunto

Jackson Freitas Brilhante de São José, Dr. (DDPA/SEAPDR)

Lucio de Paula Amaral, Dr. (UFSM)

Professor adjunto

Santa Maria, RS

2023

DEDICATÓRIA

Para a guerreira, meu exemplo de vida, maior apoiadora, meu amor incondicional, minha maior fã e base de tudo na minha vida, minha mãe Irma Badin.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) pela oportunidade de realização deste trabalho, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo aporte financeiro.

A meu orientador, professor Dr. Jorge Antonio de Farias, pela confiança e orientação, sobretudo, amizade e ensinamentos.

Aos membros do comitê de orientação e da banca de defesa, em especial ao professor Dr. Ervandil Corrêa Costa, pelas contribuições na realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Economia e Política Florestal da UFSM, pela amizade, auxílios, esforços e contribuições.

Aos meus colegas de doutorado, Felipe Manzoni (UFPR), Pábulo Diogo de Souza (UFSM), Mateus Sabadi Schuh (UFSM) e professores Prof. Dr. Elisiane Alba (UFRPE), Prof. Dr. Luciano Denardi (UFSM) e Prof. Dr. Fabiano de Oliveira Fortes (UFSM), pelo incentivo, amizade e soluções.

Às empresas Seta e Tanac pela disponibilização de suas áreas para coletas de dados.

Aos meus amigos das casas FBF 70 e 80, minha segunda família em Santa Maria.

A alguém muito especial, minha gratidão eterna por me ajudar a não surtar no período de escrita deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

INFLUÊNCIA DO *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) NA PRODUTIVIDADE DE *Acacia mearnsii* (DE WILD) NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTOR: Tiago Luis Badin

ORIENTADOR: Jorge Antonio de Farias

Este trabalho tem por objetivo avaliar a influência na produtividade causada pelo *Oncideres impluviata* em *Acacia mearnsii*. Para avaliação foram utilizados dados provenientes de quatro unidades de manejo de acácia-negra no município de Encruzilhada do Sul, RS. Os dados obtidos, via inventário florestal, foram utilizados para o cálculo de volume total e volume comercial obtidos pelos modelos de Spurr não linearizado e Schumacher-Hall não linearizado, também foram testadas as distribuições volumétricas dos dados ano a ano e submetidas ao teste de Kruskal-Wallis. Os resultados obtidos mostraram que as árvores atacadas em galhos laterais têm o mesmo volume que árvores não atacadas, no entanto, diferenciam-se somente quanto à tipologia do ataque, se este for na gema apical, ocorrida aos dois anos, tem alteração a longo prazo no volume comercial, acumulando perdas atribuídas diretamente ao inseto que variam de 48.42% até 83.5% dependendo do nível de ataque. Concluiu-se que, o inseto é sim uma das causas de redução de volume principalmente quando o ataque apical ocorre aos dois anos.

Palavras chave: Acácia-negra, Cascudo-serrador, Dano volumétrico, Volume comercial.

ABSTRACT

INFLUENCE OF *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) ON *Acacia mearnsii* (DE WILD) PRODUCTIVITY IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

AUTHOR: Tiago Luis Badin

ADVISOR: Jorge Antonio de Farias

This work aims to evaluate the influence on productivity caused by *Oncideres impluviata* in *Acacia mearnsii*. For the evaluation, data from four black wattle management units in the municipality of Encruzilhada do Sul, RS, were used. The data obtained, via forest inventory, were used to calculate the total volume and commercial volume obtained by the non-linearized Spurr and non-linearized Schumacher-Hall models, the volumetric distributions of the data year by year were also tested and submitted to the Kruskal test - Wallis. The results obtained showed that trees attacked on lateral branches have the same volume as non-attacked trees, however, they differ only in terms of the type of attack, if this is on the apical bud, which occurs at two years old, has long-term alteration in commercial volume, accumulating losses directly attributed to the insect ranging from 48.42% to 83.5% depending on the level of attack. It was concluded that the insect is indeed one of the causes of volume reduction, especially when the apical attack occurs at two years of age.

Keywords: Black Wattle, Cascudo-serrador, Volumetric damage, Commercial volume.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Percentual de contribuição da produção florestal do Rio Grande do Sul em relação à produção florestal brasileira no ano de 2020.....	24
Figura 02 – Evolução das áreas plantadas (em hectare) no período de 2006 a 2019, com as principais essências florestais no Rio Grande do Sul.....	25
Figura 03 – Indivíduo jovem de acácia-negra A); Folhas compostas B); Flores dispostas em inflorescência do tipo espiga C); Vagens e sementes escuras da espécie D) e Tronco na fase adulta E).....	28
Figura 04 – Imagem de <i>O. Impluviata</i> do sexo masculino em fase adulta.....	37
Figura 05 – Fase final de corte do galho já ovipositado A); Inseto antes de iniciar o acasalamento B); Término do anelamento do galho C); Galho já anelado e ovipositado pelo inseto D); Ovos em fase de desenvolvimento dentro do galho E).....	38
Figura 06 – Mapa de localização de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil....	42
Figura 07 – Maiores produtores de florestas plantadas do RS (2011-2022).....	44
Figura 08 – Mapa de solos do município de Encruzilhada do Sul, RS.....	45
Figura 09 – Mapa de localização da Unidade de Manejo 1, com a alocação das parcelas do inventário florestal.....	47
Figura 10 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 1, com dois anos de idade (2020), Encruzilhada do Sul, RS.....	47
Figura 11 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 2, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.....	48
Figura 12 – Mapa de localização da Unidade de Manejo 2, com a alocação das parcelas do inventário florestal.....	49

Figura 13 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 3, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.....	50
Figura 14 – Mapa de localização da Unidade de Manejo 3, com a alocação das parcelas do inventário florestal.....	51
Figura 15 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 4, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.....	51
Figura 16 – Mapa de localização da Unidade de Manejo 4, com a alocação das parcelas do inventário florestal.....	52
Figura 17 – Bifurcação natural em formato de “V” A); Bifurcação causada pelo inseto quando o taque ocorre no ápice da planta em formato de “U” B).....	57
Figura 18 – Frequências dos volumes totais de madeira (VT) A); Frequências dos volumes comerciais de madeira (VHCOM) B).....	59
Figura 19 – Gráfico de médias e medianas dos volumes totais de madeira (VT) A); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais de madeira (VHCOM) B).....	60
Figura 20 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F)...	61
Figura 21 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).....	63

Figura 22 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).....64

Figura 23 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).....68

Figura 24 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F)...71

Figura 25 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F)...74

Figura 26 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F)...77

Figura 27 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F)..80

Figura 28 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).....82

Figura 29 – Atividade de colheita florestal da Unidade de Manejo 4 (6 anos).....85

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	55
Equação 2	55
Equação 3	57
Equação 4	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Número de árvores/ha, perda de volume médio de madeira por classe comparados à classe das NA - não atacadas, porcentagem de perda e volume total de madeira perdido.....	60
Tabela 02 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe.....	62
Tabela 03 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos.....	64
Tabela 04 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.....	65
Tabela 05 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.....	66
Tabela 06 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.....	67
Tabela 07 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.....	68
Tabela 08 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.....	68
Tabela 09 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2022.....	69

Tabela 10 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2022.....	70
Tabela 11 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, percentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2022.....	71
Tabela 12 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, ano de 2020.....	73
Tabela 13 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes de madeira totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.....	74
Tabela 14 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, percentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.....	74
Tabela 15 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.....	76
Tabela 16 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais de madeira, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.....	76
Tabela 17 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, percentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.....	77
Tabela 18 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2022.....	78

Tabela 19 - Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos no ano de 2022.....	79
Tabela 20 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perdas de volume comercial por classe, no ano de 2022.....	79
Tabela 21 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2020.....	81
Tabela 22 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.....	82
Tabela 23 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.....	82
Tabela 24 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do <i>O. impluviata</i> , juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.....	84
Tabela 25 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.....	84
Tabela 26 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.....	85
Tabela 27 – Perdas de volume comercial total por ano nas UMs avaliadas.....	86

Tabela 28 – Perda volumétrica atribuída diretamente ao *O. impluviata* com o ataque apical.....86

Tabela 29 – Valores de volume comercial perdido por hectare, volumes totais atribuído ano a ano ao, total acumulado até o momento sem o volume do cone.....86

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	20
2 HIPÓTESES	23
2.1 QUANTO AO VOLUME	23
2.2 QUANTO AOS INDIVÍDUOS	23
2 OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
3.1 HISTÓRICO DA SILVICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL	25
3.2 <i>Acacia mearnsii</i> (DE WILD)	26
3.2.1 Histórico da Espécie	26
3.2.2 Características da espécie	28
3.2.3 Importância econômica, social e ambiental da espécie	31
3.3 PRAGAS E DOENÇAS DA ACACICULTURA	33
3.3.1 Formigas	33
3.3.2 Gomose	35
3.3.3 <i>Oncideres impluviata</i> (GERMAR, 1824)	37
3.4 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA EM VIGOR PARA <i>O. impluviata</i> no RS.	40
4 MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1 DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO	43
4.2 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO	43
4.2.1 Clima	43
4.2.2 Economia	44
4.2.3 Relevo	45
4.2.4 Solo	46
4.3 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MANEJO	47
4.3.1 Unidade de Manejo 1 (UM1) 2020, 2021, 2022	47
4.3.2 Unidade de Manejo 2 (UM2) 2020, 2021, 2022	49
4.3.3 Unidade de Manejo 3 (UM3) 2020, 2021, 2022	50
4.3.4 Unidade de Manejo 4 (UM4) 2020, 2021, 2022	52
4.4 INVENTÁRIO DAS FLORESTAS DE ACÁCIA-NEGRA	53
4.5 COLETA DE DADOS	54
4.6 IDENTIFICAÇÃO, PRECISÃO E PRODUÇÃO DAS UNIDADES DE MANEJO	54

4.7 CÁLCULO DO VOLUME DE MADEIRA	55
4.8 ANÁLISE DE BIFURCAÇÕES	57
4.9 ANÁLISE DE DADOS.....	58
5 RESULTADOS	60
5.1 UNIDADE DE MANEJO 1	60
5.2 UNIDADE DE MANEJO 2	63
5.3 UNIDADE DE MANEJO 3	72
5.4 UNIDADE DE MANEJO 4	80
5.5 PERDA DE PRODUTIVIDADE CAUSADOS POR <i>Oncideres impluviata</i>	86
6 DISCUSSÃO	89
6 CONCLUSÃO	96
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Acacia* (Fabaceae) é um dos maiores grupos entre as angiospermas com aproximadamente 1.200 espécies arbóreas e arbustivas espalhadas pelo globo, com mais de 800 espécies endêmicas somente da Austrália (SEIGLER et al., 2002). A espécie acácia-negra (*Acacia mearnsii*) é multifinalitária de um gênero cosmopolita, cultivado em várias partes do mundo, principalmente, na região dos trópicos, onde desempenha um fator econômico positivo (JOLY et al., 1998). O gênero é cultivado também nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Roraima, porém, a acácia-negra é cultivada comercialmente beirando a totalidade no Rio Grande do Sul (IBA, 2020).

Dentre as espécies florestais plantadas no Rio Grande do Sul (RS), merece destaque a *Acacia mearnsii* (DE WILD), popularmente conhecida como acácia-negra, que, além de ser cultivada por ser a principal fonte de tanino, também fornece cavacos de madeira e pellets que atendem à indústria de celulose (GRIFFIN et al., 2011). A plantação comercial dessa essência florestal tem significativa expressão no estado, com estimativas de áreas plantadas atingindo aproximadamente 50.000 ha (AGEFLOR, 2022). A espécie é intensamente cultivada em regiões da metade sul do Estado, onde se consolidou como uma atividade de cunho socioeconômico, trazendo benefícios para diversos municípios como Amaral Ferrador, Encruzilhada do Sul, Piratini, Cristal, Minas do Leão, entre outros (SCHNEIDER, 2003).

Alguns problemas de ordem fitossanitários são comuns nos plantios de acácia-negra, dos quais se destacam insetos, como por exemplo formigas-cortadeiras, um problema recorrente em todas as espécies florestais cultivadas, o fungo do gênero *Phytophthora*, patógeno conhecido como causador da gomose, além de ataques de pragas, como a lagarta-desfolhadora (*Adeloneivaia subangulata*), com menor incidência no RS (MARTINEZ, 2006). Há ainda outros insetos já reconhecidos como pragas importantes que ameaçam o cenário da acacicultura brasileira (ONO et al., 2014); o besouro-serrador ou cascudo-serrador como é conhecido *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae), ainda continua sendo mencionado como o principal agente causador de danos para esta cultura (GODOY, 2014).

No Brasil são conhecidos nove gêneros de besouros com hábitos serradores (SOUZA et al., 1995), dos quais o gênero *Oncideres* prevalece por apresentar maior quantidade de espécies com ocorrência em quase todas as regiões do Brasil (GALILEO et al., 2006). O cerambicídeo *O. impluviata* ataca em torno de 12 plantas hospedeiras,

divididas entre as famílias Aquifoliaceae e Fabaceae, que inclui a espécie acácia-negra (MARTINS, 2006).

Os danos causados por *O. impluviata* nos acaciais brasileiros advêm do comportamento da fêmea do inseto, que anela a casca até atingir a região do albúrnio, fazendo incisões para realizar posturas, a fim de estabelecer um ambiente propício ao desenvolvimento da larva, que necessita de madeira seca para completar o ciclo de desenvolvimento, com a interrupção de seiva, o galho enfraquecido acaba caindo no solo (QUESADA, 2011). A planta quando atacada no ápice do fuste começa a emitir lateralmente novos galhos produzindo aspecto bifurcado, característica típica de infestação dessa praga. O ataque do inseto pode ocasionar a morte de plantas com idade inferior a quatro anos, já as plantas mais velhas são mais propícias à recuperação, porém, têm a sua arquitetura alterada devido à emissão de galhos laterais (ESCALERA-VASQUÉZ, 2011).

Os procedimentos vinculados ao monitoramento da praga envolvem o uso de ferramentas analíticas capazes de lidar com avaliações quantitativas e qualitativas. A estimativa do nível de infestação do cascudo-serrador na acácia-negra, ao longo do tempo, consiste em compreender a dinâmica populacional do inseto (QUESADA, 2011). Em se tratando de inseto com ciclo anual, séries temporais são necessárias para investigar o comportamento da população, sobretudo no tocante aos ataques de galhos (ONO, 2014). Ressalta-se ainda que, a obtenção das séries temporais é dificultada pela necessidade de extensos períodos, necessários para avaliação das tendências populacionais.

Módulos de análise de séries temporais são comumente utilizados no tratamento de ataque de pragas, além de modelos matemáticos adequados para avaliar padrões de flutuação ou projetar tendências populacionais (ONO et al., 2014). As séries temporais caracterizam-se pela composição numérica sequencial que expressa variação populacional regularmente espaçada no tempo (CRAWLEY, 2007).

O aumento dos ataques do inseto repetidos gera modificações qualitativas no comportamento das árvores atacadas, desde equilíbrio estável, passando por ciclos até um regime caótico (MAY et al., 1976). Assim, os valores das variáveis definem as regiões que podem ser atratoras ou repulsoras à espécie do patógeno estudado (ONO, 2014). O principal dano ocorre quando o serrador anela a ponteira principal da árvore (ataque apical), causando perda de dominância apical e bifurcações. Isso gera perda de vigor, de crescimento em altura e diâmetro de fuste, podendo também reduzir produção de casca e de tanino em acácias (BAUCKE, 1962). O anelamento de galhos laterais, quando muito

intenso, causa perdas de área foliar, que podem reduzir a assimilação fotossintética (LINK, 1994).

Segundo Paro et al. (2011), o inseto *O. impluviata* ocorre em acaciais de todas as idades, árvores mais jovens podem morrer dependendo da intensidade das lesões, sendo necessário, em alguns casos, realizar replantio nos casos extremos, em que o acacial pode ser perdido completamente. O anelamento é realizado, geralmente, acima do colo em plantas com dois anos de idade, já em plantas mais velhas, o inseto anela galhos laterais (BAUCKE, 1958).

O cascudo-serrador (*O. impluviata*) não tem exclusividade no ataque do gênero *Acacia* (como hospedeiro), contudo, ele é o principal agente causador de danos à cultura (PARO et al., 2011). Além da acácia-negra já foi relatado como hospedeiro de abacateiro (*Persea americana*), angico (*Parapiptadenia rigida*), bracatinga (*Mimosa scabrella*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), ingá-ferradura (*Inga sessilis*), maricá (*Mimosa bimucronata*), pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*), entre outras (BIEZANKO, 1956; SILVA ET AL., 1968; MARINONI, 1969; MONNÉ, 2005; PARO et al., 2011).

Nesse sentido, pela relevância que esta espécie florestal tem na silvicultura do RS e pelo fato do *O. impluviata* ser apontado como o principal problema dos acacicultores do estado, torna-se de grande importância o estudo de dano econômico causado pelo inseto na cultura da acácia-negra. A pesquisa também serve de aporte para implantação de um manejo integrado de pragas (MIP), podendo subsidiar estudos futuros a respeito do tema abordado.

2 HIPÓTESES

2.1 QUANTO AO VOLUME

H₀ – Os danos ocasionados pelo ataque do cascudo-serrador (*O. impluviata*) em plantios comerciais de acácia-negra (*A. mearnsii*) não afetam o volume total de madeira produzido.

H₁ – Os danos ocasionados pelo ataque do cascudo-serrador (*O. impluviata*) em plantios comerciais de acácia-negra (*A. mearnsii*) afetam o volume total de madeira produzido.

2.2 QUANTO AOS INDIVÍDUOS

H₀ – Não existe diferença nas árvores atacadas pelo inseto *Oncideres impluviata* em diferentes idades de plantios de acácia-negra (*A. mearnsii*).

H₁ – Existe diferença nas árvores atacadas pelo inseto *Oncideres impluviata* em diferentes idades de plantios de acácia-negra (*A. mearnsii*).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do ataque do cascudo-serrador (*Oncideres impluviata* Germar), na produtividade de madeira, em m³, de plantios comerciais de acácia-negra (*Acacia mearnsii* DE WILD), em diferentes idades, no município de Encruzilhada do Sul, RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar e comparar o volume de madeira total e comercial em povoamentos de acácia-negra, atacados e não atacados pelo cascudo-serrador;
- Definir, em diferentes idades de povoamentos de acácia-negra, quais os tipos de ataque causam maiores impactos na produção volumétrica de madeira;
- Indicar o momento propício para intervenções de manejo do *Oncideres impluviata* em povoamentos de acácia-negra.

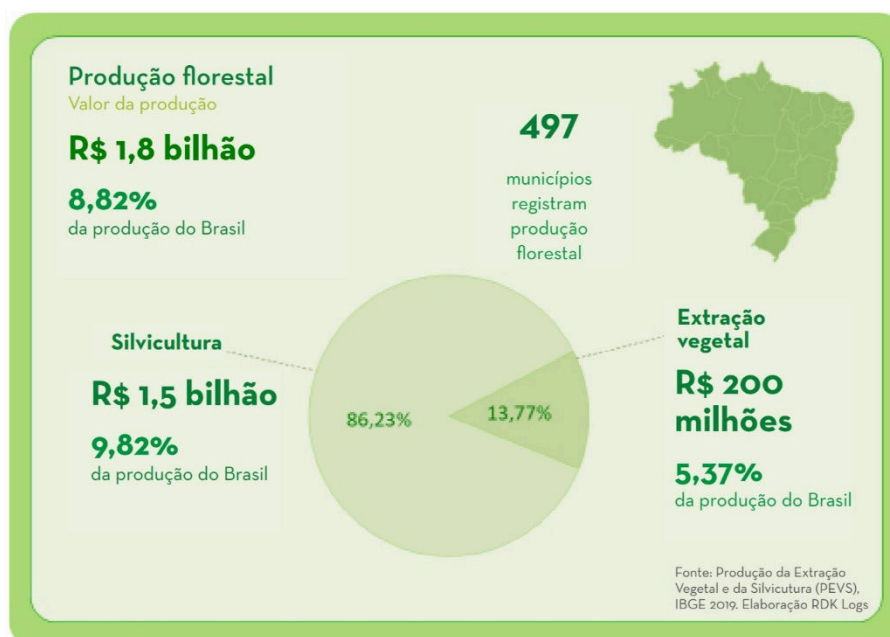
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRICO DA SILVICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL

A introdução da silvicultura no RS relaciona-se de certa forma ao início da política florestal brasileira, a partir da década de 70 (BINKOWSKI, 2009). Houve intensa atividade silvicultural na região, com a plantação de *Pinus* no nordeste do estado, criando grandes maciços florestais influenciados pelo êxodo rural ocorrido ao longo da década de 70. O eucalipto teve início no final do século XIX, adaptando-se muito bem ao clima local (GRACIOLI, 2010). Historicamente, nas propriedades da região Sul, o cultivo de eucalipto veio para sombreamento do gado nas propriedades com pecuária de corte (BINKOWSKI, 2009). A silvicultura com espécies exóticas se expandiu para a Serra Gaúcha, tornando-se fonte de madeira para o complexo moveleiro. Também nesta época, plantios de acácia-negra, para a extração de tanino, tornaram-se importantes na região do Vale dos Sinos (BARCELOS, 2010).

Atualmente, o Rio Grande do Sul está entre os quatro primeiros estados em produção florestal do Brasil, contribuindo com quase 10% da produção da silvicultura brasileira (Figura 1).

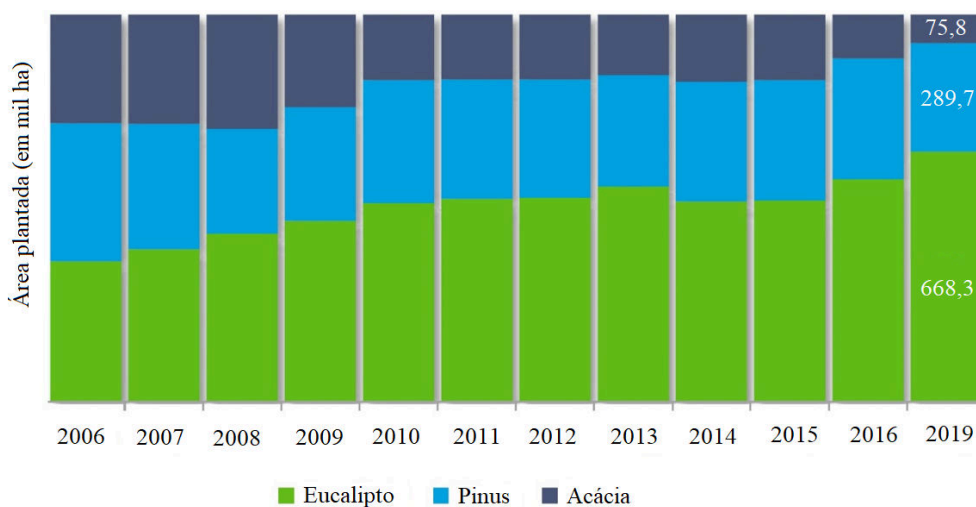
Figura 01 - Percentual de contribuição da produção florestal do Rio Grande do Sul em relação à produção florestal brasileira no ano de 2020.



Fonte: PEVS, 2021.

Em 2019, o Rio Grande do Sul tinha cerca de 1,03 milhão de hectares de florestas plantadas, isto é, 2,9% do território gaúcho, distribuídos entre as principais espécies florestais: eucalipto (67,7%), *Pinus* (28%) e acácia (7,3%) (AGEFLOR, 2020). Historicamente, há predominância do gênero *eucalipto* em área plantada no RS, como demonstra a Figura 02.

Figura 02 – Evolução das áreas plantadas (em hectare) no período de 2006 a 2019, com as principais essências florestais no Rio Grande do Sul.



Fonte: AGEFLOR (2020).

Em um dado momento da série histórica, os plantios de acácia-negra foram maiores em áreas plantadas que o de *Pinus*. A acácia-negra foi perdendo espaço em virtude da expansão da agricultura e pelo fato de ter apenas duas empresas de grande porte que utilizam madeira, já o *Pinus* foi fortalecido pela utilização da produção em polos moveleiros e exportação.

3.2 *Acacia mearnsii* (DE WILD)

3.2.1 Histórico da Espécie

O gênero *Acacia* possui mais de 1.300 espécies distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo a Austrália o principal centro de diversidade. Ocorre naturalmente em regiões temperadas, úmidas e subúmidas do sudeste australiano. A acácia-negra é encontrada a partir do nível do mar, em diversas áreas costeiras da Nova Gales do Sul (New South Wales), Victoria e Tasmânia, chegando a altitudes de até 1.070 m (BARICHELO, 2003; LORENZI et al., 2003; MIDGLEY, 2003).

Acacia mearnsii foi reconhecida como fonte de tanino de qualidade na Austrália em 1814 e, em 1864, foi introduzida na África do Sul. Em seguida foi introduzida na Indonésia (1880) e no Sri Lanka (1890). Devido a seu crescimento rápido, sua utilização inicial nestes locais foi para sombreamento, quebra-vento e lenha para fazendas (GRIFFIN et al., 2011). As plantações em larga escala para produção de tanino só foram implementadas no início do século XX, sendo estabelecidas na África do Sul, no leste da África, no Brasil, na Índia, na Indonésia e, posteriormente, na China (anos 50) e em outras partes da América do Sul (GOVENDER, 2007).

A. mearnsii pode ser encontrada em 48 países, todavia, a produção comercial de tanino extraído desta espécie está concentrada no Brasil e na África do Sul (SEIGLER, 2002). Juntos, estes dois países contribuíram com 89% da produção mundial de tanino (GRIFFIN et al., 2011). No Brasil, o cultivo de *A. mearnsii* é realizado principalmente na região sul, concentrando-se no estado do Rio Grande do Sul (LORENZI et al., 2003). As grandes empresas, além de estabelecerem consórcios com estes agricultores, mantêm plantios próprios (RACHWAL et al., 2007). Os cultivos inicialmente concentravam-se na área do Vale do Rio Taquari (RS), e posteriormente estabeleceram-se em áreas mais próximas aos curtumes, no Vale do Rio Caí (RS), ocupando um raio de até 300 km da região geográfica entre as latitudes 28°30'S a 31°00'S e longitudes 50°30'O a 52°30'O, em altitudes que variavam de 50 a 1.000 m (CASWELL, 2007).

No Rio Grande do Sul estima-se que as primeiras florestas plantadas da espécie iniciaram em 1918, e foi realizado por Alexandre Bleckmann (SCHNEIDER et al., 1991). Em 1928, foi realizado o primeiro plantio comercial, por Júlio Lohman. Este introduziu a acácia-negra em larga escala industrial no município de Estrela, a partir de sementes trazidas da África do Sul (LORENZI et al., 2003; RACHWAL et al., 2008), para extração de tanino utilizado no curtimento de couros. A expansão, a partir desta região, culminou em aproximadamente 50 mil hectares de área plantada no ano de 1968 (OLIVEIRA, 1968).

A atividade florestal foi intensificada a partir de 1941 com a fundação da empresa SETA - Sociedade Extrativa de Tanino da Acácia Ltda., a qual foi a primeira indústria de extração de tanino a partir de florestas plantadas do Rio Grande do Sul (RS) e também do continente americano. A empresa, com sede em Estância Velha - RS, iniciou a intensificação da lógica da silvicultura na região que hoje é um importante polo florestal do estado (SETA, 2016). Sequencialmente, no ano de 1948 foi fundada a Unidade de

Taninos da TANAC na qual também iniciou a produção de extratos vegetais de acácia-negra em Montenegro - RS (TANAC, 2016).

Historicamente, os plantios de acácia-negra no Rio Grande do Sul estendem-se desde a região da Serra Gaúcha, passando pela Depressão Central até a Serra do Sudeste, em altitudes entre 5 e 1.000 m (BARICHELLO, 2003). Como a maior parte da produção destina-se à exportação, os plantios foram deslocados para o sul do estado, próximo ao porto de Rio Grande (RACHWAL et al., 2007). A acácia-negra é hoje uma das três espécies florestais extensivamente cultivadas no estado, juntamente com as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (CHARÃO, 2005). Segundo Griffin et al. (2011), estima-se que os plantios brasileiros desta espécie ocupem uma extensão entre 120 e 250 mil hectares e exportem seus produtos para mais de 80 países (CHARÃO, 2005).

Visando aumentar ainda mais a rentabilidade das áreas de plantio de acácia, uma prática comum no sul do Brasil é o consórcio com outras atividades agrícolas nos primeiros anos após o plantio (RACHWAL et al., 2007). Espécies como milho, melancia e mandioca são frequentemente utilizadas nestes consórcios. Após o fechamento do dossel, é muito comum o consórcio com pastoreio de gado ou ovelhas (GRIFFIN et al., 2011). Em função da fixação biológica de nitrogênio, também se empregam em consórcios espécies agrícolas e arbóreas, em sua maioria *Eucalyptus* (VIERA et al., 2013). Estas combinações promovem aumento da produtividade das plantações.

Bauhus et al. (2000) verificaram que, em um sistema com 50% acácia e 50% eucalipto, o volume de madeira foi de 47 m³.ha⁻¹, contudo, no cultivo de eucalipto sem consórcio a produtividade foi de 21 m³.ha⁻¹. Neste mesmo sistema, Thompson et al. (2014) e Bauhus et al. (2004) também verificam maior produção total de biomassa de eucalipto e acácia quando comparado ao monocultivo. Tais estudos evidenciam a função ecológica e importância silvicultural da espécie, no entanto, ainda há carência de informações sobre as melhores combinações e potencial desses sistemas para a produção sustentável (VIERA et al., 2013).

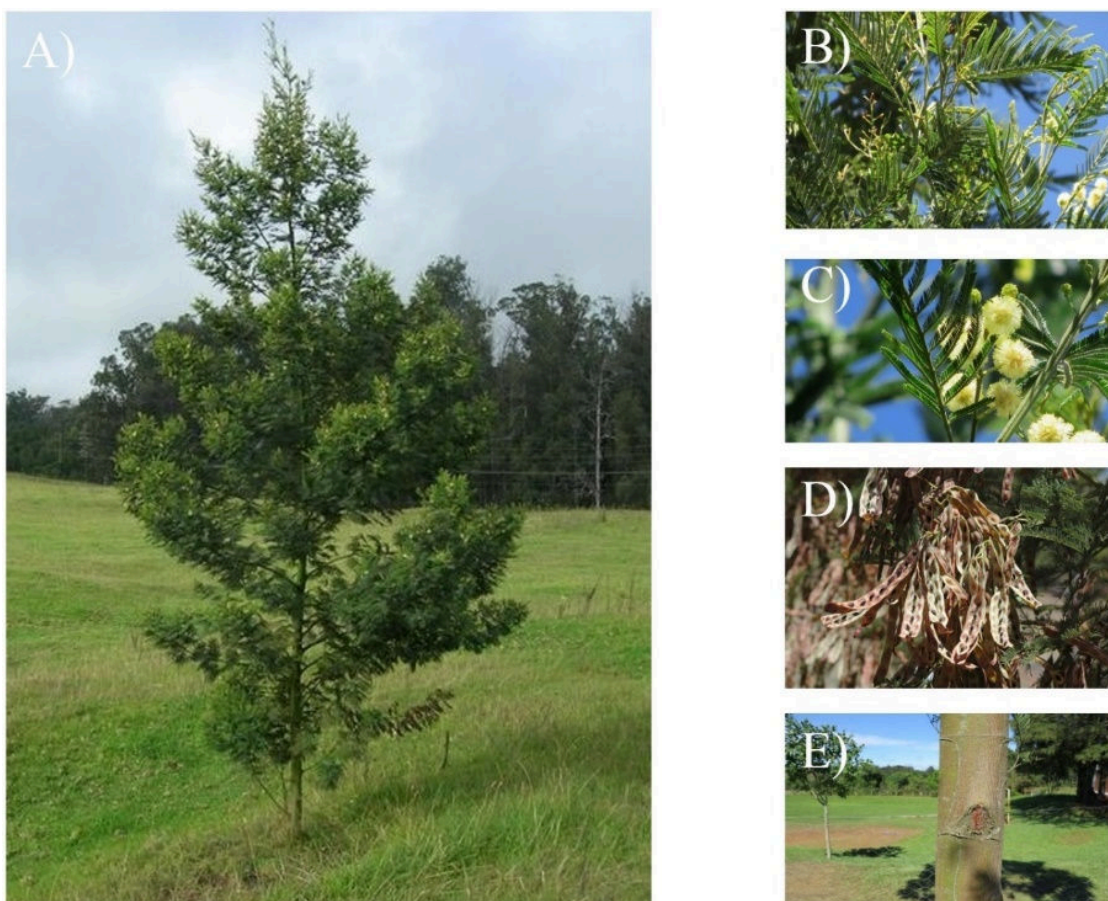
3.2.2 Características da espécie

A acácia-negra (*A. mearnsii* DE WILD) é uma espécie da família Fabaceae, natural do Sudoeste da Austrália, Tasmânia e Nova Guiné (LAMPRECHT, 1990). O gênero das acácias possui mais de 1.300 espécies, apresenta copa densa, com tronco retilíneo, ramificado acima da metade da altura total, de cor cinza-pardo e, no Brasil,

apresenta boas taxas de crescimento (COSMO, 2020). Possui folhas compostas, as flores globulares amarelo-claras muito perfumadas, dispostas em inflorescências do tipo espiga, cuja fenofase de floração ocorre imediatamente após a fase juvenil (CHARÃO, 2005). Além disso, as inflorescências a tornam atrativa para a arborização de parques e jardins, tendo como principais polinizadores as abelhas (MIDGLEY, 2003).

Os frutos são do tipo vagens espiraladas castanhas-escuras, com sementes negras, pendentes, fixadas por um arilo alaranjado (Figura 03). A produção de sementes inicia aos 2,5 anos com 80 a 110 mil sementes por kg. A planta pode alcançar 20 m de altura e 0,9 m de diâmetro na altura do peito (COSMO, 2020).

Figura 03 - Indivíduo jovem de acácia-negra A); Folhas compostas B); Flores dispostas em inflorescência do tipo espiga C); Vagens e sementes escuras da espécie D) e Tronco na fase adulta E).



Fonte: Adaptado de Lopes (2016).

A multiplicação desta planta é realizada por pequenas sementes escuras que, em sua área de distribuição nativa, são produzidas em grandes quantidades entre outubro e fevereiro (LORENZI et al., 2003). Quando secas, as vagens deiscentes caem por ação da

gravidade e dão início ao processo de dispersão. As sementes podem ser coletadas por formigas e outros invertebrados e muitas vezes são estocadas em formigueiros, podendo permanecer viáveis por aproximadamente 40 anos (CHARÃO, 2005).

Não apresenta restrição a tipos de solo, embora tenha maior crescimento de altura em solos relativamente profundos, textura média e bem drenados. Cresce em solos ácidos a neutro (pH 4,5 a 7,0) e de baixa fertilidade (SEARLE, 1997). O autor salienta ainda que, a acácia-negra tem preferência por solos com altos teores de óxidos de ferro e alumínio, podendo alterar as condições edáficas do solo, e apresentando potencial acidificador, em função da decomposição da serapilheira, salinidade e sombreamento. As modificações edáficas são promovidas pelas capacidades de fixação biológica de nitrogênio, além da ciclagem de nutrientes via serapilheira, o que viabiliza a recomendação do plantio de *Acacia mearnsii* (COSTA et al., 2014).

Segundo Azeredo (2011), a acácia tem características multifuncionais, oferece uma ação recuperadora de solos de baixa fertilidade e permite também o consórcio com culturas agrícolas e pecuária, uso da madeira e da casca para fins industriais, com alta capacidade de adaptação a uma grande variedade de ambientes e habilidade de colonizar áreas alteradas e degradadas (KANNEGIESSER, 1990). A grande maioria das espécies possui vida curta, de no máximo 15 anos, atingindo a maturidade em torno dos 7 anos (AZEREDO, 2011), mas dependendo das políticas das empresas, o corte pode ser feito aos 6 anos, não sendo interessantes condução de rebrotas para futuras rotações.

A acácia-negra cresce em diversas condições de clima, úmidas, subúmidas, tolera regiões frias a moderadamente quentes, com médias de temperaturas máximas do mês mais quente entre 21 e 30°C e média mínima entre -3 e 10°C no mês mais frio. Muito raramente, ela se encontra em locais de temperaturas acima de 38°C (SEARLE, 1997).

A capacidade de adaptação a diversos tipos de clima, solo e topografia é uma das causas do estabelecimento bem-sucedido da acácia-negra em diversas regiões do mundo (BARICHELLO, 2003). Devido às suas características biológicas, esta espécie é utilizada para sequestro de carbono (SCHNEIDER et al., 2003). Sanquetta et al. (2014) destacaram que plantações da espécie, aos sete anos de idade, podem armazenar mais de 60,0 Mg.ha⁻¹ na biomassa das árvores.

A espécie tem relação com as bactérias do gênero *Rhizobium*, sendo uma importante fixadora de nitrogênio, podendo fixar até 200kg/ha/ano em seus tecidos. Como consequência, este nitrogênio é depositado sobre o solo, em forma de serapilheira, levando a modificação de características químicas do mesmo (MORARI, 2005).

Adicionalmente, *A. mearnsii* também é utilizada para a fixação de carbono atmosférico (SCHNEIDER et al., 2003).

Segundo Mochiutti (2007), aos cinco anos de idade um sistema com sementes melhoradas apresentou produções de 146,9 m³.ha⁻¹, 124,2 m³.ha⁻¹ enquanto que o sistema tradicional apresentou 127,5 m³.ha⁻¹, 107,8 m³.ha⁻¹, respectivamente para madeira com casca e madeira sem casca.

As produções encontradas com tabelas de produção da acácia-negra para a região, desenvolvidas por Schneider et al. (2001), o volume médio aos sete anos foi de 148 m³.ha⁻¹, para o índice de sítio de 14 m. O incremento médio anual do índice de sítio 14 m, aos quatro anos, alcançou a produção anual de 21,5 e aos cinco anos 21,4 m³.ha⁻¹ de madeira com casca no espaçamento 5 m². Aos cinco anos de idade ocorreu máxima produtividade biológica, com volume médio de 38,6 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de madeira com casca. A máxima produtividade ocorre na idade em que o incremento médio anual é máximo e igual ao incremento corrente anual (FINEGAN, 1993)

3.2.3 Importância econômica, social e ambiental da espécie

O setor florestal do Rio Grande do Sul vem se destacando na economia, tanto em termos de faturamento como na geração de empregos, colocando o estado em posição de destaque em relação à atratividade para a atividade florestal. O estado do Rio Grande do Sul é um dos novos polos de desenvolvimento florestal, liderados por grupos empresariais estrangeiros e nacionais (BENEDETTI, 2011).

Os plantios de acácia-negra foram alavancados com a promulgação da Lei nº 5.106/66, que proporcionou os incentivos fiscais ao reflorestamento de diversas espécies, visto que o aumento exponencial da população demandava maior produção de produtos de base florestal (REMADE, 2008). Após a extinção dos incentivos, os plantios de florestas de acácia foram mantidos pela iniciativa privada, principalmente, com a inserção dos programas de fomento florestal, estabelecendo no território sul-rio-grandense uma cadeia produtiva (KANNEGIESSER, 1990).

Conforme Uberti (2017), a atividade florestal da acácia foi intensificada a partir da fundação das empresas SETA S.A., Estância Velha - RS, TANAC S.A. e Montenegro - RS, que se tornaram hoje um importante polo florestal voltado à produção de taninos. A maior exportadora do estado no setor exportou, em média, 700 mil toneladas/ha de cavacos para a produção de celulose no mercado japonês (SUYENAGA, 2015).

Em 2019, a área de florestas plantadas de acácia-negra no Rio Grande do Sul era de 161,9 mil hectares, correspondendo a 11,5% da área ocupada por florestas plantadas no estado (IBA, 2020). Com relação ao território brasileiro, a área correspondeu a quase 100% dos plantios comerciais da espécie no mesmo ano. O estado é o principal exportador de cavacos do Brasil, tendo exportado 1.106 toneladas em 2020 (AGEFLOR, 2022).

Estima-se, que o número de empregos formais sustentados pelo setor de base florestal no Rio Grande do Sul se aproxime de 368,4 mil empregos, dos quais 52 mil são empregos diretos, 97 mil indiretos e 219,4 mil resultantes como efeito da geração de renda aos envolvidos na atividade (AGEFLOR, 2022). Segundo dados do anuário da Associação Gaúcha de Empresas Florestais – AGEFLOR, o Rio Grande do Sul responde por 9,1 % da área de plantios florestais do Brasil, dispondo de 1,03 milhão de hectares plantados com eucalipto, *Pinus* e acácia (AGEFLOR, 2022).

Em dados disponibilizados sobre acácia-negra, constata-se que são mais de 45.000 famílias envolvidas em diferentes partes da cadeia florestal, na sua maioria pequenos e médios produtores, relacionados à produção de casca e madeira, que têm como parte complementar da renda a venda da acácia-negra, ou ainda atividades relacionadas à área de transporte, produção de mudas dentre outros AGEFLOR (2016).

A cultura da acácia-negra tem fundamental importância ambiental, social e econômica no RS, já que a grande maioria dos plantios são realizados tanto por agricultores independentes como também por empresas do setor privado. Porém, segundo Oliveira (2009), com a interrupção dos incentivos fiscais, a realidade dos produtores da cultura foi se modificando, na dificuldade de expansão do comércio. A inflação do mercado, alta dos insumos, crescimento da soja e de algumas pragas florestais, vêm deixando os acacicultores em dúvidas na implantação de novos plantios (OLIVEIRA, 2014).

Em escala industrial, além da ampla utilização desta espécie no mercado internacional para a fabricação de celulose, é comercializada na forma de carbono ativado (utilizado no controle de poluição), madeira branca, goma, “*rayon*” (seda vegetal), aglomerado e chapas de fibra (LORENZI et al., 2003; MIDGLEY, 2003; RACHWAL et al., 2008). De acordo com Sanquetta et al. (2014), pode ser utilizada em programas de reflorestamento como planta sequestradora de carbono.

A madeira bruta produzida nesta região é, em grande parte, transformada em cavacos (lascas de madeira) e exportada para o Japão, onde são utilizados para fabricação de celulose (MURARI, 2005). A madeira de acácia-negra pode ser ainda destinada à

movelaria, chapa de fibra de média densidade (MDF), pellets, aglomerados, compensados, produção de carvão vegetal, dispersantes, resinas, quelantes, conservantes. O tanino é usado em couro, tratamento de água e efluentes, clarificação de vinho e açúcar, cosméticos, alimentos, adesivos e combustível para alimentação de caldeiras (SUYENAGA, 2015).

A celulose em partes é exportada para o Japão em forma de cavacos destinados à fabricação de papel (SUYENAGA, 2015). Segundo Chan (2015), as principais vantagens econômicas do uso da espécie nesta indústria são a alta densidade da madeira e o alto rendimento em celulose.

Os galhos das árvores mortas servem ainda como resíduos e são aproveitados como lenha para secagem de grãos, tabaco, indústrias de carvão vegetal, olarias, hotéis, restaurantes e demais lugares em que há necessidade desta matéria-prima (COSMO, 2020). Esse mercado movimenta diretamente, em matérias-primas, mais de R\$ 40 milhões/ano.

3.3 PRAGAS E DOENÇAS DA ACACICULTURA

3.3.1 Formigas

As “formigas-cortadeiras”, cujo nome deriva do hábito de cortar folhas e outras partes de plantas, são herbívoros dominantes nas Américas, atacando diferentes culturas para manter o fungo simbiótico (principal fonte de alimento) na colônia. Habitam o solo, ambiente rico em microrganismos, muitos dos quais são considerados entomopatogênicos (SOUZA, 2011). Embora esses insetos sejam considerados pragas importantes na América Neotropical, eles também exercem funções ecossistêmicas e ambientais importantes, colocando assim, uma série de desafios ao seu controle em florestas cultivadas (DELLA LUCIA, 2014).

As formigas são insetos sociais, caracterizados por três particularidades: cuidado parental, divisão reprodutiva do trabalho e sobreposição de gerações que contribuem para o trabalho na colônia (DELLA LUCIA, 2014), no qual são os únicos grupos de animais, além do homem, que desenvolveu uma espécie de agricultura avançada, baseada na simbiose mutualística com fungo há mais de 50 milhões de anos, ou seja, muito antes de o homem existir e se tornar agricultor, as formigas já produziam seu alimento (SOUZA, 2011). Em ambientes com constantes perturbações de fogo ou uso da terra, formigas-

cortadeiras costumam se desenvolver, seguindo um comportamento natural dos herbívoros (BARBOSA et al., 2005).

As formigas-cortadeiras causam severos danos na fase inicial do plantio, por isto, antes do preparo do solo é de fundamental importância o seu combate através de iscas granuladas, com até 3,0 kg/ha (COSTA et al., 2014). Caso necessário, este combate deve ser realizado após o estabelecimento do cultivo (TONIETTO, 1997).

O desfolhamento total reduz o crescimento de *Eucalyptus grandis* em diâmetro do fuste e altura, causando principalmente prejuízos financeiros ao final de uma rotação, mesmo quando ocorre uma única vez, no início do plantio (DE CARVALHO et al., 2017). As pragas desfolhadoras são de grande importância econômica, devido ao fato de que estas cortam partes de plantas frescas, principalmente folhas, para o cultivo de fungos do gênero *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus*, os quais são utilizados como fonte de alimento pela colônia (DELLA LUCIA et al., 2014).

As formigas do gênero *Acromyrmex* sp e *Atta* sp são conhecidas popularmente no Brasil como “Formigas-Cortadeiras”, com nomes popularmente de “Quenquém” e “Saúvas”, respectivamente (MATTE et al., 2016). O gênero *Acromyrmex* é conhecido por ser menor em tamanho e ter menor poder de ataque. Já o gênero *Atta* é maior e mais destrutivo (COSTA et al., 2008). Em muitas regiões, o gênero *Atta* tem *status* de praga, causando prejuízos na agricultura, silvicultura e pastagens devido ao seu hábito alimentar, utilizadas para o desenvolvimento de seus ovos, larvas e na nutrição de formas adultas (NICKELE et al., 2010).

Dentre as espécies vegetais que são atacadas pelas formigas-cortadeiras, o cultivo de pastagens quando em consórcio com eucalipto são alvos frequentes, cujos saúveiros adultos cortam cerca de 21 kg de folhas/dia, danificando não só a cultura florestal, mas também reduzindo mais de 50% a capacidade de pastagem, além de proporcionar maior desenvolvimento de plantas daninhas (AMANTE, 1976). Em virtude da existência de várias colônias e da grande quantidade de indivíduos por saúveiro, da sua voracidade e do difícil manejo, a saúvas destacam-se como uma das principais espécies de formigas-cortadeiras e como uma das principais espécies causadoras de danos econômicos nos sistemas agrícolas e florestais. (COSTA et al., 2000).

Algumas plantas não são cortadas pelas formigas e um dos fatores responsáveis por essa seleção é a presença de metabólitos secundários tóxicos para as formigas (HUBBELL et al., 1983). Baseados nessa informação, algumas pesquisas vêm sendo

realizadas na tentativa de se isolar moléculas com atividades formicidas visando a um controle efetivo (GODOY et al., 2005).

As formigas-cortadeiras são consideradas como engenheiras de ecossistema, pois modulam direta e indiretamente a disponibilidade de recursos para outras espécies (NICKELE et al., 2010). A atividade das formigas-cortadeiras modifica as propriedades do solo, melhorando a aeração, drenagem e penetração das raízes, e aumentando a matéria orgânica e a mineralização de nutrientes, atreladas também à dispersão secundária de sementes e à melhoria na germinação (MATTE et al., 2013).

A enorme complexidade das formigas-cortadeiras dificulta muito seu manejo adequado, pois o controle dessa espécie envolve vários métodos que vão desde técnicas domésticas, controle biológico, utilização de produtos químicos inorgânicos e compostos clorados antigos como Aldrin, Clordano e Dodecacloro (ALMEIDA et al., 2007). O uso de fumigantes também é bem utilizado juntamente com compostos organossintéticos Carbamatos, Organofosforados e Piretroides ou mais recentemente substâncias como Sulfluramida e Fipronil (DELLA LUCIA et al., 2014).

Atualmente, as principais tendências para o seu controle se baseiam na manipulação do ambiente de cultivo, controle biológico, inseticidas, repelentes e feromônios, contudo, o manejo das formigas-cortadeiras deve ser feito quando elas estão reconhecidamente causando prejuízo econômico (MATTE et al., 2013). Salienta-se ainda que, a indicação de formicidas possui limites técnicos e econômicos que se adequados levarão a correta tomada de decisão incentivando sempre utilização criteriosa de inseticidas visando sempre à segurança e à saúde do meio ambiente.

Assim, como qualquer outra planta, a acácia está vulnerável ao ataque de insetos, que, dependendo do seu nível populacional, atingem o *status* de inseto-praga (ONO et al., 2014). Na acacicultura, as pragas podem ocorrer em qualquer fase da cultura, indo desde as sementes e a produção das mudas no viveiro até a fase adulta, e mesmo à pós-colheita na nova rotação (MATTEI et al., 2002).

3.3.2 Gomose

Um dos fatores limitantes ao aumento da produtividade em acácia-negra é a gomose, que é uma das principais doenças que acomete a espécie, causada por um oomiceto (*Phytophthora* sp), cuja etiologia ainda não foi definida (SANTOS, 2005). Os sintomas clássicos da gomose são lesões necróticas de tamanhos variados no tronco das

árvores, com o sintoma mais característico é uma abundante exsudação gomosa, juntamente com manchas no tronco, também localizadas no colo, com maior severidade no segmento basal do tronco, sendo confundidos com outros problemas (SANTOS et al., 2001).

Segundo Higa (2000), existe uma relação direta em plantações sujeitas a condições de ventos constantes e intensos, juntamente com chuvas frequentes, a doença pode se comportar de maneiras diferentes, ocorrendo em porções superiores do tronco, atingindo alturas acima de três metros, os ventos podem provocar o aparecimento de rachaduras no tronco, que propiciam a entrada do patógeno, favorecendo a ocorrência de infecções na casca.

Com relação à etiologia dos agentes causadores das gomoses na acácia-negra, acredita-se que aumento das temperaturas pode vir acompanhado do aumento da incidência e severidade destas doenças no Sul do Brasil, principalmente, no caso da gomose causada pelo patógeno *Phytophthora nicotianae* (SANTOS et al., 2005).

Ainda não existe um mapeamento da distribuição da doença, que segundo pesquisadores ajudaria muito a melhorar o entendimento de aspectos espacial e temporal, fornecendo informações para silvicultores e pesquisadores, auxiliando na tomada de decisões, tanto para a implantação de novos plantios quanto para o controle naqueles já existentes (HAMADA et al., 2012).

Segundo Sotta et al. (1994), ao serem avaliados plantios comerciais de acácia com oito anos de idade, encontraram-se 23% das árvores atacadas. Até o momento, não se dispõe de uma medida de controle para esta doença, o uso de plantas resistentes, em longo prazo, pode ser a alternativa mais viável. Segundo Auer (1998), existem variações existentes entre procedências de *Acacia mearnsii* quanto à ocorrência de gomose, ressaltando a necessidade de se conhecer melhor o desempenho desta procedência em diferentes locais.

Na África do Sul, pesquisadores constataram que em solos úmidos, bem drenados e profundos e com precipitação anual acima de 1.200 mm, ocorriam aumentos significativos da incidência de gomose em plantios de acácia. Roux (1997) observou que árvores vigorosas apresentavam alta incidência de gomose. Segundo Sherry (1971), a maioria dessas plantações existentes na África do Sul, onde chove no verão, pelo menos 20% das árvores da acácia-negra mostraram sintomas de gomose. Fang et al. (1996), avaliando experimento de procedências plantadas na China, encontraram 22,3% das árvores com a incidência gomose severa.

Avaliações efetuadas no Brasil, mais especificamente em plantios no Rio Grande do Sul, revelam que a gomose já ocorre em plantios jovens. Segundo Higa (1999), em estudos realizados em plantios de três meses de idade 0,3% das plantas apresentavam sintomas de gomose e Coelho et al. (1999), analisando plantios com 18 meses de idade, relatou que a incidência era de 6%.

Nos plantios adultos da acácia-negra, isto é, idades de 6 a 8 anos, a doença tende a apresentar uma progressão da doença lenta e gradual. Segundo Santos (1998), avaliações feitas em plantios situados no município de Encruzilhada do Sul, aos quatro de idade, a incidência já estava avaliada em 29,27% das árvores. Em levantamento feito por Sotta et al. (1994), no Rio Grande do Sul, a incidência da gomose nos povoamentos de acácia-negra, aos oito anos de idade, era de 23%.

Segundo Higa (1999), nos testes de patogenicidade conduzidos nos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Colombo, ficou confirmado que o fungo do gênero *Phytophthora* é o agente causal da gomose. O autor salientou ainda que a distribuição de plantas doentes nos plantios ocorre ao acaso, evidenciando que o patógeno não está sendo disseminando entre árvores.

3.3.3 *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824).

3.3.3.1 Características gerais

Os serradores são considerados pragas importantes para entomologia florestal, pelo grande número de plantas hospedeiras e pelos danos que causam em determinadas espécies florestais, quando cultivados em plantios homogêneos (COSTA 2022). O principal serrador da acácia-negra, que ocorre no Rio Grande do Sul, de acordo com Baucke (1958) é da ordem Coleoptera e pertencente à subfamília *Lamiinae*, tribo *Onciderini*, gênero *Oncideres*, a espécie *O. impluviata*. O inseto *O. impluviata* é nativo do Brasil, ocorrendo nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além do Paraguai, Argentina e Uruguai (MAONNÉ; HOVORE, 2002).

Em decorrência dos danos causados e da frequência que esses danos ocorrem, as espécies do gênero *Oncideres* vêm ao longo do tempo se tornando indesejáveis nos plantios florestais (COSTA, 2022). O inseto corta os ramos para oviposição, prejudicando o crescimento da planta. Para atingir as condições necessárias ao desenvolvimento da

larva é preciso que haja a interrupção do fluxo de seiva fazendo com que o galho enfraquecido pelo anelamento caia no solo (ESCALERA-VASQUÉZ, 2011). As larvas deste inseto necessitam de madeira recentemente cortada para seu desenvolvimento. A maior concentração desta praga ocorre no centro da região de cultivo, em decorrência do maior número de produtores, tornando suas áreas centros de proliferação (STEIN, 1997).

Conforme Amante et al. (1976), *O. impluviata* adulto possui cor parda-amarelada, com pubescência acinzentada. Os élitros possuem manchas amarelas em toda a superfície e pontos pretos lustrosos e salientes nas proximidades do pronoto. Os insetos medem de 13 a 20 mm de comprimento por 4 a 6 mm de largura como mostra a Figura 04.

Figura 04 – Imagem de *O. Impluviata* do sexo masculino em fase adulta.



Fonte: Insectimages.org

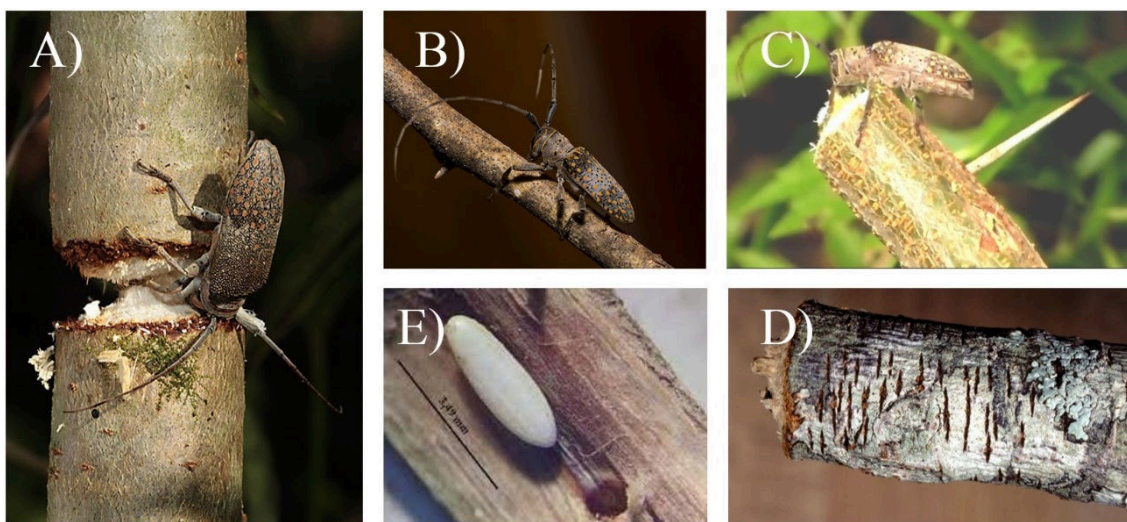
As larvas se desenvolvem no interior de galhos anelados, aproveitando a madeira em estado de secamento progressivo. Os adultos surgem na primeira quinzena de novembro, durando a infestação de 2 a 3 meses, decrescendo paulatinamente, até o completo desaparecimento dos insetos. O estágio larval decorre durante o verão, outono e inverno, acelerando o crescimento das larvas a partir da primavera (BAUCKE, 1962).

O inseto *O. impluviata* ataca acaciais de todas as idades, porém, quando o ataque ocorre no fuste de plantas com menos de quatro anos as plantas ficam com a forma típica de forquilha ou bifurcação como é chamada na tecnologia da madeira (PEDROSA-MACEDO, 1993). Salienta-se ainda que, muitas vezes, estas não se recuperam do corte produzido, particularmente nos acaciais mais novos, de um a dois anos de idade, podem ainda ocasionar a morte de plantas. Plantios florestais com cinco anos ou mais,

apresentam prejuízos de corte sensivelmente menores causando pouca diminuição na produção de casca e madeira (GALLO et al., 2002).

Assim que acaba a oviposição, a fêmea termina o anelamento dos galhos, os ovos e as larvas ficam nos galhos anelados, completando o ciclo de vida até setembro, quando se transformam em adultos e aguardam a primeira quinzena de outubro para emergir. (TANAC, s.d.), como mostra a Figura 05.

Figura 05 – Fase final de corte do galho já ovipositado A); Inseto antes de iniciar o acasalamento B); Término do anelamento do galho C); Galho já anelado e ovipositado pelo inseto D); Ovos em fase de desenvolvimento dentro do galho E).



Fonte: Adaptado Baldoni (2016).

Segundo Cordeiro (2008), a quantidade de incisão de postura no terço inferior dos galhos é preferida pelos insetos. A mesma autora relatou que o fato de fêmeas terem preferência por realizar posturas no terço inferior do galho anelado pode estar relacionado ao diâmetro da madeira presente nesta porção do ramo. Magistrali et al. (2008) também observaram que a maior incidência de incisão de postura se concentrava na região do galho que compreendia o maior diâmetro, e os terços mediano e superior.

De acordo com Pedrosa-Macedo (1993), a quantidade de incidência de postura diminuiu ao longo do comprimento do galho. Acredita-se que esse comportamento esteja ligado, em princípio, à disponibilidade de volume de madeira que cada larva necessita para completar seu desenvolvimento, conforme sugerido por Coutinho (1997).

3.4 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA EM VIGOR PARA *O. impluviata* no RS.

Os resíduos de colheita atualmente são considerados pelos acacicultores como fontes de propagação do cascudo-serrador, sendo a queima controlada em coivaras utilizada para eliminar as larvas e pupas do inseto, bem como para limpeza da área para um novo plantio (MATSUKI, 2010).

Ciente dessa cronologia biológica e atendendo à legislação vigente (Lei Estadual 9.482, de 24 de dezembro de 1991 e Decreto 34.334, de 21 de maio de 1992), que obriga a coleta e queima dos galhos de acácia-negra em todo território do Rio Grande do Sul, têm sido desenvolvidas campanhas para acabar com o cascudo-serrador. O período de combate não deve ultrapassar os meses de abril e maio. Nessa época, as larvas já estão crescidas e precisam ser queimadas antes que se transformem em insetos adultos. (OLIVEIRA, 1968 e TANAC, s.d).

As legislações do estado que estão em vigência para os produtores de acácia-negra, definem:

Decreto Lei nº 48.304/2011, DE 29 DE AGOSTO DE 2011.

CAPÍTULO I

Disposições Preliminares:

“Art. 1º As medidas de controle obrigatório do cerambicídeo *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) vulgarmente denominado serrador, de que trata a Lei nº 9.482, de 24 de dezembro de 1991, serão orientadas e fiscalizadas pelo Departamento de Defesa Agropecuária da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio, por intermédio da Divisão da Defesa Sanitária Vegetal.”

“Art. 2º Os proprietários, arrendatários, possuidores ou detentores a qualquer título de plantações de acácia-negra, neste regulamento genericamente denominados de acacicultores, ficam obrigados a executar as medidas de controle nos meses de março a agosto de cada ano, coletando e queimando os galhos de acácia-negra cortados pelo serrador, sem a necessidade de licenciamento individual.”

§ 1º As medidas de controle serão inspecionadas e fiscalizadas pelos agentes encarregados deste serviço no período de março a outubro de cada ano e o monitoramento da ocorrência do serrador será executado durante o ano todo.

§ 2º Por ação de fiscalização poderão ser concedidos outros prazos mediante notificação individual.

“Art. 3º Quando da ocorrência de galhos atacados pelo “serrador” nos restos de colheita de acácia-negra, os acacicultores devem proceder a queima controlada destes.”

Parágrafo único. A Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio regramente mediante Portaria ou Instrução Normativa a queima controlada dos restos de colheita da acácia-negra infestados pelo “serrador”.

“Art. 4º Sempre que houver omissão ou recusa por parte dos acacicultores em executar o controle do "serrador", esse trabalho poderá ser contratado com terceiros pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio ou pelo Município com esta conveniado para exercer a fiscalização do serrador, correndo todas as despesas, inclusive mão de obra e material, por conta do Acacicultor faltoso, sem prejuízo da multa.”

“Art. 5º Os acacicultores ficam obrigados a permitir o acesso e livre trânsito em suas plantações aos fiscais da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio, e aos fiscais dos Municípios com esta conveniados encarregados do controle do "serrador".”

Portaria 154/2011 da SEAPA, 22 de setembro de 2012.

“Art. 1º - Fica instituído o uso do fogo nos restos culturais dos cultivos florestais de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) no Estado do Rio Grande do Sul, como medida sanitária visando controlar os prejuízos causados pelo cerambicídeo, *Oncideres* spp., vulgarmente conhecido como “Casudo-serrador”, em plantas de acácia-negra, nos termos do disposto através da presente Resolução.”

“Art. 2º - Fica autorizado o uso do fogo, de forma descontínua em até 20 % da área utilizada pelo cultivo de acácia-negra, como medida de controle fitossanitário do “Casudo-serrador”, mediante a queima dos restos culturais, comprovadamente infestados, resultantes do abate e amontoa de florestas de acácia-negra.”

Portaria/MAPA nº 2.426, de 1º de dezembro de 2017

“Art. 1º Ficam definidos o manejo da praga *Oncideres impluviata* e as medidas emergenciais de defesa sanitária vegetal que deverão ser adotadas para a emergência fitossanitária, objeto da Portaria/MAPA nº 2.426, de 1º de dezembro de 2017:

- I - elaboração e divulgação do plano de manejo;
- II - monitoramento contínuo da praga;
- III - destruição de restos culturais;

IV - controle químico;

V - pesquisa visando utilização do controle biológico.”

“Art. 2º Fica autorizado, em caráter emergencial e temporário, a comercialização e o uso de produtos agrotóxicos, que tenham como ingrediente ativo a substância Bifentrina para fins de controle da praga, nas áreas em estado de emergência fitossanitária.”

Os inseticidas piretroides como é o caso da Bifentrina, surgiram no início dos anos 80 como uma alternativa àqueles de maior potencial tóxico, já que apresentam baixa toxicidade aguda em mamíferos, não se acumulam nos tecidos adiposos e não são persistentes no ambiente (SANTOS, 2005). Emergencialmente, utilizou-se o controle químico com Bifentrina, no entanto, não é recomendado devido à toxicidade ao homem e ao meio ambiente e não é sugerido por sistemas de certificação ambiental (ROCHA JUNIOR, 2017).

No entanto, a Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR) entrou com pedido junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a liberação emergencial do uso de agrotóxicos, devido a surtos no ano de 2017. Os relatórios entregues para a solicitação da emergência fitossanitária declaravam que o controle biológico e técnicas alternativas de controle não eram de fato eficientes e havia necessidade de controle químico. Produtos à base de imidacloprido (neonicotinoide)+ ciflutrina (piretroide) e tiametoxam (neonicotinoide) + lamda-cialotrina (piretroide) foram eficazes no controle de *O. impluviata* em testes preliminares com pulverização aérea e terrestre (LEUCK, 2016).

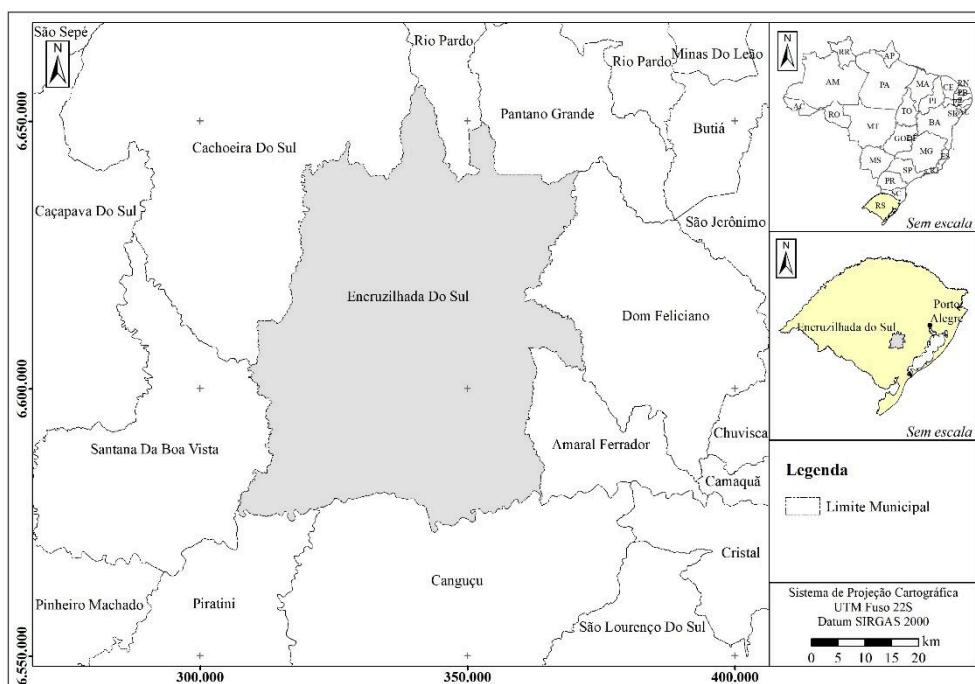
Atualmente, não há nenhum produto químico registrado no Brasil para o controle de *O. impluviata*. A adoção de um plano de Manejo Integrado de Pragas (MIP) seria o ideal para posterior liberação (LEMES, 2021). Estudos mais aprofundados do inseto são necessários principalmente com defensivos químicos, pois são uma opção para conter grandes surtos populacionais, em que, outras fases do MIP como o controle biológico não atinge a eficiência necessária. Vale a pena ressaltar, que o uso de produtos químicos é a última fase do MIP, químicos só devem ser utilizados em casos emergenciais, visto que a aplicação de inseticidas sem estudos prévios pode controlar 100% da população de insetos-praga, mas também pode causar a mortalidade de seus parasitoides (MORAES, 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Encruzilhada do Sul situa-se na metade Sul do Rio Grande do Sul, sobre o Planalto Sul-Rio-Grandense, o qual é constituído por rochas graníticas do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense (IBGE, 2020). O município faz limite ao norte com os municípios de Rio Pardo e Pantano Grande, a oeste com Cachoeira do Sul e Santana da Boa Vista, a leste com Dom Feliciano e Amaral Ferrador e ao sul com os municípios de Piratini e Canguçu (ENCRUZILHADA DO SUL, 2020). Fica distante 170 km da capital do estado, Porto Alegre (IBGE, 2020) (Figura 06).

Figura 06 – Mapa de localização de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: O Autor (2020).

4.2 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO

4.2.1 Clima

Segundo Alvares et al. (2016), o município possui classificação Köppen-Geiger, como sendo de clima quente e temperado definido por Cfa, Clima subtropical, com verão

quente. A variedade Cfa caracteriza-se por apresentar temperatura média para o mês mais frio de 18°C, e a do mês mais quente superior a 26°C a máxima alcança os 37°C no verão. Os meses mais quentes são dezembro, janeiro e fevereiro, já os mais frios são junho, julho e agosto. A distribuição de chuva é regular, chegando a médias de 900 a 1.800 mm/ano.

4.2.2 Economia

A economia do município de Encruzilhada baseia-se no comércio, fruticultura, silvicultura e agropecuária, com produção de soja, trigo, arroz, bovinos e ovinos. Há também grande potencial para a extração de rochas graníticas, tanto ornamentais quanto de revestimento (BINKOWSKI, 2014). Segundo dados do IBGE, o setor terciário representa mais da metade do Produto Interno Bruto (PIB) do município, seguido do setor primário, ficando o setor secundário com menor representatividade, cerca de 10% (IBGE, 2020).

Segundo Uberti (2017), estima-se que a região de Encruzilhada do Sul e os municípios limites Amaral Ferrador, Cachoeira do Sul, Canguçu, Dom Feliciano, Pantano Grande, Piratini e Santana da Boa Vista, correspondam à maior parte da base florestal vinculada, principalmente com as empresas de celulose, tanino, chapas e painéis. Os impactos positivos com o advindo da silvicultura na região, entre eles da acácia-negra, estão relacionados à instalação de fábricas, comércio, indústrias, geração de empregos, aumento no PIB e no IDH (BINKOWSKI, 2014).

A atividade florestal tem contribuído nesse crescimento, pois, segundo Benedetti (2010), no ano de 2003, foi lançado pelo governo do Rio Grande do Sul o Programa Estadual de Florestamento que, dentre outros objetivos, previa fomentar o florestamento comercial em municípios da “metade Sul” do estado. Benedetti (2010) afirmou ainda que, essa região do estado tem sido foco de investimentos por parte de empresas multinacionais do setor de celulose e papel. Do ponto de vista empresarial, Lima (2014) destacou que a metade Sul do RS apresenta vantagens para a atividade de silvicultura, em função da disponibilidade de grandes áreas, das ferrovias e estradas, das condições favoráveis de clima e solo, além de estar próxima ao porto de Rio Grande.

Atualmente, os reflorestamentos geram em torno de 29% da arrecadação total do município de Encruzilhada. As áreas indicadas para atividades com silvicultura, pelas restrições de uso com cultivos, distribuem-se em 24% do total da área do município,

tornando Encruzilhada o maior produtor do estado de florestas plantadas (Figura 07) (AGEFLOR, 2022).

Figura 07 – Maiores produtores de florestas plantadas do RS (2011-2022).

Ranking	Município	Área (ha)	Ranking	Município (Cont.)	Área (ha)
1°	Encruzilhada do Sul	61.280	14°	Dom Feliciano	14.636
2°	São Francisco de Paula	42.556	15°	São José dos Ausentes	13.513
3°	Piratini	39.997	16°	Pinheiro Machado	12.305
4°	Cambará do Sul	20.527	17°	Jaquirana	12.245
5°	Cachoeira do Sul	20.255	18°	Taquari	12.163
6°	Bom Jesus	18.974	19°	Bagé	12.126
7°	São José do Norte	18.646	20°	Cacequi	11.073
8°	Butiá	17.645	21°	Pedras Altas	10.954
9°	Triunfo	17.473	22°	Santa Vitória do Palmar	10.858
10°	Mostardas	15.904	23°	São Jerônimo	10.788
11°	São Gabriel	15.578	24°	Barra do Ribeiro	10.535
12°	Pantano Grande	15.134	25°	Rio Pardo	10.115
13°	Canguçu	14.990	-	Outros	474.022
Total					934.290

Fonte: AGEFLOR, 2022

As zonas de florestas plantadas no município de Encruzilhada do Sul obtiveram uma taxa de variação de 103% no ano de 2014 em relação a 2004, ou seja, a floresta plantada mais que duplicou no período de 10 anos. Enquanto em 2004, a classe de floresta plantada ocupava cerca de 7 % da área total do município, em 2014 passou a representar cerca de 14 %, sendo a classe que mais expandiu, incrementando 24 mil hectares em dez anos (ALBA et al., 2016). Segundo os mesmos autores, as atividades de plantios florestais e agricultura obtiveram grande desenvolvimento, enquanto as áreas de campo perderam espaço, sendo substituídas pelas classes acima citadas.

4.2.3 Relevô

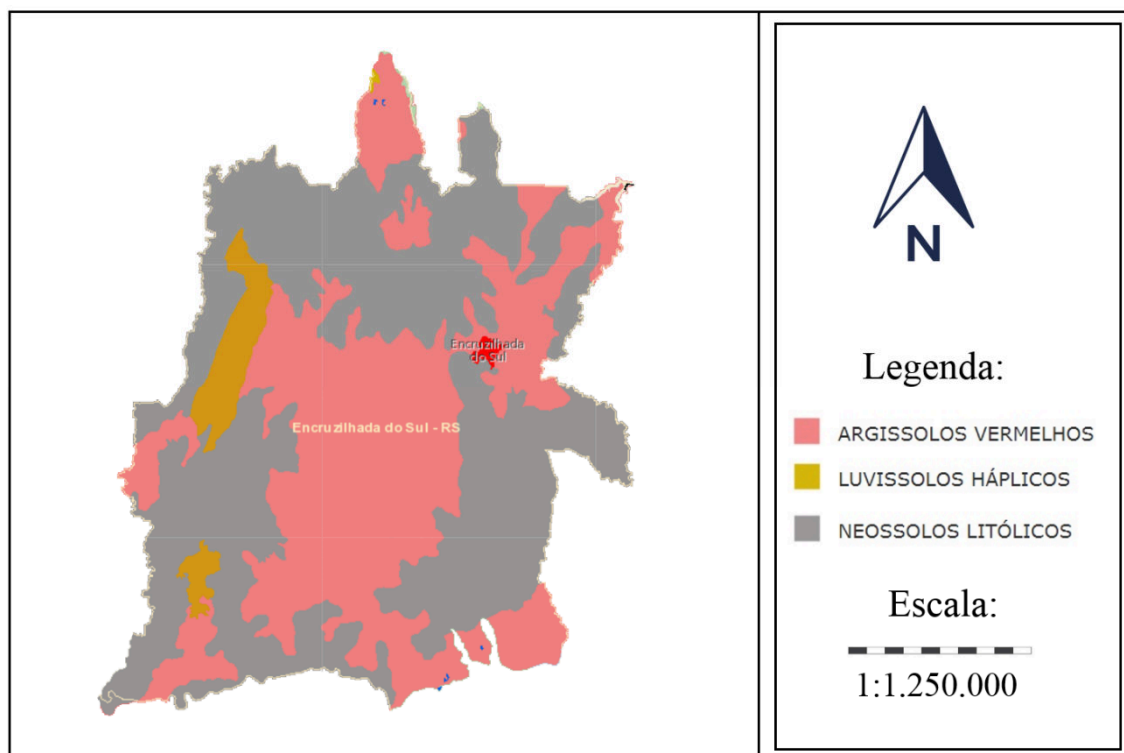
Pela natureza heterogênea das rochas graníticas, metamórficas e sedimentares e suas amplas extensões regionais, verifica-se um modelamento local, nas formas de relevo, muito particulares a cada região. A Serra do Sudeste apresenta de média e alta fertilidade natural, em relevo forte ondulado ou montanhoso, de textura argilosa, siltosa ou média (RIO GRANDE DO SUL, 2006). Destacam-se também, relevos alongados de topo plano ou convexo, com vertentes de forte declividade, coincidindo com camadas resistentes, dobradas e truncadas por erosão e posteriormente dissecadas (SEMA, 2001).

A configuração é típica de um planalto granítico, que por sua natureza e espessura da cobertura sedimentar anterior, não se aplainou com uniformidade, deixando uma superfície áspera, com ocorrência interna de elevações e morros isolados, mostra-se pela sua amplitude como um relevo parcialmente favorável às atividades agrícolas (EMBRAPA, 2005). As formas de relevo que caracterizam o município constituem de serras rochosas cercando um planalto central com coxilhas e poucas planícies nas bordas no lado leste (BINKOWSKI, 2014).

4.2.4 Solo

Os solos de Encruzilhada do Sul em sua maioria são solos rasos, com ocorrência de “solos rasos” e “muito rasos” em áreas rochosas das serras; “solos rasos” a “profundos” em áreas planas; e “solos profundos” nas coxilhas (EMBRAPA, 2005) (Figura 08).

Figura 08 – Mapa de solos do município de Encruzilhada do Sul, RS.



Fonte: Adaptado de Pronasolos (2021).

Os solos rasos e muito rasos (Luvisolo Háplico), álicos em áreas muito rochosas nas áreas de serra (Neossolos Litólicos). Nas partes aplainadas do planalto ocorrem solos desde rasos a profundos, distróficos ou alumínicos (Argissolos Vermelho Alumínico).

Nas coxilhas solos profundos eutróficos e distróficos (Argissolos Vermelhos) (EMBRAPA, 2005).

Quanto ao uso agrícola das terras, o sistema de classificação, que se propunha a uma ordenação do uso e controle da degradação das terras, tem a finalidade atual de caracterizar a potencialidade agrícola local das terras. As principais limitações de uso são a baixa profundidade, a acentuada declividade e presença de pedras de afloramentos de rochas em alguns locais (SEMA, 2001).

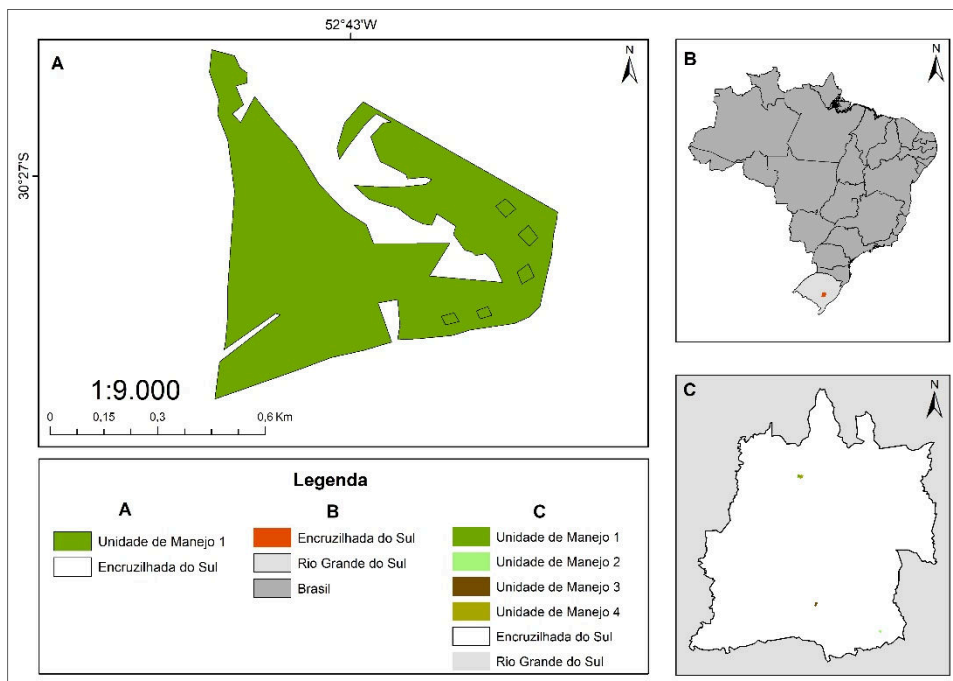
Em geral as áreas de relevo suave ondulado e ondulado podem ser utilizadas para pastagens permanentes e silvicultura e nas regiões de relevo forte ondulado para reflorestamento e fruticultura. As áreas muito íngremes devem ser reservadas para preservação permanente (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

4.3 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MANEJO

4.3.1 Unidade de Manejo 1 (UM1) 2020, 2021, 2022

A UM1, com 25,02 ha de extensão, foi anexada ao trabalho em 2020. O plantio de acácia estabelecido nessa área tinha 1 ano de idade e espaçamento de 3 x 1,5 m. Esta área foi monitorada para verificar se havia ataque de *O. impluviata* no primeiro ano de plantio, em que foi feita também a contagem das árvores mortas. No ano de 2021, aos 2 anos de idade, foram implantadas cinco parcelas de 15 m x 15 m (Figura 09).

Figura 09 – Mapa de localização da Unidade de Manejo 1, com a alocação das parcelas do inventário florestal.



Fonte: Autor (2023).

A unidade no ano de 2021 encontrava-se em condições desejáveis de controle de mato competição. Não foi identificado no 2º ano de avaliação nenhuma árvore com problema de má-formação genética ou bifurcação, apenas seis árvores mortas nas cinco parcelas alocadas, número de replantio baixos (12) e nenhuma planta bifurcada por ataque de *O. impluviata* (Figura 10).

Figura 10 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 1, com dois anos de idade (2020), Encruzilhada do Sul, RS.



Fonte: O Autor (2021).

Em 2021, foi observada a presença de gado em meio ao plantio, que é uma prática comum nas áreas de acácia-negra da região de Encruzilhada do Sul, visto que a pecuária não tem influência no desenvolvimento da acácia-negra, e vice-versa.

4.3.2 Unidade de Manejo 2 (UM2) 2020, 2021, 2022

A UM2, que mede 16,2 ha, teve o preparo do solo feito apenas nas entre linhas do plantio, sendo o espaçamento entre linhas de 3 x 1,2 m, neste caso específico foram observados que o espaçamento na linha é inferior as demais UMs, acarretando um adensamento de aproximadamente 500 plantas por hectare a mais.

Também foi observado a competição com herbáceas invasoras, em sua maioria guaxuma (*Sida rhombifolia*) e buva (*Conyza bonariensis*), amplamente conhecidas nas ciências agrônômicas pelo potencial invasor, algumas delas resistentes a controle de diversos produtos difundidos no mercado de defensivos agrícolas (AGROLINK, 2023). O estado de conservação da UM2, observado no ano de 2020, requer atenção no sentido de controle de mato competição (Figura 11).

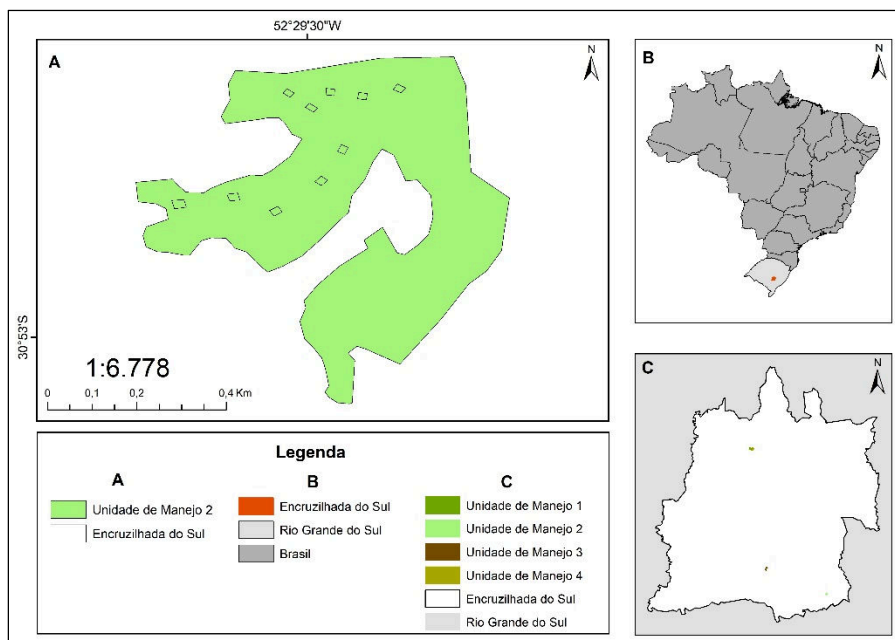
Figura 11 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 2, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.



Fonte: O Autor (2020).

A localização e disposição das parcelas (15 x 15 m), podem ser observadas na Figura 12.

Figura 12 - Mapa de localização da Unidade de Manejo 2, com a alocação das parcelas do inventário florestal.



Fonte: Autor (2023).

4.3.3 Unidade de Manejo 3 (UM3) 2020, 2021, 2022

Neste talhão, a acácia-negra já estava com 3 anos de idade. Foi constatada a presença de gado no meio do plantio.

A UM3 estava com o espaçamento de acordo com o recomendado pelas empresas (3 x 1,5 m), livre de competição com a cultura da acácia-negra, com grama entre as linhas de plantio. Constatou-se que as plantas iniciavam a desrama natural (Figura 13).

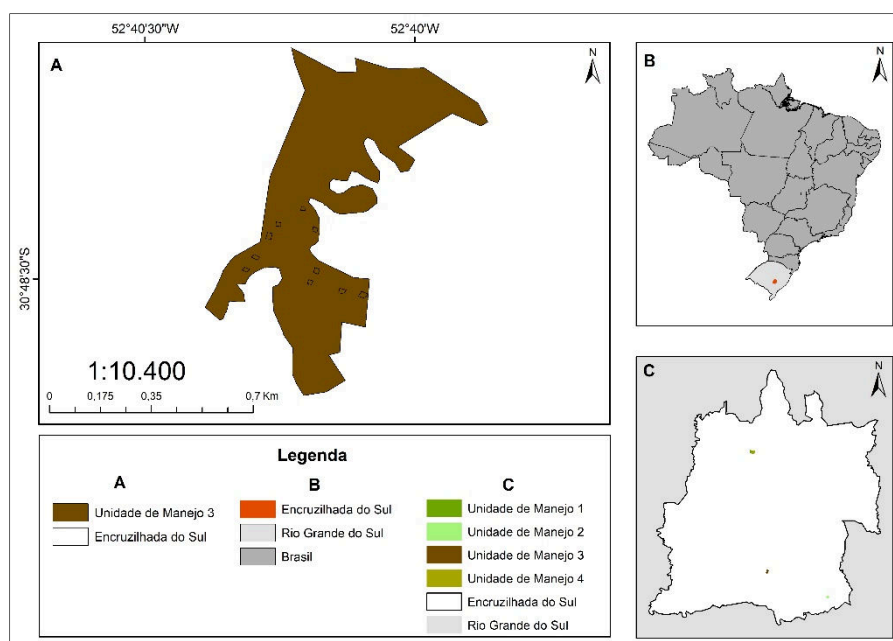
Figura 13 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 3, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.



Fonte: O Autor (2020).

Na UM3, com 11,33 hectares, implementou no ano de 2020 as parcelas para avaliação. A localização e a disposição das parcelas (15 x 15 m) podem ser observadas na Figura 14.

Figura 14 - Mapa de localização da Unidade de Manejo 3, com a alocação das parcelas do inventário florestal.



Fonte: O Autor (2023).

4.3.4 Unidade de Manejo 4 (UM4) 2020, 2021, 2022

A UM4, com 42,6 hectares encontrava-se livre de competição com herbáceas, com grama entre as linhas de plantio, observou-se *in loco* que as plantas já estavam em início do processo de desrama natural (Figura 15). Foi constatada a integração deste plantio com a pecuária.

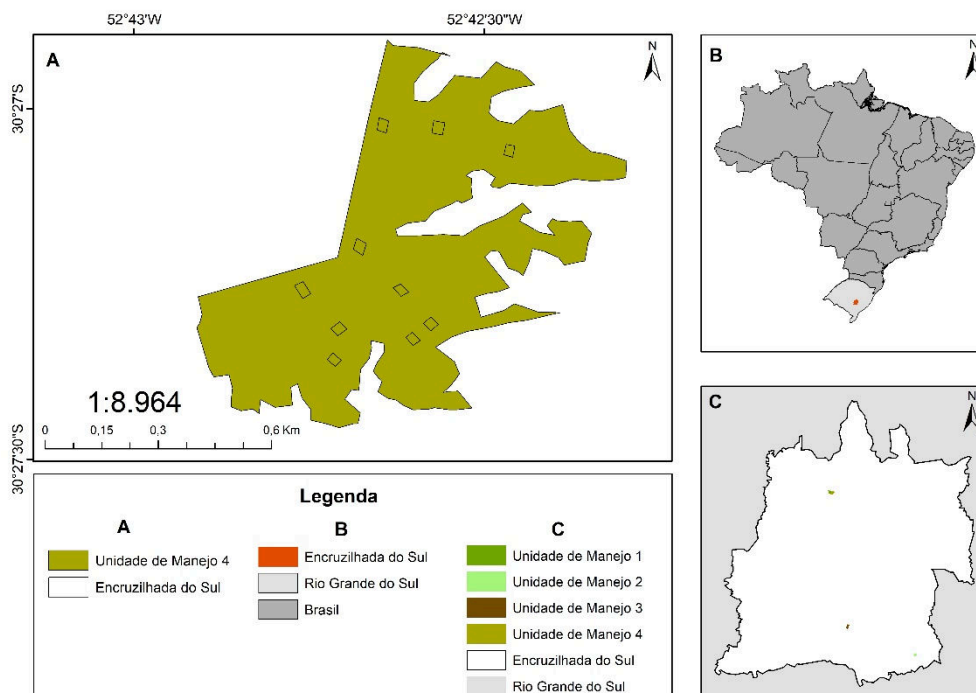
Figura 15 – Estado de conservação do plantio de acácia-negra na Unidade de Manejo 3, no ano de 2020, Encruzilhada do Sul, RS.



Fonte: O Autor (2020).

Na Unidade de Manejo 4, implementou-se no ano de 2020 as parcelas (15 x 15 m), para avaliação. A localização e a disposição das parcelas podem ser observadas na Figura 16.

Figura 16 - Mapa de localização da Unidade de Manejo 4, com a alocação das parcelas do inventário florestal.



Fonte: O Autor (2023).

4.4 INVENTÁRIO DAS FLORESTAS DE ACÁCIA-NEGRA

Com exceção da UM1, onde foram instaladas apenas cinco parcelas, nas demais foram instaladas e mensuradas 10 parcelas permanentes para o monitoramento das florestas, seguindo o processo de amostragem casual simples (HUSCH, 2003), admitindo-se um erro de amostragem de 10% da média estimada para volume total e volume comercial, com 95% de probabilidade de confiança para todas as idades.

As dimensões de parcela foram de 15 x 15 m, equivalente a 225 m², com aproximadamente 50 árvores em cada parcela, representando um total de 500 árvores por idade, visto que os plantios de acácia-negra normalmente seguem o padrão de espaçamento de 3 x 1,5 m (2.222 árvores/ha). Na implantação das parcelas, foram observados os efeitos inerentes à bordadura, desse modo somente foram medidas árvores com três linhas de distância da borda. As árvores medidas foram identificadas e marcadas com tinta na cor branca.

As parcelas foram distribuídas de modo a abranger as áreas e idades atacadas pelo inseto proporcionalmente em toda a sua extensão, as quais foram devidamente identificadas com estacas de madeira pintadas na cor branca para facilitar a localização

nas revisitas, com um código indicando a idade com a letra I e a parcela com a letra P, em todos os inventários foi controlado o número da árvore, para facilitar o processo de revisita. As coordenadas centrais e dos vértices das parcelas foram obtidas utilizando GPS Garmin® 30.

As variáveis de inventário foram obtidas por métodos diretos e indiretos de medição. Foi realizada a mensuração direta da variável CAP (circunferência na altura do peito) a 1,30 m do solo, com auxílio de uma fita métrica. Já na mensuração das alturas comercial e total, foi utilizado o hipsômetro *Hanlof Vertex® IV*. As variáveis qualitativas obtidas por parcela no inventário florestal foram: número de árvores atacadas (aneladas), número de galhos anelados, altura do anelamento, número de árvores mortas/falhas, número de replantes, número de árvores bifurcadas, número de bifurcações e altura da bifurcação.

O inventário florestal foi realizado no período de inverno de 2020 e se estendeu com observações nos anos de 2021 e 2022, realizadas no período final de crescimento, após o ataque dos insetos, que se estende de outubro até março.

4.5 COLETA DE DADOS

4.6 IDENTIFICAÇÃO, PRECISÃO E PRODUÇÃO DAS UNIDADES DE MANEJO

Os dados de inventário florestal utilizados neste estudo foram obtidos das áreas de plantios de acácia-negra pertencentes às empresas TANAC S.A. e SETA S.A. presentes no município de Encruzilhada do Sul. O critério de escolha das fazendas foi a idade de implantação dos povoamentos (Quadro 01).

Quadro 01 – Identificação das unidades de manejo, idade dos plantios e quantitativo de área plantada dos locais onde foram realizados os inventários florestais, Encruzilhada do Sul, RS.

Identificação	Idade	Área
UM1	1 ano	25,02 ha
UM2	2 anos	16,2 ha
UM3	3 anos	11,33 ha
UM4	4 anos	42,6 ha

As idades de 1 (um) a 4 (quatro) anos foram escolhidas para observação devido ao fato de ser o período inicial/juvenil dos plantios, e, portanto, o período de maior fragilidade a ataques de insetos, uma vez que os indivíduos estão em período de adaptação ao novo ambiente (campo), dependendo diretamente dos galhos, folhas e raízes para ter sucesso no desenvolvimento.

O inventário florestal realizado pelo Laboratório de Economia e Política Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, no ano de 2020, não incluiu a UM1, pois as plantas não tinham 1,3 m no DAP. Na UM2 foram utilizadas as variáveis de DAP, altura comercial e altura total para o cálculo de volumes de madeira e suficiência amostral. As UMs 3 e 4 têm seus critérios exibidos no Quadro 02.

Quadro 02 – Dados estatísticos do inventário florestal 2020.

Unidade	S ²	CV%	Finita ou Infinita	Erro padrão %	Intensidade de Amostragem
UM1	0	0	0	0	0
UM2	0	0	0	0	0
UM3	210,33	12,81	Infinita	8,31	6
UM4	324,67	11,91	Infinita	5,64	5

Em que: S² = Variância, CV% = Coeficiente de variação

Com base nas tabelas de produção propostas por Schneider et al. (2000), foram calculados os índices de sítio para cada ano monitorado e idade de plantio (Quadro 03).

Quadro 03 – Índice de sítio e volume médio (m³/ha⁻¹), para cada ano monitorado e idade das UMs.

ANO	2020	Vol. Médio	2021	Vol. Médio	2022	Vol. Médio
UM1	-	-	-	51.3	IS 18	102.5
UM2	-	4.1	IS 14	42.1	IS 14	82.0
UM3	IS 18	113.2	IS 18	163.0	IS 18	207.4
UM4	IS 18	151.3	IS 18	187.7	-	-

Em que: IS = Índice de sítio, Vol. Médio = Volume médio (m³/ha).

4.7 CÁLCULO DO VOLUME DE MADEIRA

4.7.1 Volume total de madeira com casca

O volume foi calculado utilizando-se os modelos definidos por Martins et al. (2021), para a região de Encruzilhada do Sul, com florestas de acácia-negra, o qual sugere a utilização nas idades juvenis (1 e 3 anos) o modelo de Spurr (não linearizado) (Equação 1) e para as idades superiores, o modelo de Schumacher-Hal (não linearizado) (Equação 2). O uso desses modelos justifica-se pelos *scores* estatísticos obtidos na estimativa do volume total sem casca, sendo erro padrão da estimativa (Syx%) variando de 2,87% a 4,48% e coeficiente de determinação ajustado (R^2) entre 0,97 e 0,99, ambos apresentando baixos coeficientes de variação (CV%).

a) Volume total de madeira com casca

Modelo de Spurr (não linear) utilizado nas idades de 1 a 3 anos;

$$V = \beta_0.(d^2.h)^{\beta_1} \tag{1}$$

Em que:

$$\beta_0 = 0.00008$$

$$\beta_1 = 0.8903$$

V = Volume com casca (m³);

d = Diâmetro na altura do peito (m) (nesse caso 1,3m);

h = Altura total (m);

Modelo de Schumacher-Hall (não linear) utilizado nas idades de acima de 3 anos;

$$V = \beta_0.(d^{\beta_1}.h)^{\beta_2} \tag{2}$$

Em que:

$$\beta_0 = 0.000093$$

$$\beta_1 = 1.8037$$

$$\beta_2 = 0.8538$$

V = Volume com casca (m³);

d = Diâmetro na altura do peito (m) (1,3m);

h = Altura total (m);

4.8 ANÁLISE DE BIFURCAÇÕES

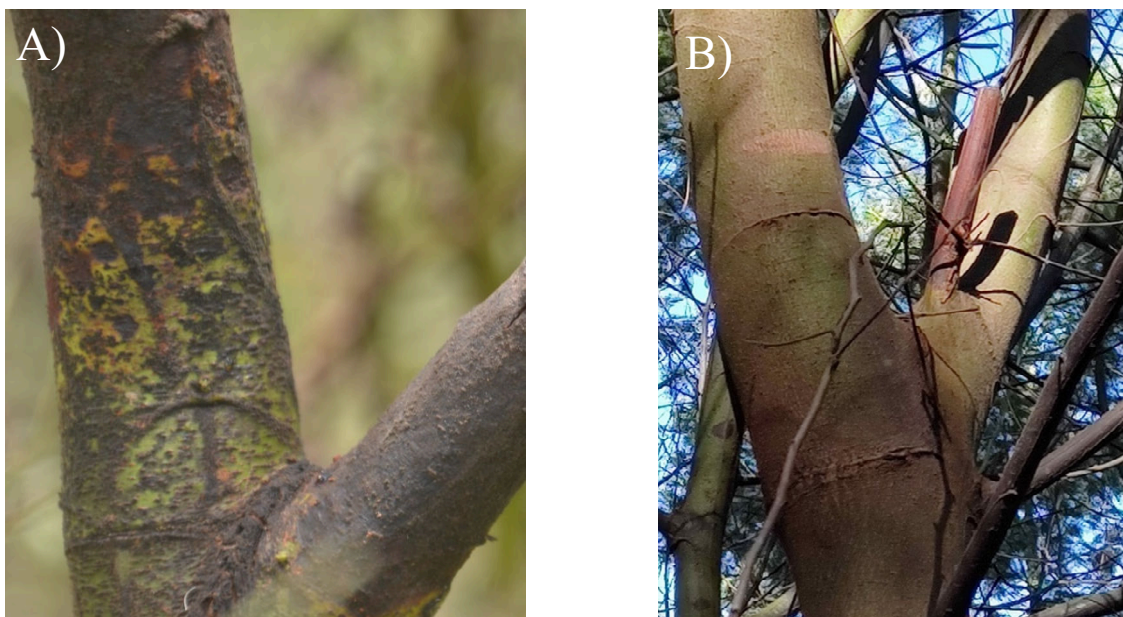
O plantio de acácia-negra com 1 (um) ano de idade não sofreu nenhum tipo de ataque pelo *O. impluviata* no ano de 2020, pois o diâmetro médio de ataque do inseto é de 1,4 cm (OLIVEIRA, 2006), e esse diâmetro só é atingido a partir do segundo ano de plantio. A idade de 2 (dois) anos é mais bifurcada em decorrência do ataque apical de árvores e tem correlação com perda de volume comercial das árvores a partir do segundo ano.

Dependendo da altura em que ela é cortada surgem dois novos galhos causando então uma redução de volume comercial quando utilizado o modal de colheita mecanizada, pois a altura comercial usual no cultivo de acácia-negra corresponde à inserção dos galhos da copa, mas, com a bifurcação essa altura diminui para a altura da bifurcação diminuindo o aproveitamento do fuste.

Desta forma, com as análises das bifurcações, pode-se obter a redução de volume comercial de madeira em virtude do ataque apical do cerambicídeo. Os valores de altura comercial de madeira foram mensurados a campo considerando como altura comercial a região de anelamento apical onde surgem os novos galhos das gemas inferiores.

As bifurcações nas idades acima de 2 anos são de fácil identificação quando observadas *in loco*, visto que a bifurcação natural ocorre em formato de “V” e a bifurcação causada pelo inseto tem um formato muito semelhante a “U” (Figura 17).

Figura 17 – Bifurcação natural em formato de “V” A); Bifurcação causada pelo inseto quando o ataque ocorre no ápice da planta em formato de “U” B).



Fonte: Autor (2023).

4.9 ANÁLISE DE DADOS

Na análise dos dados foram criados quatro grupos distintos de acordo com o tipo de ataque provocado pelo inseto *O. impluviata*, sendo eles:

- ✓ NA – Árvores não atacadas em nenhum ano;
- ✓ AT – Árvores atacadas, mas não bifurcadas;
- ✓ ATBI – Árvores atacadas bifurcadas pelo inseto;
- ✓ ATBN – Árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O grupo AT, contempla ano a ano as árvores que em algum momento estão na classe NA e tiveram galhos anelados, assim, o classificador é modificado e ela é retirada do grupo NA e inserida no grupo AT. Os grupos ATBN e ATBI raramente são modificados, visto que as árvores ATBN já são bifurcadas naturalmente e o grupo ATBI, os danos apicais que os insetos causam ocorrem a partir do 2º ano de plantio. Essas classes só são alteradas em caso de morte da planta, e são automaticamente retiradas das análises.

Posteriormente, os volumes de madeira dos grupos foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (1933), Equação 3:

$$D = \text{Maximum}|F_o(X) - F_r(X)|$$

(3)

Em que:

$F_o(X)$ = Distribuição da frequência cumulativa observada de uma amostra aleatória de n observações;

$F_o(X) = kn$ (N° de observações $\leq X$)/(N° de observações totais).

$F_r(X)$ = A distribuição da frequência teórica.

Quanto à distribuição dos dados foram não normais e não paramétricos, posteriormente aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) (Equação 4).

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k ni \bar{r}_i^2 - 3(n+1)$$

(4)

Em que:

n = é o número de observações do grupo;

k = é a classificação (entre todas as observações) de observação do grupo;

j = é o número total de observações em todos os grupos;

\bar{r}_i^2 = é a classificação média de todas as observações no grupo.

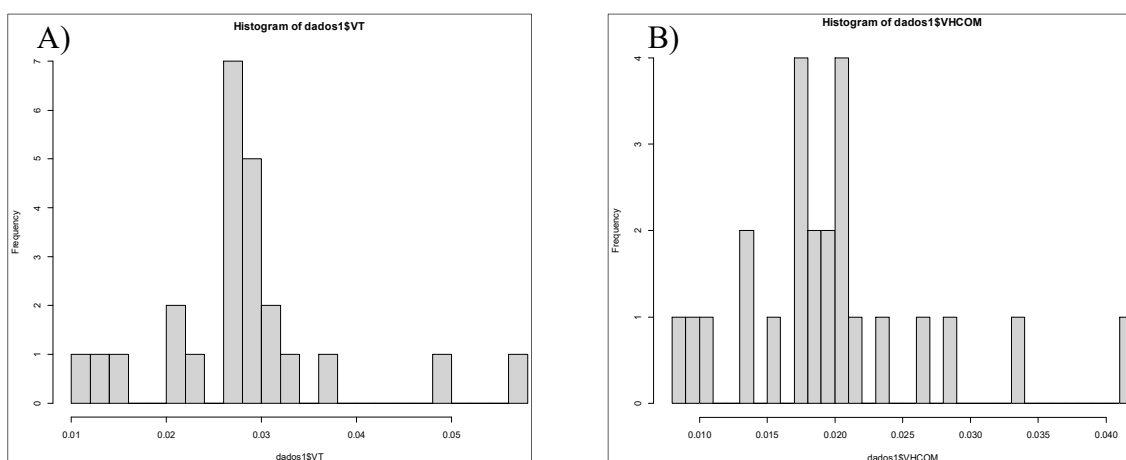
5 RESULTADOS

5.1 UNIDADE DE MANEJO 1 (UM1) anos de 2020, 2021, 2022.

Na unidade de manejo 1 no ano de 2020, foram monitorados somente mortalidade e replantio, pois a floresta se encontrava em seu estágio pós-plantio. Não foram identificados ataques de *O. impluviata* neste ano e nenhuma árvore bifurcada. A quantidade real de replantio devido à mortalidade foi cerca de 1%, sendo admitido o valor de até 10%.

No ano de 2021, com a implantação das parcelas, obtiveram-se valores de variáveis inerentes a CAP, altura total e altura comercial. Não foi encontrado nenhum tipo de ataque do *O. impluviata*, de modo que só existe na Unidade de Manejo 1 em 2021 a classe NA (Figura 18).

Figura 18 – Frequências dos volumes totais de madeira (VT) A); Frequências dos volumes comerciais de madeira (VHCOM) B).



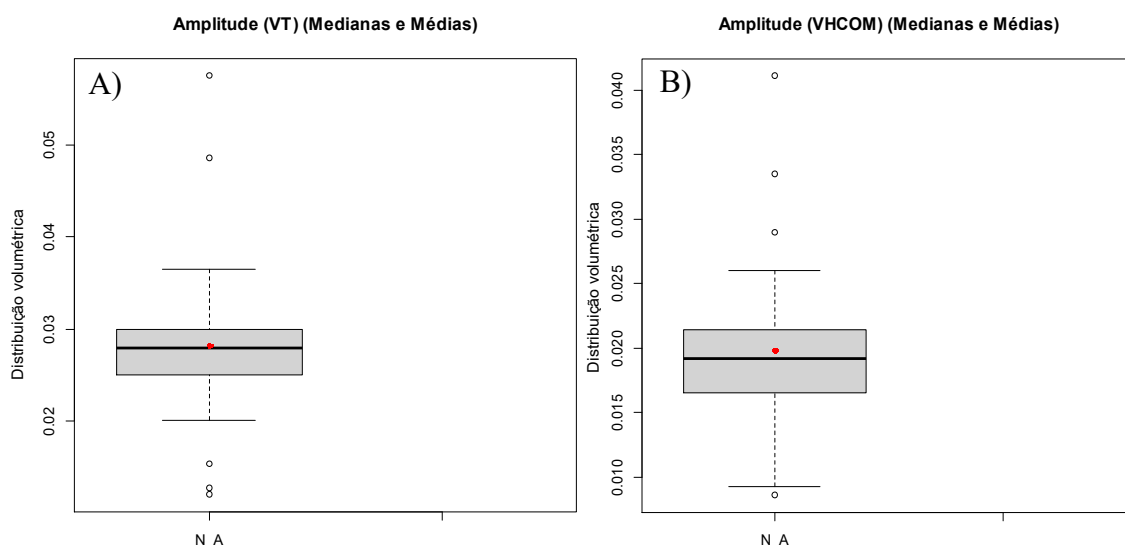
Fonte: Autor (2023).

O teste de Kolmogorov-Smirnov apontou que os dados não possuem normalidade, e seguiu não normal nos demais anos.

O teste de Kruskal-Wallis não pode ser executado para essa unidade de manejo 1 pois, visto que só existem árvores não atacadas (NA), as outras classes foram ausentes no ano de 2021.

Posteriormente, foram plotados gráficos com as médias e medianas dos volumes totais de madeira (VT) e o gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais de madeira (VHCOM) (Figura 19).

Figura 19 – Gráfico de médias e medianas dos volumes totais de madeira (VT) A); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais de madeira (VHCOM) B).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano.

A Tabela 01 - mostra os valores inerentes às perdas de volume por classe analisada.

Tabela 01 – Número de árvores/ha, perda de volume médio de madeira por classe comparados à classe das NA - não atacadas, porcentagem de perda e volume total de madeira perdido.

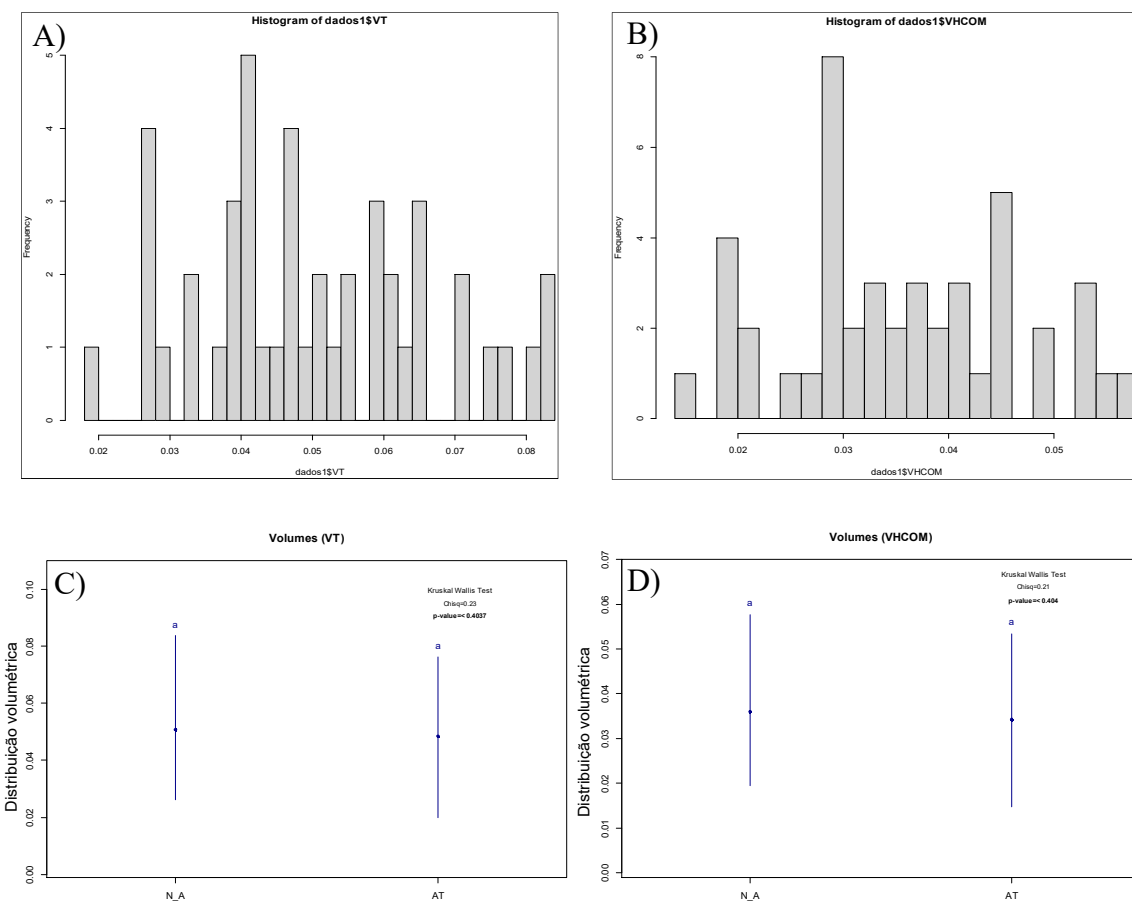
Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%	Total (m ³)
NA	2064	0.00000	0.0	100.0	0
AT	0	0.00000	0.0	0.0	0
ATBI	0	0.00000	0.0	0.0	0
ATBN	0	0.00000	0.0	0.0	0

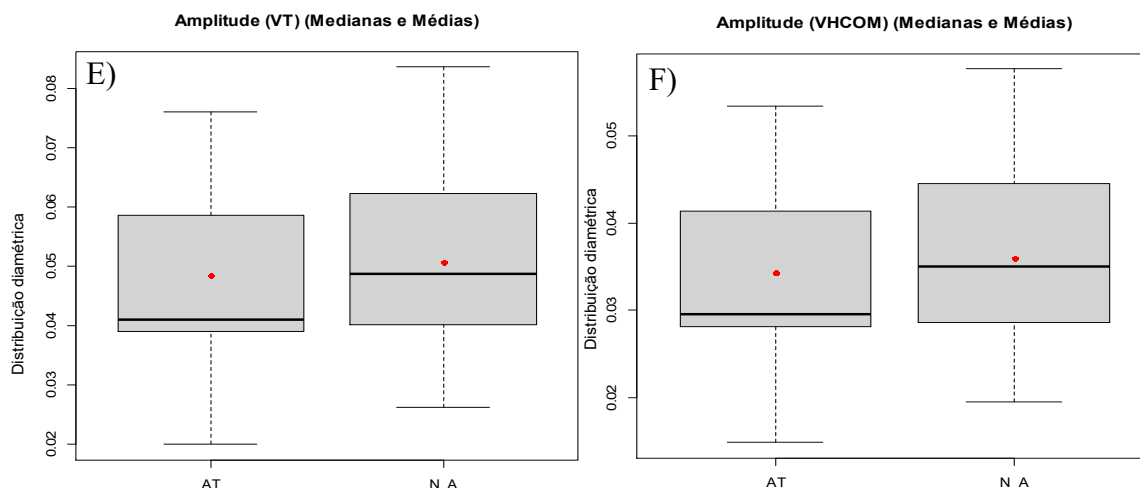
Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O número total de mortes teve seu percentual aumentado para 2%, por motivos desconhecidos ou não ligados ao inseto.

Em 2022, foram registrados ataques do *O. Impluviata*, contribuindo para ocorrências das classes NA - não atacadas e AT - atacadas. Não foi registrado nenhum anelamento apical por parte do inseto. São exibidas as frequências de volumes totais de madeira (VT) e as frequências de volumes comerciais de madeira para o ano de 2022 (Figura 20).

Figura 20 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).





Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas.

A classe de árvores AT – atacadas, não demonstrou diferença média no volume comercial de madeira para as árvores NA - não atacadas (Figura 20). O resultado do teste de Kruskal-Wallis, com 99,9% de probabilidade, não encontrou diferenças significativas nas distribuições das classes NA - árvores atacadas e AT - árvores atacadas, na Unidade de Manejo 1 aos 3 anos de idade.

Tabela 02 – Número de árvores/ha, perda de volume médio de madeira por classe, porcentagem de perda de volume comercial de madeira por classe.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	1796	0.00000	0.00000	0.0
AT	240	0.00000	0.00000	0.0
ATBI	0	0.00000	0.00000	0.0
ATBN	0	0.00000	0.00000	0.0

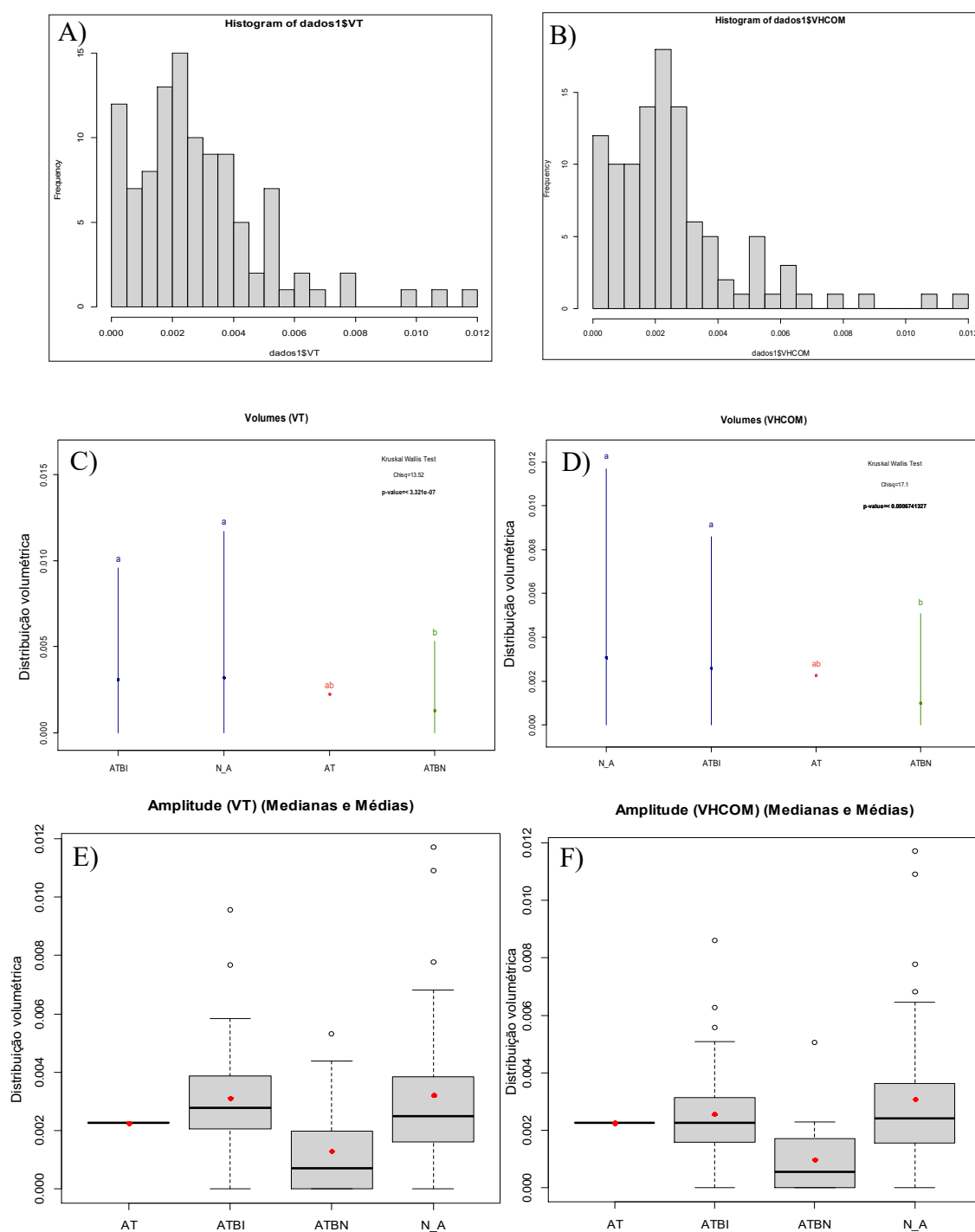
Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis com $\alpha = 0,01$ ou seja, 99,9 % de probabilidade não encontrou diferenças significativas entre as classes das NA - árvores atacadas e AT - árvores atacadas na Unidade de Manejo 1 aos 3 anos de idade.

5.2 UNIDADE DE MANEJO 2 (UM2) anos de 2020, 2021, 2022.

Na Unidade de Manejo 2, no ano de 2020 são meramente descritivas, visto que, é exatamente onde ocorrem os danos mais significativos, o 1º ataque do inseto nas florestas de 2 anos não gera efeitos imediatos no plantio (Figura 21).

Figura 21 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na UM2, foram analisados os dados no sentido de verificar se existem *outliers* referentes aos dados de volumes exibidos nos gráficos E) e F), foi verificada a não existência de *outliers*, pois, os volumes são muito baixos e qualquer planta que tenha alguma vantagem ou desvantagem destoa da média no plantio.

O teste de Kolmogorov-Smirnov apontou que os dados não possuem normalidade e se mantêm assim por todos os anos monitorados e têm seu p-valor mostrado na Figura 18 D) para ambos os volumes.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis C) e D) com $\alpha = 0,01$ ou seja, 99,9 % de probabilidade encontrou diferença significativa somente na classe ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, tanto para volume total (VT) quanto para volume comercial (VHCOM), as demais não tiveram diferença estatística no ano de 2020.

Na Unidade de Manejo 2 aos 2 anos não foram encontradas árvores com nenhum tipo de gomose.

Na Tabela 03 são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM2, para o ano de 2020.

Tabela 03 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m³)	Vol. Comercial (m³)
NA	4.2	2.7	2.6	0.00270	0.00260
AT	3.9	2.3	2.3	0.00193	0.00193
ATBI	4.4	2.8	2.2	0.00281	0.00232
ATBN	4.6	2.7	2.0	0.00185	0.00143

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Embora o teste de Kruskal-Wallis indique que não há diferença entre as classes mencionadas quanto à variável volume, é possível analisar pela Tabela 03, que as variáveis DAP, e altura são praticamente as mesmas para todas as classes, já quando analisadas pela altura comercial, as árvores das classes ATBI e a classe ATBN, têm uma pequena diferença quando comparadas à classe NA, a perda em altura é de 0,4 m e 0,6 m respectivamente, aos 2 anos.

Ressalta-se que foram encontradas árvores que se enquadram em 2 classes distintas, as plantas que são da classe (NCAP), assim consideradas não atingiram altura suficiente para medição de CAP, por consequência disso, não foram medidas as alturas também, mas elas foram adicionadas na classe de ATBN se a árvore era bifurcada naturalmente e teve algum ramo atacado e foram adicionadas e contabilizadas na contagem de galhos, ao todo 55 plantas na classe NCAP na unidade de manejo.

Os replantes por não conseguirem competir com as outras árvores do plantio inicial foram contados e desconsiderados das análises por não representarem nem diâmetro e nem altura suficientes para serem incluídos, porém, replantes atacados entram na estatística de contagem de galhos do plantio. No total 68 replantes encontrados sendo 15 atacados, alguns com mais de um galho.

As árvores mortas por sua vez, foram contadas e separadas em 2 classes: as mortas por motivos desconhecidos, inerentes a problemas diversos de implantação ou problemas de adaptação ao novo ambiente e as mortas por *O. impluviata*, essas árvores possuíam anelamento de fuste quase rente ao solo. As atacadas e mortas por *Oncideres* foram um número pequeno, cerca de 2%, que foram contabilizadas, as outras mortes foram ignoradas, no total 27 árvores mortas.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque não se refletem nos volumes nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada (64%) e a parcela menos atacada (18%) não diferem significativamente. As diferenças que são notadas são referentes a árvores mortas, replantes e árvores NCAP, não havendo relação nenhuma com o ataque do *O. impluviata* (Tabela 04).

Tabela 04 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais de madeira e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	NCAP	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID2P01	62	5	8	6	15	1	15	13	40	2.59	2.19	0.40
ID2P02	60	7	7	6	22	0	8	8	48	3.48	2.80	0.68
ID2P03	64	6	1	11	28	1	3	5	54	5.36	4.63	0.73
ID2P04	40	8	0	22	17	0	3	8	21	4.71	4.33	0.38
ID2P05	40	7	2	21	14	0	6	0	25	5.08	4.49	0.60
ID2P06	38	12	1	18	14	0	5	9	26	2.02	1.82	0.20
ID2P07	18	7	5	29	7	0	2	2	11	4.48	4.11	0.37
ID2P08	48	6	1	19	21	0	3	5	44	7.06	6.12	0.94
ID2P09	30	8	2	25	9	0	6	4	17	5.27	4.67	0.61
ID2P10	50	2	0	23	21	0	4	1	43	6.25	6.21	0.40

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, NCAP – árvores que não atingiram o CAP.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, destacam-se como maiores perdas de volume em relação a classe NA - não atacadas (Tabela 05).

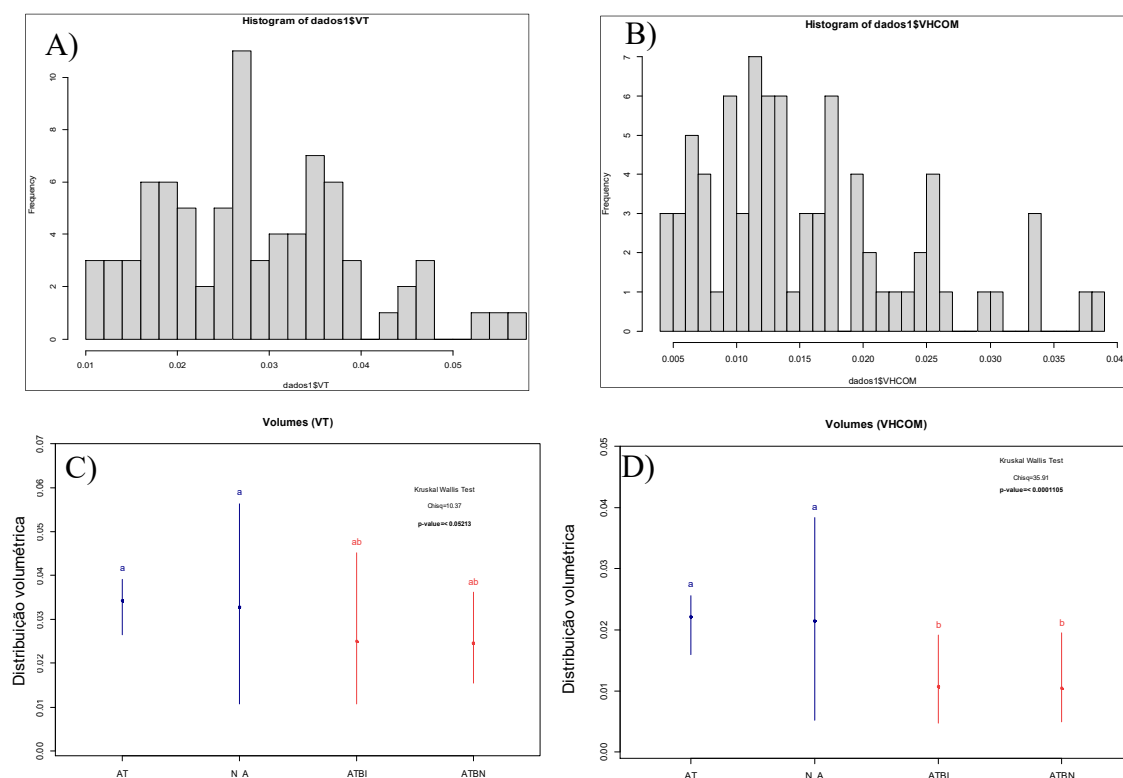
Tabela 05 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.

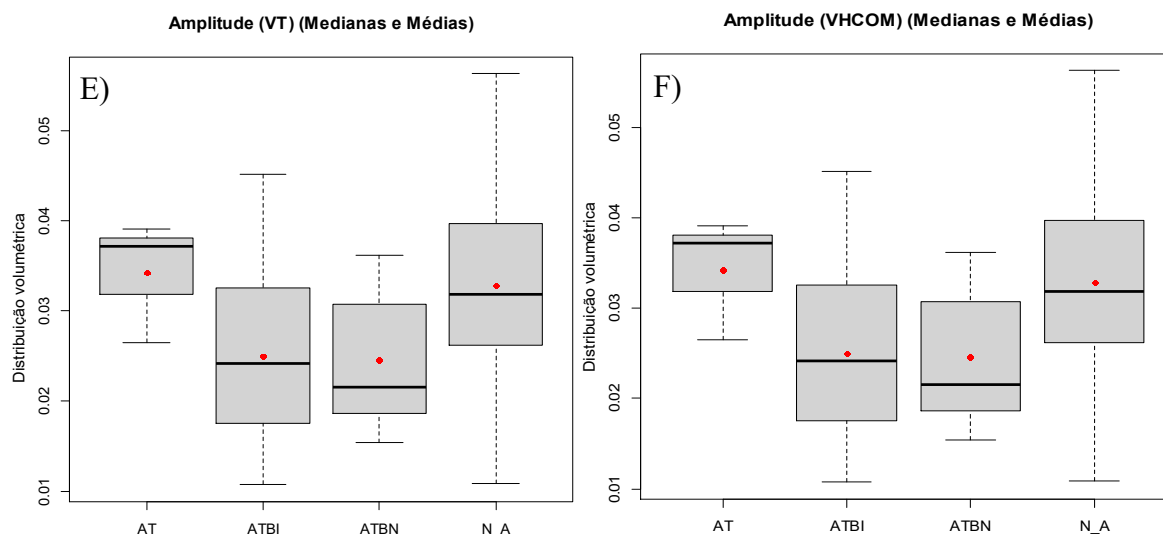
Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	800	0.00000	0.00	0.0
AT	9	0.00000	0.00	0.0
ATBI	747	0.00049	0.37	79.8
ATBN	244	0.00038	0.09	20.2

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

No ano de 2021, o resultado do teste de Kruskal-Wallis encontrou diferença significativa apontando que existem diferenças entre as classes mencionadas quanto à variável volume comercial (VHCOM) (Figura 22),

Figura 22 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).





Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na Tabela 06, são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM2, para o ano de 2021.

Tabela 06 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	8.7	9.8	5.9	0.02988	0.01934
AT	9.1	10.3	6.3	0.03316	0.02185
ATBI	8.1	9.3	3.8	0.02474	0.01100
ATBN	7.7	9.2	3.3	0.02230	0.00890

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

É possível analisar pela Tabela 06, que as variáveis DAP e altura são praticamente as mesmas para todas as classes, já quando analisadas pela altura comercial, as árvores das classes ATBI e ATBN têm uma pequena diferença quando comparadas à classe NA, embora o teste não tenha diferenciado estatisticamente a variação máxima em altura total é de 1,2 m, já para altura comercial das classes ATBI e ATBN a redução é de 2,1 m e 2,6 m respectivamente, aos 3 anos.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque não se refletem nos volumes nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID3P03 (62%) e a parcela menos atacada ID3P07 (24%) praticamente diferem em 5,4 m³/ha, não

fazendo sentido algum a área mais atacada ter maior volume que a menos atacada, não havendo relação nenhuma com o ataque do *O. impluviata*, quando analisada por parcela Tabela 07.

Tabela 07 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID3P01	48	4	17	5	14	2	8	46	36.6	14.7	21.9
ID3P02	44	14	10	3	15	3	4	58	34.8	17.0	17.9
ID3P03	62	11	4	4	23	5	3	82	47.5	22.9	24.6
ID3P04	34	13	5	15	14	2	1	20	36.9	21.8	15.2
ID3P05	36	9	2	20	12	1	5	25	46.3	25.6	20.7
ID3P06	28	12	10	14	12	1	1	25	30.9	17.5	13.5
ID3P07	24	8	6	24	7	3	2	19	49.0	29.8	19.2
ID3P08	46	8	4	15	20	2	1	51	44.9	25.3	19.5
ID3P09	34	9	4	20	9	2	6	32	44.6	25.3	19.3
ID3P10	50	2	0	23	21	0	4	39	49.6	29.5	20.2

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados novamente destacam-se como maiores perdas de volume em relação a classe NA - não atacadas Tabela 08.

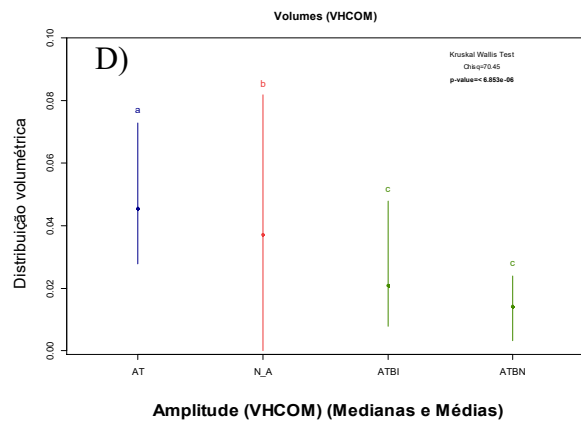
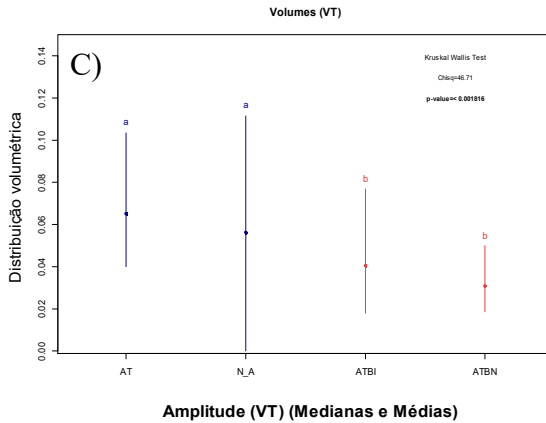
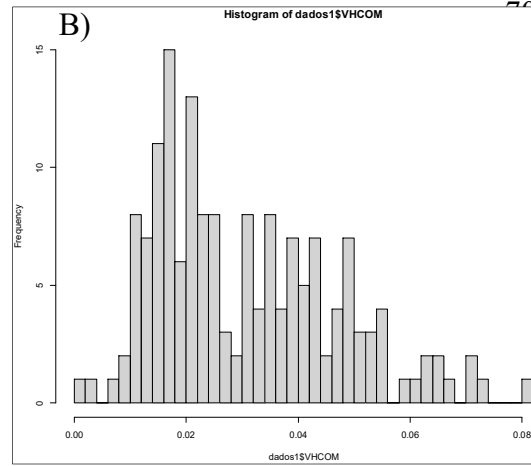
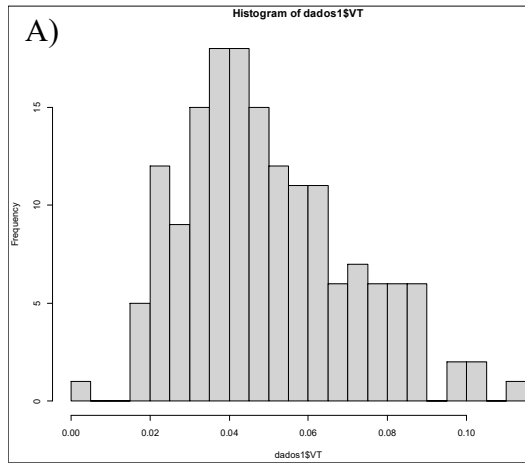
Tabela 08 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	636	0.00000	0.0	0.0
AT	93	0.00000	0.0	0.0
ATBI	653	0.01374	9.0	81.2
ATBN	156	0.01340	2.1	18.8

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

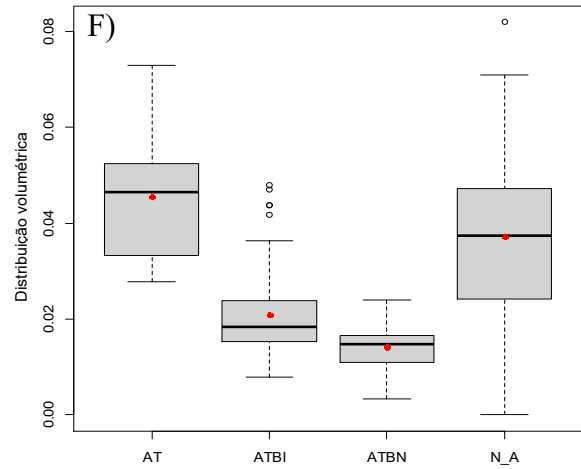
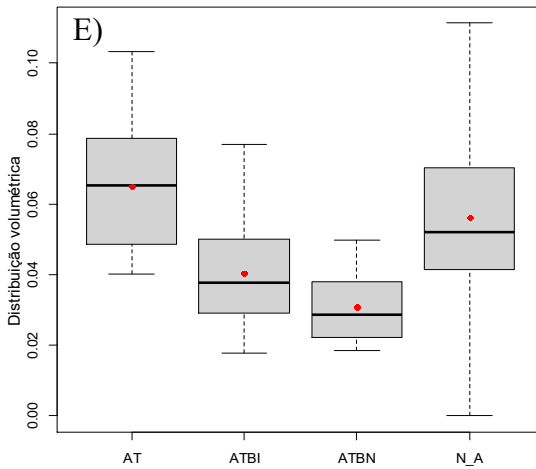
No ano de 2022 executaram-se as mesmas análises para a UM2, as mesmas são exibidas na Figura 23.

Figura 23 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Amplitude (VT) (Medianas e Médias)

Amplitude (VHCOM) (Medianas e Médias)



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na Tabela 09 são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM2, para o ano de 2022.

Tabela 09 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2022.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	10.5	12.2	7.5	0.05109	0.03483
AT	11.2	12.4	8.2	0.06270	0.04421
ATBI	9.2	11.5	5.5	0.04218	0.02268
ATBN	8.5	11.5	5.0	0.03190	0.01576

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que há diferença entre as classes mencionadas quanto às variáveis volume total (VT) e volume comercial (VHCOM), as classes NA e AT não apresentam diferença para volume total (VT), mas as classes ATBI e ATBN diferem das NA e AT.

Os valores das classes analisadas pela Tabela 09 mostram que a variável DAP é diferente em todas as classes em relação as NA, a classe AT tem DAP até maior que as NA, mas as ATBI e ATBN, têm redução de 1,3 cm e 2 cm, respectivamente. A maior redução se encontra nas alturas comerciais das ATBI e ATBN, diferença de 2 m e 2,5 m respectivamente.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque não se refletem nos volumes nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID4P03 (68%) e a parcela menos atacada ID4P04 (32%) diferem em 6,5 m³/ha, mais uma vez, não fazendo sentido algum a área mais atacada ter maior volume que a menos atacada, não havendo relação nenhuma com o ataque do *O. impluviata*, quando analisada por parcela Tabela 10.

Tabela 10 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2022.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID4P01	48	2	21	11	12	7	5	55	61.5	36.6	24.9
ID4P02	52	9	12	5	18	3	5	64	63.8	39.4	24.3
ID4P03	68	5	9	5	24	7	3	99	88.9	53.5	35.4
ID4P04	32	7	9	23	13	2	1	19	92.9	60.0	32.9
ID4P05	32	5	8	23	12	3	1	24	82.9	51.6	31.3
ID4P06	42	7	7	16	14	3	4	44	76.9	47.8	29.1
ID4P07	36	5	9	18	6	12	0	47	80.6	53.5	27.1
ID4P08	58	1	7	13	20	7	2	50	83.9	51.4	32.6
ID4P09	48	2	8	16	9	6	9	44	93.1	54.2	38.8
ID4P10	50	0	2	23	21	3	1	42	95.6	61.5	34.2

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, destacam-se como maiores perdas de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 11).

Tabela 11 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial de madeira por classe, no ano de 2022.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m³)	Perda (m³/ha ⁻¹)	%
NA	620	0.00000	0.0	0.0
AT	272	0.00000	0.0	0.0
ATBI	642	0.01951	12.9	85.3
ATBN	138	0.01614	2.2	14.7

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

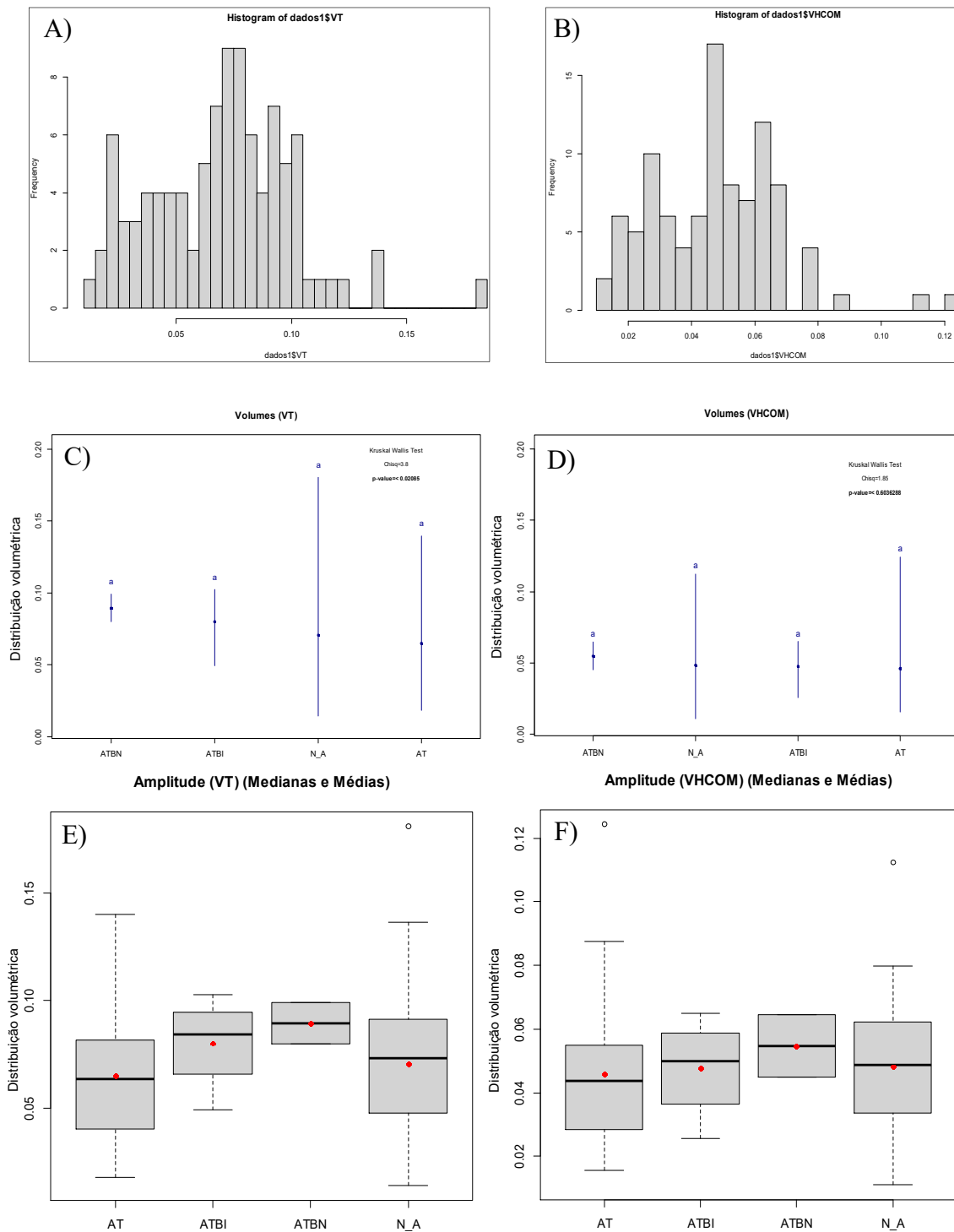
5.3 UNIDADE DE MANEJO 3 (UM3) anos de 2020, 2021, 2022.

Na Unidade de Manejo 3, no ano de 2020 a UM3 começa a ser analisada no 3º ano de rotação, desta forma, não foram acompanhados nem o plantio e nem a idade mais susceptível a ataques apicais do inseto *O. impluviata*, mas as lesões apicais em formato de “U” são de fácil identificação.

O teste de Kolmogorov-Smirnov apontou que os dados não possuem normalidade e seguiram assim por todos os anos analisados e têm seu p-valor mostrado na Figura 20 para ambos os volumes.

As mesmas estatísticas geradas para as outras florestas foram analisadas na UM3, igualmente para os 3 anos, monitorados Figura 24.

Figura 24 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B). Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na UM3 foram analisados os dados no sentido de verificar se existem *outliers* referentes aos dados de volumes exibidos nos gráficos E) e F), foi verificado a não existência de *outliers*, pois, os volumes são muito baixos e qualquer planta que tenha alguma vantagem ou desvantagem destoa da média no plantio.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis C) e D) com $\alpha = 0,01$ ou seja, 99,9 % de probabilidade não encontrou diferença significativa em nenhuma das classes tanto para volume total (VT) e nem para volume comercial (VHCOM).

Na Tabela 12, são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM3, para o ano de 2020.

Tabela 12 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, ano de 2020.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial		
			(m)	Vol. Total (m³)	Vol. Comercial (m³)
NA	11.0	14.2	9.6	0.06463	0.04540
AT	11.4	14.6	9.5	0.06949	0.04845
ATBI	12.8	14.9	8.6	0.08553	0.05201
ATBN	12.0	14.1	8.3	0.07253	0.04469

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que não há diferença entre as classes mencionadas quanto à variável volume de madeira, é possível analisar pela Tabela 12, que as variáveis DAP, e altura são praticamente as mesmas para todas as classes, já quando analisadas pela altura comercial, as árvores das classes ATBI e a classe ATBN, têm uma pequena diferença quando comparadas à classe NA, embora o teste não tenha diferenciado estatisticamente pelos volumes a perda em altura é de 1 m e 1,3 m respectivamente, aos 3 anos.

Os replantes por não conseguirem competir com as outras árvores do plantio inicial foram contados e desconsiderados das análises por não representarem nem diâmetro e nem altura suficientes para serem incluídos, porém, replantes atacados entram na estatística de contagem de galhos do plantio. No total 45 replantes encontrados sendo oito atacados, alguns com mais de um galho.

As árvores mortas foram contadas e separadas em 2 classes: as mortas por motivos desconhecidos, inerentes a problemas diversos de implantação ou problemas de adaptação ao novo ambiente e as mortas por *O. impluviata*, não foi encontrada nenhuma árvore morta pelo inseto, as outras mortes foram ignoradas, no total 45 árvores mortas.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque neste caso se refletem nos volumes de madeira nesse ano de plantio, visto que a parcela mais

atacada ID3P01 (44%) é a parcela com menor volume e a menos atacada ID3P08 (12%) tem volume total maior. As diferenças notadas são referentes às árvores NA, AT e ATBI podendo ter relação com o ataque do *O. impluviata* (Tabela 13).

Tabela 13 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes de madeira totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID3P01	44	7	10	11	4	13	5	5	36.6	14.7	21.9
ID3P02	32	6	6	21	3	12	1	1	34.8	17.0	17.9
ID3P03	28	6	8	22	3	9	2	2	47.5	22.9	24.6
ID3P04	32	2	7	25	2	12	2	2	36.9	21.8	15.2
ID3P05	18	5	2	34	0	4	5	5	46.3	25.6	20.7
ID3P06	22	4	5	30	1	5	5	5	30.9	17.5	13.5
ID3P07	30	4	6	24	2	12	1	1	49.0	29.8	19.2
ID3P08	12	5	11	28	0	4	2	2	44.9	25.3	19.5
ID3P09	14	1	8	34	0	4	3	3	44.6	25.3	19.3
ID3P10	14	5	5	39	2	13	3	5	49.6	29.5	20.2

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, destacam-se como maiores perdas de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 14).

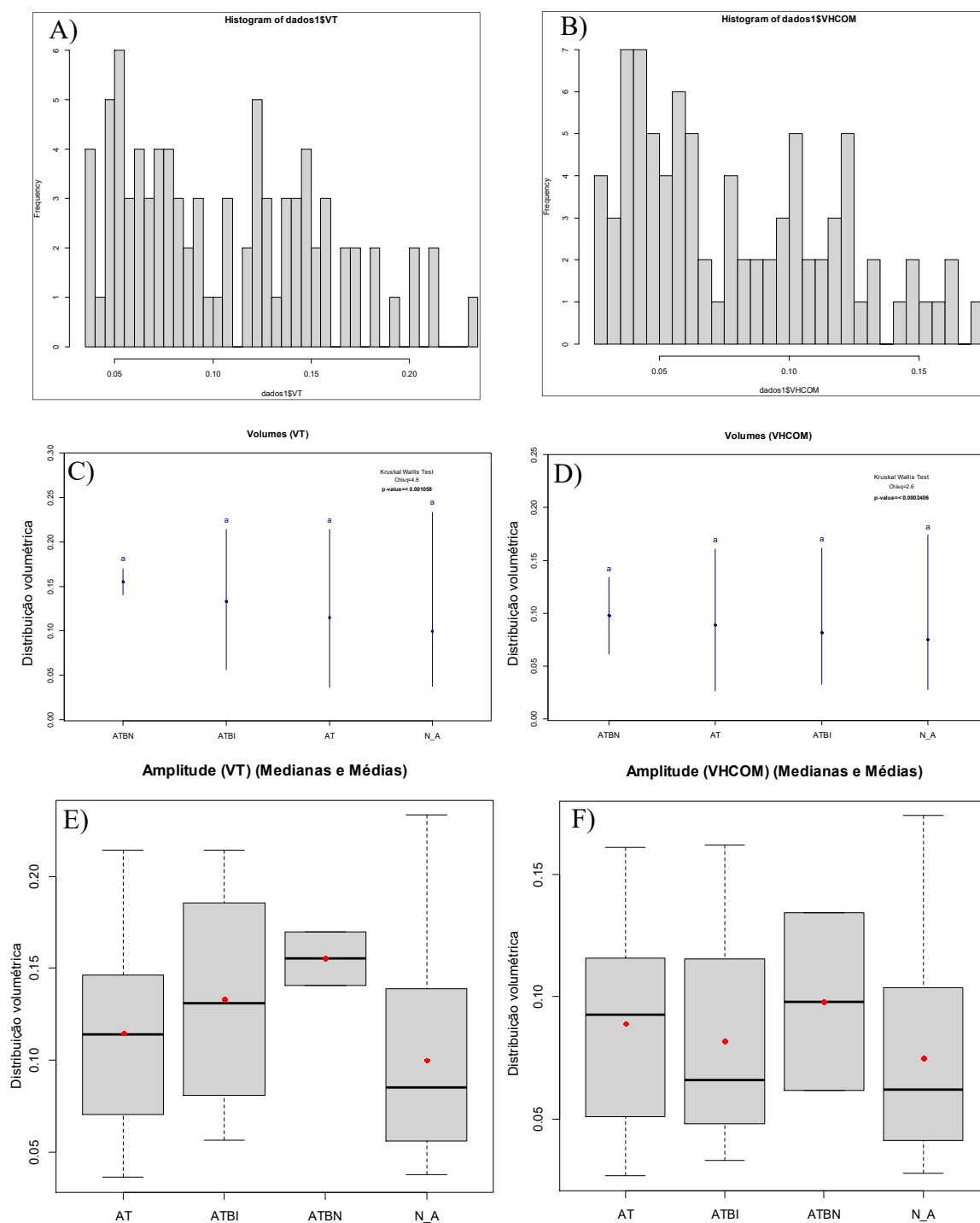
Tabela 14 – Número de árvores/ha, perda de volume médio de madeira por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	1191	0.00000	0.0	0.0
AT	333	0.00000	0.0	0.0
ATBI	67	0.03353	2.2	41.0
ATBN	116	0.02784	3.2	59.0

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

No ano de 2021 executaram-se as mesmas análises para a UM3, as mesmas são exibidas no Figura 25.

Figura 25 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na Tabela 15, são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM3, para o ano de 2021.

Tabela 15 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.

Classe	DAP (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	12.8	15.3	11.0	0.10075	0.07683
AT	13.1	15.6	11.4	0.10607	0.08356
ATBI	15.0	16.9	8.8	0.14530	0.08437
ATBN	13.6	16.4	8.1	0.11725	0.06562

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que não há diferença entre as classes mencionadas quanto à variável volume total (VT), é possível analisar pela Tabela 15, que as variáveis DAP da classe ATBI é maior 1,6 cm em relação as NA, e altura 1,6 m maior, já quando analisadas pela altura comercial (VHCOM), as árvores das classes ATBI e ATBN têm maior diferença quando comparadas à classe NA, embora o teste não tenha diferenciado estatisticamente a variação máxima em altura comercial é de 2,2 m e 2,9 m, respectivamente, aos 3 anos.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque não se refletem nos volumes totais nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID4P01 (36%) e a parcela menos atacada ID4P10 (0%) praticamente diferem em 24,9 m³/ha, podendo ter relação com o ataque do *O. impluviata* quando analisada por parcela, mas a migração de classe das árvores NA para AT é mais provável (Tabela 16).

Tabela 16 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais de madeira, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha ¹	Vol. Comercial /ha ¹	Diferença Vol/ha ¹
ID4P01	36	7	15	10	4	11	3	24	142.8	108.0	34.9
ID4P02	26	13	7	17	3	10	0	16	130.2	97.8	32.4
ID4P03	24	7	12	19	3	8	1	14	166.8	122.4	44.4
ID4P04	26	2	8	27	1	12	0	19	166.0	124.0	42.0
ID4P05	10	7	8	30	0	5	0	6	154.1	118.5	35.5
ID4P06	12	8	6	30	1	5	0	6	149.7	110.6	39.0
ID4P07	30	5	6	24	1	14	0	17	200.7	142.1	58.6
ID4P08	10	5	13	27	0	4	1	5	143.6	107.0	36.5
ID4P09	8	1	8	37	0	4	0	4	209.3	156.5	52.8
ID4P10	0	4	7	39	0	0	0	0	167.1	130.1	37.0

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores AT e ATBI, destacam-se como maiores perdas de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 17).

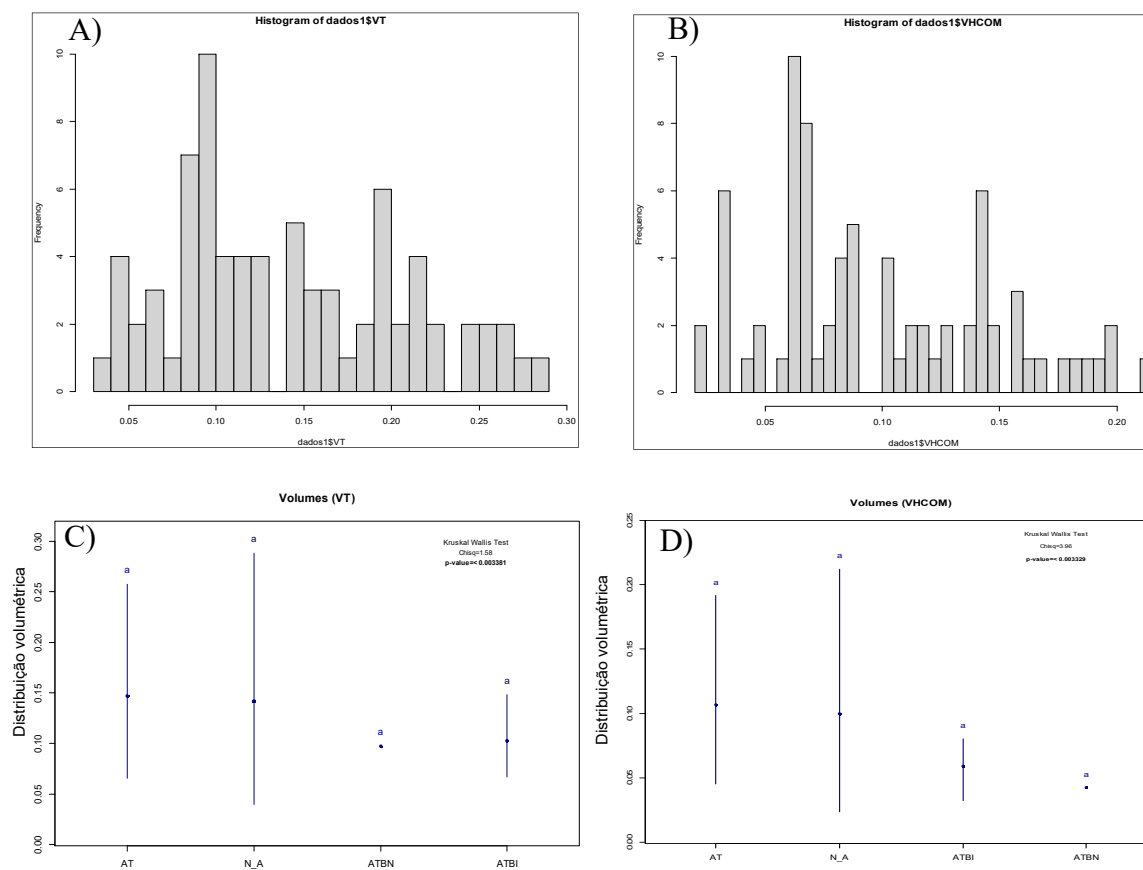
Tabela 17 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.

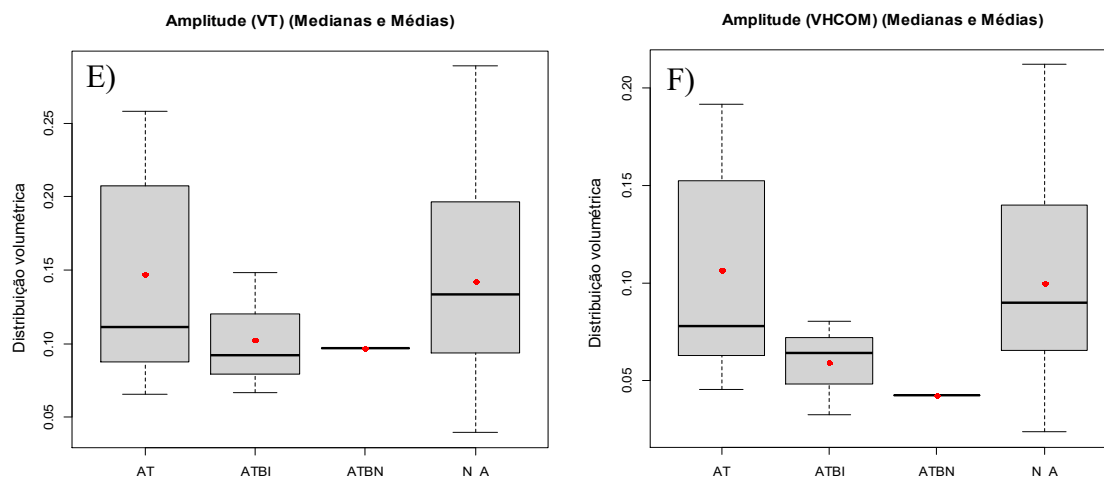
Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	1156	0.00000	0.0	0.0
AT	324	0.00000	0.0	0.0
ATBI	58	0.06093	3.5	75.4
ATBN	22	0.05163	1.1	24.6

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

No ano de 2022 executaram-se as mesmas análises para a UM3, as mesmas são exibidas no Figura 26.

Figura 26 - Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).





Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na tabela 18 são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM3, para o ano de 2022.

Tabela 18 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2022.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	14.1	17.6	11.6	0.13487	0.09510
AT	14.8	18.2	12.3	0.14865	0.10692
ATBI	13.5	16.8	7.7	0.12049	0.06101
ATBN	13.8	17.1	8.6	0.12102	0.06777

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que não há diferença entre as classes mencionadas quanto às variáveis volume total (VT) e volume comercial (VHCOM), as classes NA, AT, ATBI e ATBN não apresentam diferença para volume total (VT), mas as classes ATBI e ATBN, ambas com redução na altura comercial média de 3,9 m e 3 m, respectivamente em relação as NA.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque podem se refletir nos volumes nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID5P01 (30%) e a parcela menos atacada ID5P10 (2%) diferem em 7,6 m³/ha no volume total, mas a migração da classe NA para AT é mais provável Tabela 19.

Tabela 19 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes de madeira totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2022.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID5P01	30	4	14	17	3	10	2	26	212.0	144.8	67.2
ID5P02	22	3	21	15	3	8	0	18	149.3	100.1	49.2
ID5P03	20	7	9	24	1	9	0	19	211.4	150.9	60.5
ID5P04	20	15	4	21	1	9	0	17	191.7	135.8	55.9
ID5P05	8	3	4	39	0	4	0	15	245.3	169.5	75.8
ID5P06	12	7	15	22	1	4	1	9	195.4	135.8	59.7
ID5P07	20	5	9	26	2	8	0	14	223.9	155.5	68.4
ID5P08	8	8	8	30	0	3	1	11	206.1	147.1	58.9
ID5P09	8	4	10	32	0	4	0	6	219.5	148.0	71.4
ID5P10	2	5	5	39	0	1	0	13	219.6	157.6	61.9

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Destaca-se que, a UM3 foi a menos atacada pelo inseto no ano de 2022, as porcentagens de ataque sofridas são muito inferiores às unidades UM2 e UM4.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, destacam-se como maiores perdas de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 20).

Tabela 20 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2022.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m³)	Perda (m³/ha ⁻¹)	%
NA	1148	0.00000	0.0	0.0
AT	297	0.00000	0.0	0.0
ATBI	49	0.05948	2.9	75.4
ATBN	18	0.05325	0.9	24.6

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

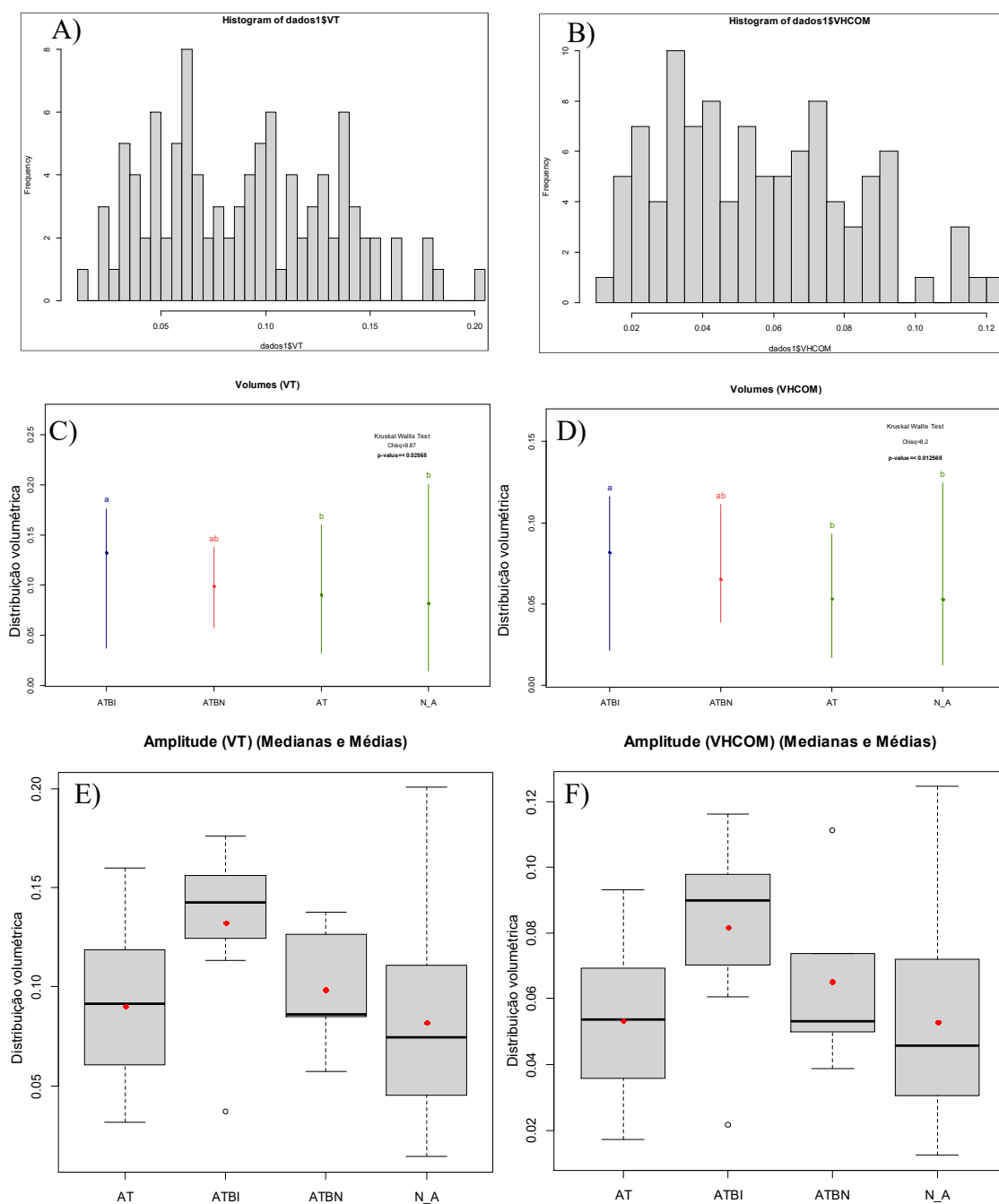
5.4 UNIDADE DE MANEJO 4 (UM4) anos de 2020, 2021, 2022.

Na Unidade de manejo 4, no ano de 2020, a UM4 começa a ser analisada no 4º ano de rotação, desta forma, não foram acompanhados nem o plantio e nem a idade mais susceptível a ataques apicais do inseto *O. impluviata*, mas as lesões apicais em formato de “U” são de fácil identificação.

O teste de Kolmogorov-Smirnov apontou que os dados não possuem normalidade se mantendo assim por todos os anos monitorados e têm seu p-valor mostrado na Figura 23 D) para ambos os volumes de madeira.

As mesmas estatísticas geradas para as outras florestas foram analisadas na UM4, igualmente para os 2 anos, monitorados Figura 27.

Figura 27 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na UM4 foram analisados os dados no sentido de verificar se existem *outliers* referentes aos dados de volumes exibidos nos gráficos E) e F), foi verificada a não existência de *outliers*, pois, os volumes são muito baixos e qualquer planta que tenha alguma vantagem ou desvantagem destoa da média no plantio.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis C) e D) com $\alpha = 0,01$ ou seja, 99,9 % de probabilidade encontrou diferença significativa entre as classes NA e AT, das classes ABTI e ABTN tanto para volume total (VT) e quanto para volume comercial (VHCOM).

Na Tabela 21, são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM4, para o ano de 2020.

Tabela 21 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos no ano de 2020.

Classe	DAP (cm)	Altura (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	11.7	15.1	9.2	0.08533	0.05499
AT	12.7	15.3	8.2	0.09872	0.05742
ATBI	14.5	15.5	8.4	0.12415	0.07371
ATBN	13.2	15.2	8.4	0.10518	0.06260

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que há diferença entre as classes mencionadas quanto à variável volume, é possível analisar pela Tabela 21, que as variáveis DAP e altura são maiores para as classes ATBI e ATBN, já quando analisadas pela altura total, as classes têm altura semelhante, já no volume comercial, as árvores das classes ATBI e a classe ATBN, perdem em altura comercial 0,8 m aos 4 anos.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque neste caso podem se refletir nos volumes nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID4P01 (40%) é a parcela com menor volume e a menos atacada ID4P02 (22%) tem volume total maior aos 4 anos (Tabela 22).

Tabela 22 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais de madeira, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2020.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha¹	Vol. Comercial /ha¹	Diferença Vol/ha¹
ID4P01	40	2	12	16	4	15	1	35	167.5	101.8	65.6
ID4P02	22	2	16	21	0	8	3	19	126.8	78.3	48.6
ID4P03	26	7	9	21	0	7	6	22	133.6	84.0	49.6
ID4P04	26	12	3	22	0	10	3	19	130.0	82.9	47.2
ID4P05	26	3	4	30	0	12	1	17	165.2	103.1	62.1
ID4P06	38	6	14	11	4	10	5	41	147.5	89.8	57.7
ID4P07	36	2	7	23	4	11	3	33	182.7	112.5	70.2
ID4P08	40	7	7	16	4	13	3	47	146.0	87.8	58.1
ID4P09	40	4	10	16	1	18	1	39	158.9	95.6	63.3
ID4P10	42	4	4	21	2	19	0	31	154.6	95.2	59.3

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados, destacam-se como maiores perdas de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 23).

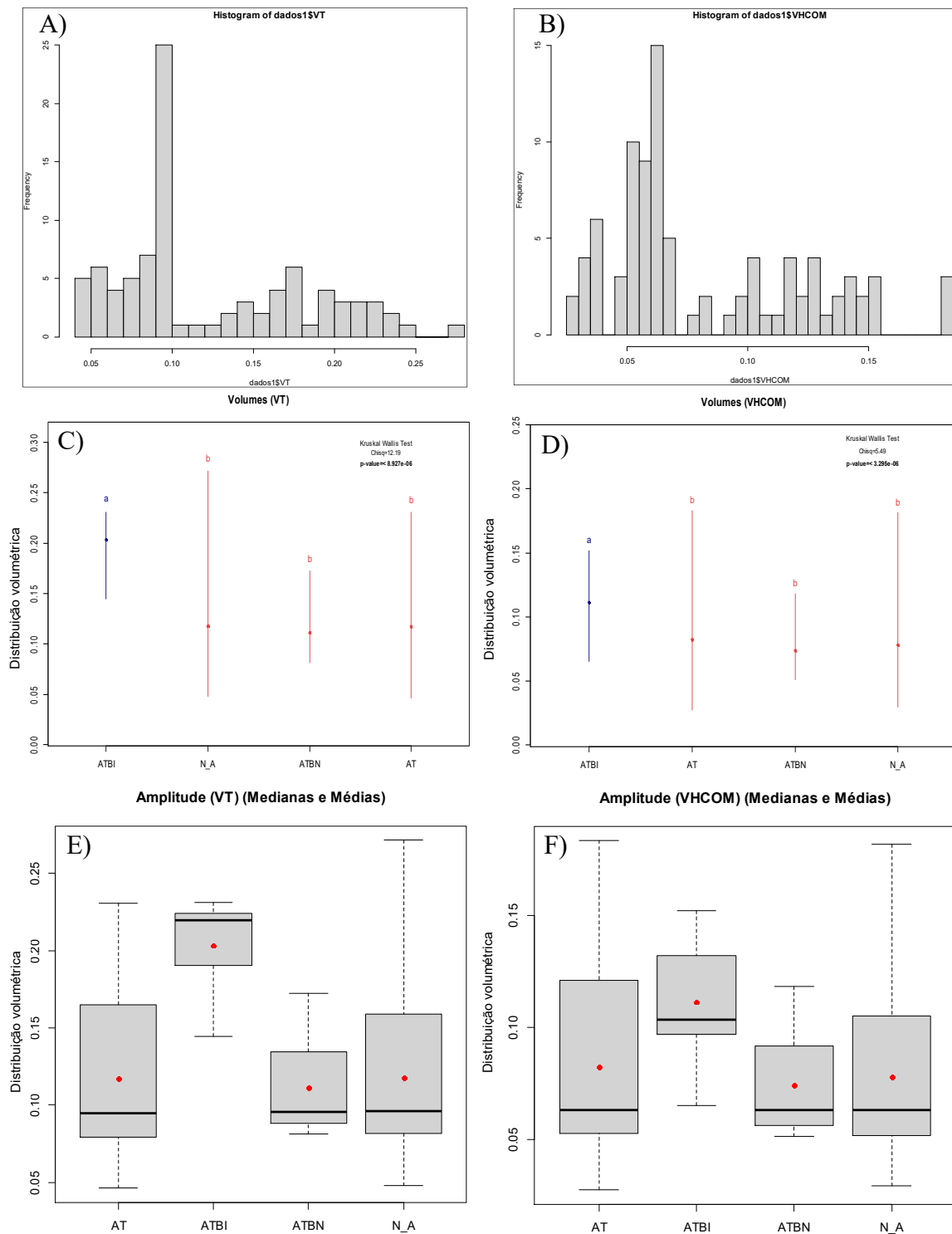
Tabela 23 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2020.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m³)	Perda (m³/ha ⁻¹)	%
NA	876	0.00000	0.0	0.0
AT	547	0.00000	0.0	0.0
ATBI	84	0.05044	4.3	46.4
ATBN	116	0.04258	4.9	53.6

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

No ano de 2021, executaram-se as mesmas análises para a UM4, as mesmas são exibidas no Figura 28.

Figura 28 – Frequências dos volumes totais (VT) A); Frequências dos volumes comerciais (VHCOM) B); Teste de Kruskal-Wallis para volume total (VT) C); Teste de Kruskal-Wallis para volume comercial (VHCOM) D); Gráfico de médias e medianas dos volumes totais (VT) E); Gráfico de médias e medianas dos volumes comerciais (VHCOM) F).



Fonte: Autor (2023).

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT –árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

Na Tabela 24 são exibidos alguns parâmetros descritivos da UM4, para o ano de 2021.

Tabela 24 – Estatística descritiva das classes criadas para avaliação da tipologia de ataque do *O. impluviata*, juntamente com as médias por classe dos parâmetros dendrométricos, no ano de 2021.

Classe	DAP (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
NA	12.8	15.3	11.0	0.10075	0.07683
AT	13.1	15.6	11.4	0.10607	0.08356
ATBI	15.0	16.9	8.8	0.14530	0.08437
ATBN	13.6	16.4	8.1	0.11725	0.06562

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que há diferenças entre as classes mencionadas tanto em volume total (VT) quanto em volume comercial (VHCOM), somente a classe ATBI difere das outras.

É possível analisar pela Tabela 24, que as variáveis DAP da classe ATBI é maior 1,6 cm em relação as NA, e altura 1,6 m maior, já quando analisadas pela altura comercial (VHCOM), as árvores das classes ATBI e ATBN têm maior diferença quando comparadas à classe NA, estatisticamente a variação máxima em altura comercial (VHCOM) é de 2,2 m e 2,9 m, respectivamente, aos 5 anos.

Na avaliação por parcela nota-se que as relações entre os tipos de ataque não se refletem nos volumes totais nesse ano de plantio, visto que a parcela mais atacada ID5P10 (42%) e a parcela menos atacada ID5P02 (20%) praticamente diferem em 57,8 m³/ha, não fazendo o menor sentido a parcela mais atacada ter volume total maior, ou seja, nenhuma relação com o ataque do *O. impluviata*, quando analisada por parcela (Tabela 25).

Tabela 25 – Estatística descritiva por parcelas com o respectivo peso (%) de ataque, contagem de galhos, volumes totais, volumes comerciais e diferença entre eles por hectare, no ano de 2021.

IDxPx	% Ataque	Replantes	Mortas	NA	ATBI	AT	ATBN	Nº Galhos	Vol. Total/ha'	Vol. Comercial /ha'	Diferença Vol/ha'
ID5P01	38	4	14	13	3	15	1	30	198.4	128.7	69.8
ID5P02	20	3	21	16	0	8	2	15	143.1	97.3	45.8
ID5P03	26	7	9	21	0	7	6	20	163.9	105.8	58.0
ID5P04	24	15	4	19	0	10	2	18	163.1	110.0	53.1
ID5P05	24	3	4	31	0	12	0	15	221.4	149.0	72.4
ID5P06	36	7	15	10	4	9	5	39	180.5	114.6	65.9
ID5P07	34	5	9	19	4	10	3	33	210.1	138.2	71.9
ID5P08	38	8	7	16	3	13	3	42	189.0	122.7	66.3
ID5P09	40	4	10	16	1	18	1	35	206.5	140.8	65.7
ID5P10	42	4	5	20	2	19	0	28	200.9	136.3	64.6

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

A classe de árvores ATBI, destaca-se levemente como maior perda de volume em relação à classe NA - não atacadas (Tabela 26).

Tabela 26 – Número de árvores/ha, perda de volume médio por classe, porcentagem de perda de volume comercial por classe, no ano de 2021.

Classe	Árvores/ha	Perda Vol. por Classe (m ³)	Perda (m ³ /ha ⁻¹)	%
NA	804	0.00000	0.0	0.0
AT	538	0.00000	0.0	0.0
ATBI	76	0.08185	6.2	51.0
ATBN	102	0.05810	5.9	49.0

Em que: NA – árvores não atacadas em nenhum ano, AT – árvores atacadas, mas não bifurcadas, ATBI – árvores atacadas bifurcadas pelo inseto e ATBN – árvores atacadas bifurcadas naturalmente com ramos laterais atacados.

No ano de 2022, não se avaliou o plantio, pois o mesmo se encontrava em atividade de colheita florestal (Figura 29).

Figura 29 – Atividade de colheita florestal da Unidade de Manejo 4 (6 anos).



Fonte: Autor (2023).

5.5 PERDA DE PRODUTIVIDADE CAUSADOS POR *Oncideres impluviata*

As duas classes em que houve perda de volume comercial separadas pelo teste de Kruskal-Wallis ATBI e ATBN foram associadas para o cálculo de perda de volume

comercial total das Unidades de Manejo nos respectivos anos, valores exibidos estão com o volume do cone (Tabela 27).

Tabela 27 – Perdas de volume comercial de madeira total por ano nas UMs avaliadas.

Ano	2020 (m ³ /ha ⁻¹)	2021 (m ³ /ha ⁻¹)	2022 (m ³ /ha ⁻¹)	Total (m ³ /ha ⁻¹)
UM1	0.00	0.00	0.00	0.00
UM2	0.46	11.06	15.14	26.67
UM3	5.45	6.67	9.85	21.97
UM4	9.18	12.12	Colhida	21.30
Total Geral (m³/ha⁻¹)	15.09	29.85	24.99	69.93

As classes ATBI e ATBN associadas são a perda volumétrica total das UMs, porém, não se pode associar a perda volumétrica da classe ATBN com o ataque de *O. impluviata*, pois ela não é causada diretamente pelo cerambicídeo, podendo ser um problema de má-formação genética na muda ou outra forma de problema de formação. Desta forma, a classe ATBI foi calculada separadamente da classe ATBN, estas sim com ataque apical de *O. impluviata* ano a ano na acácia-negra (Tabela 28).

Tabela 28 – Perda volumétrica atribuída diretamente ao *O. impluviata* com o ataque apical.

Ano	2020 (m ³ /ha ⁻¹)	2021 (m ³ /ha ⁻¹)	2022 (m ³ /ha ⁻¹)	Total (m ³ /ha ⁻¹)
UM1	0.00	0.00	0.00	0.00
UM2	0.37	8.98	12.92	22.27
UM3	2.24	3.52	4.88	10.64
UM4	4.26	6.18	Colhida	10.44
Total Geral (m³/ha⁻¹)	6.87	26.38	43.32	76.57

Salienta-se que, os volumes de madeira apresentados na Tabela 28, estão somados ao volume do cone ou a “Ponta Verde” deixada nas operações de colheita no campo. Os valores sem o volume do cone ou a “Ponta Verde” podem ser observados na Tabela 29.

Tabela 29 – Valores de volume comercial perdido por hectare, volumes totais, total acumulado até o momento sem o volume do cone.

ANO	2020 (m ³ /ha ⁻¹)	2021 (m ³ /ha ⁻¹)	2022 (m ³ /ha ⁻¹)	Total (m ³ /ha ⁻¹)
UM1	0.00	0.00	0.00	0.00
UM2	0.37	0.95	2.15	3.47
UM3	0.95	2.14	3.91	7.00

UM4	1.70	3.38	Colhida	5.07
Total Geral (m³/ha⁻¹)	3.02	6.47	6.06	15.55

Os valores do volume total acumulado, são as perdas (m³/ha⁻¹) atribuídas ao inseto, sem o volume do cone e multiplicado pela área total das UMs.

Na UM1 não houve nenhuma perda volumétrica atribuída ao *O. impluviata*, seja por morte de plantas ou por anelamento apical. A UM2, além de ter sido a mais prejudicada pelo ataque apical do Cerambicídeo, teve uma perda atribuída ao *O. impluviata* de 83.5% em relação ao total de volume perdido em (m³/ha⁻¹) e tem pelo menos mais 2 anos de perda volumétrica para acumular, visto que, as UMs 2 e 3 ainda não completaram seu ciclo de rotação, ressalta-se ainda que, os 3% de mortes de árvores pelo inseto na UM2 não estão incluídos nos resultados atribuídos ao *O. impluviata*.

A UM3 teve uma perda atribuída ao *O. impluviata* de 48.42% em relação ao total de volume perdido em (m³/ha⁻¹). As UMs 2 e 3, ainda não estão em idade de corte, logo, as tendências de perdas volumétricas continuam, visto que, ainda não terminaram seu ciclo no campo/rotação.

A UM4 teve uma perda atribuída ao *O. impluviata* de 49.01% em relação ao total de volume perdido em (m³/ha⁻¹), já se encontra com idade de 6 anos, o total acumulado neste caso é maior, visto que não estão somados os valores de 2022 em virtude do processo de colheita florestal, observa-se também que em números anuais de perdas atribuídas ao inseto ela não difere tanto da UM3.

As perdas na produtividade em virtude do ataque, se transformam em perdas econômicas no momento em que a madeira e casca de acácia-negra é vendida ou convertida em moeda, seja qual for a moeda em que é negociada.

6 DISCUSSÃO

Atualmente, a principal técnica de controle empregada pelos produtores é a coleta e queima dos galhos, mas ela também pode estar reduzindo a população dos inimigos naturais importantes no controle biológico de *O. impluviata* (LEMES et al., 2015). O autor salienta ainda que, os galhos anelados pelo inseto podem ser coletados nos meses de agosto e setembro e colocados em covas cobertas com telas de malhas de 3,2 mm dentro dos próprios plantios. Contudo, as práticas utilizadas no sentido de controle do inseto, em todas as UMs seguem a recomendação de coleta e queimas dos galhos, não observando nenhum outro tipo de controle aparentemente.

Ono (2015) avaliou as técnicas de queima de galhos adotadas para controle do *O. impluviata* nos municípios de Encruzilhada - RS, Cristal - RS e Piratini - RS, destacando que a coleta e queima de galhos deve continuar sendo executada, bem como avaliação da adequabilidade do manejo aplicado nos plantios de acácia-negra. O estudo ao qual a autora se refere, a queima de galhos foi eficiente somente em Piratini - RS. Em todas as áreas estudadas foram observados vestígios de que o controle via queima de galhos está acontecendo regularmente, porém, o alto número de ataques e reincidência se manteve.

Segundo Coutinho (1997), o comportamento daninho de espécies do gênero *Oncideres* pode alterar a arquitetura da copa, reduzir a atividade fotossintética, a produção de sementes e interferir na capacidade de reprodução de indivíduos adultos. O autor está se referindo ao estudo realizado com *O. saga*, que conhecidamente tem o hábito de ovipositar em galhos de diâmetros maiores, diferentemente da espécie *O. impluviata*.

Segundo Baucke (1962), o inseto *O. impluviata* ataca acaciais de todas as idades. Quando o ataque ocorre no fuste de plantas com menos de quatro anos, muitas vezes estas não se recuperam do corte produzido, particularmente, nos acaciais mais novos, de um a dois anos de idade, este ataque leva as plantas à morte. As plantas mais velhas recuperam-se, mas ficam com a forma típica de forquilha (PEDROSA-MACEDO, 1993), causando sensível diminuição na produção de casca e madeira (GALLO et al., 2002). Não há registros em literatura de ataque no 1º ano, isso se deve ao diâmetro do caule não ser compatível com o tamanho da larva do inseto, corroborando os resultados encontrados nesta pesquisa.

De acordo com Leckey et al. (2014), injúrias florestais nem sempre estão associadas a fatores climáticos, como por exemplo alterações de temperatura ou precipitação. Sistemas florestais são caracterizados por alto nível de complexidade

estrutural se comparados a cultivos não perenes, ainda que sejam florestas plantadas, com possibilidade de maior riqueza de espécies, o que aumenta o grau de dependência de outros fatores (THOMPSON et al., 2014). Um fator que pode ter agravado a infestação da UM2 é o estado de conservação observado, nas outras UMs, as florestas estavam sem competição de outras espécies herbáceas, a afirmação dos autores converge com o observado.

Ono (2015) encontrou resultados que sugerem que a ação de *O. impluviata* no corte dos galhos de acácia-negra não está diretamente ligada à temperatura e precipitação dos municípios. A mesma autora salienta ainda, que a ação simultânea de fatores ambientais e bióticos tenha influência significativa sobre os resultados encontrados nas séries temporais de galhos anelados. A infestação nesse caso pode estar ligada à baixa ocorrência de inimigos naturais; as UMs 1, 3 e 4 não possuíam áreas de florestas nativas no entorno, somente outras espécies de florestas plantadas. Segundo Coutinho (1997), o comportamento do inseto ao atacar árvores dominadas está relacionado, em princípio, à disponibilidade de volume de madeira que cada larva necessita para completar seu desenvolvimento. Isso explica grande parte dos resultados encontrados.

Povoamentos florestais com cinco anos ou mais, apresentam prejuízos de corte sensivelmente menores, pois *O. impluviata* nessa faixa etária da acácia-negra corta, geralmente, galhos laterais e poucas vezes danifica o fuste, não determinando, por consequência, danos expressivos (AMANTE, et al., 1976). A afirmação corrobora os resultados encontrados, pois não foram registradas árvores bifurcadas pelo inseto nos plantios com três ou mais anos de idade.

Árvores que foram atacadas pelo *O. impluviata*, no meristema apical, no segundo e no terceiro anos de idade apresentaram comportamento similar ao de árvores que não foram atacadas, quanto ao desenvolvimento de diâmetro e altura, e, por consequência, no volume (OLIVEIRA, 2007). Os resultados encontrados mostram que existe diferença volumétrica, sobretudo quando considerada a altura comercial das árvores, modificada já no 2º ano pela ação do inseto. Não houve árvores bifurcadas em virtude do ataque apical pelo inseto nos anos seguintes.

Os galhos anelados pelo *O. impluviata* está relacionado com a capacidade de corte deste, que apresenta restrições ao corte de galhos de maiores diâmetros em virtude de seu porte (PEDROZO, 1980). Exemplo deste fato é o registro do corte de galhos de maiores dimensões realizado por outras espécies de cerambicídeos que apresentam um porte superior ao *O. impluviata* (BAUCKE, 1962; AMANTE et al., 1976). As colocações dos

autores foram observadas na escolha dos galhos pelo inseto, após os 2 anos de idade se deram em sua maioria no extrato superior nos galhos mais novos, com volume menor

Segundo Li et al. (1995), a constatação da baixa mortalidade de árvores pelo inseto, contraria alguns conceitos encontrados na literatura do setor florestal, que consideram que os ataques de *O. impluviata* em povoamentos com menos de quatro anos, geralmente, provocam a morte da acácia-negra. A respeito da diminuição de volume, em virtude do ataque de *O. impluviata*, seja sensível na produção é preciso rever o aproveitamento da madeira considerando a altura comercial acácia-negra (BAUCKE, 1958; AMANTE et al., 1976; PEDROSA-MACEDO et al., 1993; GALLO et al., 2002). Os resultados encontrados corroboram esses autores, pois a mortalidade de plantas após o 2º ano não está ligada a ataques do inseto, mas sim a outros fatores, não avaliados nesta pesquisa.

Quando o ataque do *O. impluviata* ocorre a partir do segundo ano de idade, não produz prejuízo no desenvolvimento da planta, apresentando desenvolvimento similar aos das plantas não atacadas, em produtividade por ciclo (OLIVEIRA, 2007). Esse estudo converge, em partes, com os resultados encontrados, árvores atacadas após os dois anos de plantio não sofrem tanto quanto as atacadas no 2º ano, pois o ataque em galhos laterais não tem impacto em volume de madeira nos anos subsequentes.

Segundo Oliveira (2007), o ataque do *O. impluviata* a árvores de acácia-negra não apresenta efeito na sua produção volumétrica de madeira. Entretanto, deve-se mencionar que o prejuízo no aproveitamento da madeira é nítido, já que os fustes apresentam tortuosidades causadas pelo ataque, o que acaba por comprometer o dimensionamento das toras, bem como, dificultar as operações de colheita e processamento da madeira. As afirmações do autor corroboram o estudo, foram observados que os troncos das plantas bifurcadas apresentam tortuosidades onde ocorre o ataque apical.

Segundo Pedron (2022), as árvores atacadas pelo *O. impluviata*, em que ocorrem anelamento da gema apical causam dificuldades para a colheita. Afirma ainda, que fustes bifurcados estão relacionados diretamente ao modal de colheita utilizados. As informações convergem para a ideia de que o dano apical causado nas idades mais jovens é um dos maiores problemas causado pelo inseto, visto que se propaga pelo resto da rotação.

Segundo as informações da empresa SETA (2021), a colheita em suas áreas é realizada de forma mecanizada, com corte raso das árvores, em um sistema de toras curtas utilizando o cabeçote Harvester®, que secciona as árvores em toretes de

aproximadamente 2 m de comprimento, com aproveitamento total da madeira e da casca em uma única intervenção. O descasque é feito através de descascadeiras ou no próprio cabeçote. Desta forma, árvores bifurcadas devido ao ataque do inseto dificultam a colheita quando mecanizada.

Conforme Taiz & Zeiger (2004), na maioria das plantas superiores, o desenvolvimento da gema apical inibe o crescimento das gemas laterais, fenômeno denominado dominância apical. A remoção do ápice caulinar, em geral, origina o crescimento de uma ou mais gemas laterais. Awad & Castro (1992) complementaram que o corte da gema apical resulta em uma rápida retomada da divisão celular e do desenvolvimento dos meristemas laterais da planta. A análise realizada corrobora as afirmações, a reação pode ser observada claramente na acácia-negra, quando há ataque no ápice do fuste pelo *O. impluviata*. Rapidamente os ramos laterais substituem o principal ocasionando uma bifurcação, redefinindo assim a altura comercial da árvore.

De acordo com Li et al. (1995), com a remoção da gema apical, as citocininas passam a se acumular nas gemas laterais, promovendo seu desenvolvimento, ou seja, o corte do galho do meristema apical *O. impluviata* promove uma compensação hormonal, ocasionando o incremento em diâmetro da árvore, o que possibilita que seu desenvolvimento acompanhe o ritmo das árvores sadias e atinja o volume esperado para esta espécie ao final de seu ciclo normal. O estudo diverge dos resultados encontrados, quando considerada a altura total, a diferença é similar, porém, se for utilizada a altura comercial, a diferença é significativa e tem a perda volumétrica de madeira até o final da rotação.

Segundo Oliveira (2007), tanto as árvores de acácia-negra atacadas como as não atacadas pelo *O. impluviata*, apresentam a mesma distribuição volumétrica, concentrando o volume na faixa entre 0,020 e 0,070 m³. Salieta ainda que árvores atacadas apresentam discreta tendência a ter diâmetro na altura do peito (DAP), superior ao observado em árvores livres de ataques. De fato, as informações apuradas em partes convergem, na UM3 e na UM4 os diâmetros são maiores, mas na UM2 isso não se manteve, ressalta-se que na classe ATBI, existe baixa migração de classe e a perda se dá em sua maioria pela altura redução da altura comercial.

Pedrozo (1980), ao estudar *O. impluviata* em *Mimosa scabrella* constatou que as árvores perdem em média 34,10% de massa foliar, em função do primeiro ataque, tendo condições mínimas de se recuperarem, considerando-se que estarão nos anos seguintes sujeitas a novos ataques. Condições essas avaliadas e destacadas na criação das classes

ano a ano, verificou-se a preferência do inseto a exemplo de outras pragas florestais que preferem árvores na condição de estresse ou dominada, corroborando a afirmação de que as árvores de menor DAP ou replantes são selecionados pelo inseto.

Segundo Costa (1986), o volume é uma variável determinante na escolha do galho a ser cortado pelo *O. impluviata*, pois a seleção do diâmetro de galho a ser cortado é a disponibilidade de alimento para as larvas do *O. impluviata* tem requisitos mínimos e máximos. O período larval do *O. impluviata* pode ultrapassar 350 dias (PEDROSA-MACEDO, 1993), nesse sentido, os galhos anelados deverão atender às exigências nutricionais necessárias para o desenvolvimento do inseto tanto na fase de larva até a fase adulta. Afirmações essas, que corroboram os resultados encontrados na UM1, nenhum ramo foi atacado pelo inseto no período imediato após o plantio.

Segundo Oliveira (2007), os ataques independentemente das idades das plantas, ocorreram em uma estreita faixa de altura, entretanto, é notada a preferência do *O. impluviata* pelo corte de galhos dos estratos superiores das árvores. Embora *O. impluviata* seja um inseto com pouca habilidade para o voo direto, como afirma Amante et al. (1976), este o inseto tem preferência por deslocar-se ao topo das árvores para realizar o anelamento de galhos, podendo chegar a alturas superiores a 11 m, desprezando, nesse percurso, inúmeros galhos com diâmetro dentro de sua faixa de abrangência. As colocações dos autores corroboram os resultados encontrados, em todas as UMs o extrato superior é preferido pelas fêmeas para o anelamento, não sendo um problema para as idades subsequentes aos 2 anos.

A preferência anelar galhos situados nas maiores alturas da árvore devam ser motivados por alguns aspectos ambientais, como a luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar que apresentam expressiva diferença entre o estrato superior e o estrato inferior da floresta (COSTA, 1986). No entanto, possivelmente, a principal razão pela escolha de galhos do extrato superior da árvore esteja relacionada com as características intrínsecas do próprio galho, como a composição química desse material e a diferenciação fisiológica entre os galhos jovens presentes no ápice e galhos velhos característicos das regiões mais basais da planta. Essas colocações foram observadas nas avaliações, os ataques a partir do 3º ano ocorrem nos galhos superiores do fuste, até pelo fato dos galhos do estrato inferior já estarem no processo de desrama natural, os galhos situados abaixo da altura comercial são ramos secos, além da disponibilidade de nutrientes, a densidade dos galhos se altera dificultando assim a oviposição e conseqüentemente o anelamento pelas fêmeas do inseto.

Segundo Paro et al. (2012), os indivíduos adultos de *O. impluviata* se concentram nos ramos mais novos. A preferência do *O. impluviata* pelo corte de galhos jovens também foi observada por Costa (1986), que concluiu que o inseto prefere cortar galhos do ano, com casca lisa. As constatações desses autores convergem com as informações levantadas, a partir do 3º ano raramente foi observado corte no estrato médio e superior das árvores esta constatação da altura da árvore é relevante, pois traz a informação que serve de subsídio para a elaboração de estratégias de manejo integrado para o controle desse cerambicídeo.

Segundo Oliveira (2007), os galhos anelados pelo inseto apresentam grandes concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P) e zinco (Zn), com diferenças químicas as encontradas em galhos não anelados. Enquanto cálcio (Ca) e magnésio (Mg) apresentam teores mais elevados em galhos não anelados, diferindo significativamente em galhos anelados. O comportamento está ligado à composição química, confirmam Ferri (1985) e Taiz & Zeiger (2004), pois esses elementos são redistribuídos na planta e enviados para órgãos mais novos. Os mesmos autores enfatizam que o N participa da composição dos aminoácidos, e, portanto, nas proteínas que são ricas em P. Além disso, acredita-se que a textura dos ramos anelados tenha influência na escolha da fêmea, pois ramos mais novos são conhecidamente mais macios.

Em florestas, as técnicas de controle mais utilizadas no manejo integrado de pragas (MIP) são silviculturais, controle biológico, controle comportamental e o uso de espécies resistentes (COSTA et al., 2022). Segundo Rodrigues et al. (2017), a decisão de controlar uma praga deve ser tomada somente quando o ataque for considerável, ou seja, quando ultrapassar a capacidade da planta de tolerar os danos causados. As alternativas que o MIP pode oferecer passa diretamente por entender onde e quanto é a perda de volume madeira, para a partir dessas informações acuradas tomar a decisão sobretudo da utilização de químicos.

As estratégias adotadas para o manejo integrado do *O. impluviata* passam, pelo entendimento e aprofundamento das informações básicas referentes ao comportamento do *O. impluviata* (OLIVEIRA 2007). Ressalta ainda que, para tanto, faz-se necessária a ampliação de estudo sobre este tema e várias outras questões em aberto, na busca do controle desta espécie que, desde o início da acacicultura em território gaúcho, tem encontrado, nos povoamentos de acácia-negra, condições ideais para seu desenvolvimento e reprodução. Corroborando as afirmações do autor, esses e muitos outros estudos a respeito do inseto se fazem necessários principalmente quando se fala

em danos à volumetria, é importante, sobretudo para embasar estudos da espécie para a implantação de um manejo integrado de pragas, no momento atual é mais que necessário obter informações a respeito.

6 CONCLUSÃO

Os dados analisados mostram que os danos apicais causados pelo *O. impluviata* ocorridos no 2º ano de plantio, se manifestam em forma de dano volumétrico a partir do 4º ano de rotação.

A migração de classes contempla a reincidência de ataque em todas as classes, sobretudo nas árvores atacadas nos anos subsequentes ao 2º ano.

O anelamento de galhos laterais não tem impacto relevante no volume de madeira nas árvores avaliadas.

A intervenção com qualquer tipo de controle a ser utilizado, deve ser realizada no 2º ano de plantio, visto que é o momento em que o inseto causa o maior impacto na cultura da acácia-negra.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEFLOR. ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Anuário AGEFLOR 2016**. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/noticias/wpcontent/uploads/2016/09/AGEFLOR-DADOS-E-FATOS-2016.pdf>. Acesso em dezembro 2020.

AGEFLOR. ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Anuário AGEFLOR 2022**. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/noticias/wpcontent/uploads/2016/09/AGEFLOR-DADOS-E-FATOS-2020.pdf>. Acesso em janeiro 2023.

Agrolink, disponível em https://www.agrolink.com.br/problemas/guanxuma_22.html. Acesso em novembro 2022.

Agrolink, disponível em https://www.agrolink.com.br/problemas/buva_142.html. Acesso em novembro 2022.

ALBA, E. Uso da resposta espectral na identificação e monitoramento de espécies florestais a partir de imagens de média resolução espacial, **Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto**. João Pessoa – PB, Anais, 2016.

ALMEIDA, F. V. et al. Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. *Química Nova*. **Sociedade Brasileira de Química**, v. 30, n. 8, p. 1976-1985, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/22291>>. Acesso em janeiro 2021.

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AMANTE, E. et al. Bioecologia do serrador da acácia-negra, *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) no Rio Grande do Sul. *Etiologia. Agronomia Sul Riograndense*, v.12, n.1, p.1-56, 1976.

ANDRADE, V. C. L. et al. Revisão sobre modelos volumétricos empregados em povoamentos florestais brasileiros. **Advances in Forest Science**, v.6, n.1, p.561-566, 2019.

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE PROFESSORES TÉCNICOS DE ENSINO AGRÍCOLA, Acesso em <https://www.agptea.org.br/artigos/>. Acesso em janeiro de 2021.

AUER, C.G.; SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSI, M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Universidade Estadual de São Paulo, 1992, p. 160-167.

AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 2ª ed., 1992, 117 p.

AZEREDO, C. H. Dill de. Análise comparativa de projetos de investimento para processamento de uma floresta de acácia-negra. 2011. 66 pag. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2011.

BARBOSA, R. N. de C. A economia solidária como política pública: uma tendência de geração de renda e ressignificação do trabalho no Brasil, 2005.

BARCELOS DA COSTA, Achyles; MOREM DA COSTA, Beatriz. Cooperação e capital social em arranjos produtivos locais. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 9, n. 15, 2010.

BARICHELLO, L.R. 2003. Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De. Wild. na região sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). **Universidade Federal de Santa Maria**. 74p

BAUCKE, O. Biologia e controle do serrador da acácia-negra, *Oncideres impluviata* Germ. Pelotas, Escola de Agronomia Eliseu Maciel. 1958 59p.

BAUCKE, O. O Inseto-fauna da acácia-negra no Rio Grande do Sul. Biologia e controle as pragas mais importantes. **Secretaria da Agricultura**, Secção de informações e publicidade agrícola, Porto Alegre, 1962. 32p.

BAUHUS, J. et al. Aboveground interactions and productivity in mixed-species plantations of *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus globulus*. **Canadian Journal of Forest Research**, v.34, p.686-694, 2004.

BENEDETTI, A. C. P. **Modelagem dinâmica para simulação de mudanças na cobertura florestal das Serras do Sudeste e Campanha do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2011.

BERGAMIN FILHO, et al, (1995) Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.3, p.133-184, 1995.

BIEZANKO, C. M.; BOSQ, J. M. Cerambycidae de Pelotas e seus arredores: Contribuição ao conhecimento da fisiografia do Rio Grande do Sul. **Agros**, v. 9, n. 3-4, p. 3-15, 1956.

BINKOWSKI, P. **Dinâmicas socioambientais e disputas territoriais em torno dos empreendimentos florestais no Sul do Rio Grande do Sul**. 2014. 266 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BOLDRINI, I.I, A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Campos Sulinos. Pillar, V. De P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M., Jacques, A. V.A. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, 403 p. il. 2009.

CASWELL, H. Sensitivity analysis of transient population dynamics. **Ecology Letters**, Hoboken, v. 10, p. 1-15, 2007.

CHAN, J. M. et al. *Acacia mearnsii* industry overview: current status, key research and development issues. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, [s.l.], v. 77, n. 1,

p.19-30, 2 janeiro 2015. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.2989/20702620.2015.1006907>.

CHARÃO, L. S. Polinização em *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.3, p. 92-109, 2005.

CRAWLEY, M.J. **The R Book**. West Sussex: Jhon Wiley, 2007. 942p.

COSMO, B. M. N. Cultivo de acácias: acácia australiana e acácia-negra, **Agronomia brasileira**, Vol 4, 2020.

COSTA, M.G. et al. Leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas com pastagem em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.42, n.101, p.101-112, 2014.

COSTA, E.C. **Artrópodes associados à Bracatinga** (*Mimosa scabrella* BENTH.). 1986. 271f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

COSTA, E.C. Situação entomológica florestal do Rio Grande do Sul. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Pallotti, 2000, p.227-234.

COSTA, E. C. et al. **Entomologia Florestal. 4ª Edição Revista e Ampliada**. Santa Maria: Editora UFSM, 2022, 296p.

CORDEIRO, G.; ANJOS, N.; CARVALHO, A.G. Entomofauna associada a galhos de *Acacia mangium* Wild. Roletados por *Oncideres saga* (Dalman) (Coleoptera: Cerambycidae). **Entomo Brasilis**, Paracambi, v. 3, n. 1, p. 22-24, 2010.

COUTINHO, C. L. *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera, Cerambycidae) em arborização com *Albizia lebeck* Benth. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DE CARVALHO, W. S. et al. Formigas como provedoras de serviços ecossistêmicos na Caatinga: Como informar a sociedade sobre pesquisas ecológicas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 3, p. 281-287, 2020.

DELLA LUCIA, T. M. C., Gandra LC, Guedes RNC. 2014. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Manag. Sci.** 70:14–23.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS, **Estudo de Solos do Município de Encruzilhada do Sul – RS, circular técnica 45**, Pelotas, RS, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Programa nacional de solos**, <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1054924/programa-nacional-de-solos-do-brasil-pronasolos>. Acesso em janeiro de 2021.

ESCALERA-VASQUÉZ, L.H. Insect as stem engineers: Interactions mediated by the Twig-Girdler *Oncideres Albomarginata chamela* enhance arthropod diversity. **Plos One**, San Francisco, v. 6, n.4, p. 1-9, 2011.

FANG, P.H. Biological control with Fungi Antagonist against *Phytophthora* root rot of Citrus. Proc. **International Society of Citriculture**, V.1, p.394-396, 1996.

FERRI, M.G. (Coord.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.

FINEGAN, B. Aspectos de la ecologia del crecimiento y rendimiento de los arboles. Turrialba, 1993a, 30 f. Apostila de Curso (Bases ecológicas para la silvicultura y agroforesteria) – Maestria en manejo de bosques tropicales, CATIE 2004.

FREIRE, R.M; REGNOLATTO, S.P.; WALDER, J.M.M.; VON ZUBEN, C.J. Modelagem matemática aplicada ao controle biológico de *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) por *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmed (Hymenoptera: Braconidae) em Citrus. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.2, p. 281-289, 2005.

GALILEO, M. H. M.; MARTINS, U.R. Cerambycidae (Coleoptera) - Parque Copesul de Proteção Ambiental, Triunfo, Rio Grande do Sul. **Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.1, p.1-316, 2006.

GALLO, D.; et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

GODOY, W. A. C.; COSTA, M.I.S. Dynamics of extinction in coupled populations of the flour beetle *Tribolium castaneum*. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.65, n.2, p.271-280, 2005.

GOVENDER, P. Status of seedling establishment pests of *Acacia mearnsii* De Wild. (Mimosaceae) in South Africa. **South African Journal of Science**, Lynwood Ridge, v.103, p.141-147, 2007.

GRACIOLI, C. R. **Efeitos da silvicultura do eucalipto na dinâmica da vegetação em área de pecuária no Rio Grande do Sul**. 2010. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - UFSM, Santa Maria, 2010.

GRIFFIN, A.R. et al. 2011. Global uses of Australian acacias - recent trends and future prospects. **Diversity and Distributions**, 17: 837-847.

HAMADA, E. et al., Avaliação da distribuição espacial e sazonal da favorabilidade climática da ferrugem do milho no Brasil. In: **WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS**, 2012, Jaguariúna. Anais Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 6p. 2012.

HIGA A. R.; RESENDE M.D.V. Breeding *Acacia mearnsii* in Southern Brazil [Rio Grande do Sul. In: BROWN, A.G. (Ed.) Australian Tree Species Research in China. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP HELD AT ZHANGZHOU**, 1994. Fujian Province, China. **Proceedings...** Fujian Province, China. 1994, p.158-160.

HUBBELL, S. P.; WIEMER, David F.; ADEJARE, Adeboye. An antifungal terpenoid defends a neotropical tree (Hymenaea) against attack by fungus-growing ants (*Atta*). **Oecologia**, p. 321-327, 1983.

HUSCH, B.; MILLER, C. I; KERSHAW, J. **Forest mensuration**. 4. ed. New Jersey: John Wiley e Sons, Inc, 2003, 443 p.

INDUTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, **Relatório anual 2020**, <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf> Acesso em 15 de janeiro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil. 3ª edição**. Brasília: IBGE – Diretoria de Geociências / fonte: www.ibge.gov.br/mapas, 2004.

IBGE 2021, **Produção da extração vegetal e da silvicultura** <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html> Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em janeiro 2022.

JOLY, A. B. **Botânica**: Introdução à Taxonomia Vegetal. 12.ed. São Paulo: Nacional,1998. 777p.

KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas: *acácia mearnsii* De Willd. **Ciência e Investigación Forestal**, Santiago de Chile, v. 4, n. 2, p. 198-212, 1990.

KOLMOGOROV, A. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale dell'istituto italiano degli attuari*. P.91, 1933.

KRUSKAL, W. H.; Wallis, W. Allen, Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis». **Journal of the American Statistical Association**. 47p, 1952.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos tópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschoborn: Universidade de Göttingen, 1990. 343 p.

LECKEY, E. H.; SMITH, D.M.; NUFIO, C.R.; FORNASH, K.F. Oak- insect herbivore interactions along a temperature and precipitation gradient. **Acta Oecologica**, Switzerland, n.61, p.1-8, 2014.

LEMES E., P. G. **Novo Manual de Pragas Florestais Brasileiras**/Pedro Guilherme Lemes; José Cola Zanuncio (Org.). Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. 996 p.: il.

LEMES, P.G.; CORDEIRO, G.; JORGE, I.R.; ANJOS, N.; ZANUNCIO, J.C. Cerambycidae and other Coleoptera associated with branches girdled by *Oncideres saga* Dalman (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae: Onciderini). **The Coleopterists Bulletin**, v. 69, p. 159-166, 2015.

LEUCK, D.C. Danos causados à acacicultura pelo serrador (**Palestra**). 2016. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camarassetoriais/florestas-plantadas/anos-anteriores/danos-causados-a-acacicultura-pelo-serrador.pdf>. Acesso em novembro 2022.

LI, C.J.; GUEVARA, E.; HERRERA, J.; BANGERTH, F. Effect of apex excision and replacement by 1-naphthylacetic acid on cytokinin concentration and apical dominance in pea plants. **Physiologia plantarum**, v.94, p.465-469, 1995.

LIMA, L. **As transformações socioeconômicas e ambientais do cultivo do Eucalipto e acácia-negra no município de Arroio Dos Ratos –RS**. Dissertação. Programa de Pós Graduação em desenvolvimento rural da Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2014.

LINK, D.; COSTA, E.C. Aspectos da biologia de *Oncideres impluviata* e de *O. captiosa* em Santa Maria, RS. (Coleoptera: Cerambycidae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, p.77-84, 1993.

LINK, D.; COSTA, E.C.; THUM, A.B. Binomia comparada dos serradores, *Oncideres saga* (Dalman, 1823) e *Oncideres dejeani* (Thomson, 1868) (Coleoptera:

Cerambycidae) em *Parapiptadenia rigida*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, p.137-144, 1994.

LOCH, D.; MATSUKI, M. Effects of defoliation by Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 260, n. 8, p. 1324–1332, 2010.

LOPES, G. L. L. Compêndio Online, **Laboratório de manejo Florestal**, 2016. Disponível em: <https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/11070-2/2016> Acesso em janeiro de 2021.

LORENZI, H. et al. Árvores Exóticas no Brasil: Madeireiras, ornamentais e aromáticas. **Instituto Plantarum**. 2003, 352p.

MAGISTRALI, I. C.; MAGISTRALI, P. R.; NADAI, J.; GOELLNER, A. A. Parâmetros biológicos de *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae) em *Acacia mearnsii*. **Revista Trópica**, Chapadinha, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2008.

MARINONI, R.C. Sobre alguns Cerambycidae (Coleoptera) que atacam *Acacia decurrens* (Wild.). **Dusenía**, v. 11, n. 4, p. 209-217, 1979.

MARTINI, A. J. O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade, 2004.

MARTINS, J. F. C. et al. MODELAGEM HIPSOMÉTRICA DE POVOAMENTOS DE ACÁCIA-NEGRA USANDO LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JULIA. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 6, n. 2, p. 133-152, 2021.

MAONNÉ, M.A.; HOVORE, F.T. **Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae (Coleoptera)** of the Western Hemisphere. Part Two: Lamiinae through Disteniinae, Subfamily Lamiinae – Eletronic Version, 2002. Disponível em:<http://hovore.com/pdf/ec2002_2.pdf>. Acesso em novembro 2020.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Ed. Da Universidade Federal de Santa Maria, 1997, 200p.

MATTE, A. **Vulnerabilidade, capacitações e meios de vida dos pecuaristas de corte da Campanha Meridional e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul**. 2013. 174f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MATTE, A. MACHADO, J. A. Dessimon. Tomada de decisão e a sucessão na agricultura familiar no sul do Brasil. **Revista de Estudos Sociais**, v. 18, n. 37, p. 130-151, 2016.

MATTEI, V. L.; ROMANO, C. M.; TEIXEIRA, M. C. C. Protetores físicos para semeadura direta de *Pinus elliottii* Engelm. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.775-780, 2002.

MATSUKI, M. Effects of defoliation by *Eucalyptus weevil*, *Gonipterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 260, n. 8, p. 1324–1332, 2010.

MARTÍNEZ, A.J. J. et al. Cerambycid girdling and water stress modify mesquite architecture and reproduction. **Population Ecology**, Chiyoda, v. 51, p.533- 541, 2009.

MAY, R.M.; OSTER, G.F. Bifurcations and dynamic complexity in simple ecological models. **American Naturalist**, Chicago, v. 110, n. 974, p. 573-599, 1976.

MIDGLEY, S. J.; Turnbull, J.W. Domestication and use of Australian acacias: case studies of five important species. **Australian Systematic Botany**, 16, 2003.

MOCHIUTI, S. **Produtividade e Sustentabilidade de Plantações de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) No Rio Grande do Sul** (Tese apresentada de Doutorado) na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MONNÉ, M. **Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region**. Part II. Subfamily Lamiinae. *Zootaxa*, v. 1023, p. 1-739, 2005.

MORAES, R. H. P. **Identificação dos inimigos naturais de *Lonomia obliqua* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae) e possíveis fatores determinantes do aumento de sua população.** 58f. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

NICKELE, M. A. et al. Distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* (Forel)(Hymenoptera: Formicidae) em plantios de *Pinus taeda*. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 862-872, 2010.

NORD-LARSEN, Y. et al. Simultaneous estimation of biomass models for 13 tree species: effects of compatible additivity requirements. **Canadian Journal of Forest Research**, v.47, p.765-776, 2017.

OLIVEIRA, H. A. **acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul.** Canoas: La Salle, 1968. v. 2, 121p.

OLIVEIRA, L. S. **Aspectos entomológicos em povoamentos homogêneos de *Acacia mearnsii* De Wild.** DSc thesis, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

OLIVEIRA, M. A. C. de. **Política de crédito rural para o desenvolvimento da agricultura familiar sustentável.** UNIEURO, Brasília, número 13, 2014, pp 99-128. Disponível em: http://www.unieuro.edu.br/sitenovo/revistas/downloads/hegemonia_13_05.pdf Acesso em janeiro 2020.

OLIVEIRA, H. G.; et al. Coleópteros associados à eucaliptocultura na região de Nova Era, Minas Gerais, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.52-60, 2001.

ONO, M. A; FERREIRA, E.N.L.; GODOY, W.A.C. Black wattle insect pests currently in Brazil. **Global Advanced Research Journal of Agricultural Science**, Abuja, v. 3, n. 12, p. 409- 414, 2014.

ONO, M. A. **Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata*** (Coleoptera: Cerambycidae). 2015. 68 f. Dissertação (Mestre em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PARO, C. M.; ARAB, A.L VASCONCELLOS-NETO, J. The host-plant range of twig-girdling beetles (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae: Onciderini) of the Atlantic rainforest in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 45, n. 27-28, p. 1649-1665, 2011.

PEDRON, L. **Subsídio para o manejo integrado de *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: Cerambycidae em *Acacia mearnsii* DE WILD)**, 2022. 57p (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2022.

PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. Manual de pragas em florestas. Pragas florestais do sul do Brasil. Piracicaba: **Instituto de Pesquisa e Estudo Florestais**, 1993. v. 2, 111p.

PEDROZO, D. J. **Contribuição ao estudo do *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) e seus danos na bracatinga *Mimosa scabrella* Benth.** 1980. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PREFEITURA DE ENCRUZILHADA DO SUL,
<https://www.encruzilhadosul.rs.gov.br/prefeitura/historia/>. Acesso em janeiro de 2021.

QUESADA, M. Insect as stem engineers: Interactions mediated by the Twig-Girdler *Oncideres Albomarginata chamela* enhance arthropod diversity. **Plos One**, San Francisco, v. 6, n.4, p. 1-9, 2011.

RACHWAL, M. F. G. et al. 2007. Manejo dos resíduos da colheita de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e a sustentabilidade do sítio. **Ciência Florestal**, 17(2): 137-144.

REVISTA DA MADEIRA - **EDIÇÃO Nº117** - novembro de 2008. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1340&subject=Feira&title=Feira. Acesso em janeiro de 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Nº 9482, de 24 de dezembro de 1991. Dispõe sobre o controle obrigatório do "serrador" da acácia-negra e dá outras providências. 1991. Disponível em: http://ww1.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=408&cod_conteudo=7472 Acesso janeiro de 2021.

ROCHA JUNIOR, V. F. **Eficiência de fungos entomopatogênicos no controle do percevejo-bronzeado-do-eucalipto (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae) em condições de campo.** São Cristóvão: UFS, 2017. 29p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).

RODRIGUES, C. R. A. et al. Manejo integrado de pragas: Uma alternativa eficaz contra os impactos causados pelos agentes patógenos a diversas culturas. Anais. **XVI Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste**, Rio Largo, 2017. 5p.

ROUX, J.; WINGFIELD, M. J. Survey and virulence of fungi occurring on diseased *Acacia mearnsii* in South-Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 99, p. 327-336, 1997.

SANQUETTA, C. R. et al. Estoques de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra em diferentes idades no Rio Grande do Sul. **Scientia Forestalis**, v.42, n.103, p.361-370, 2014.

SANTOS, A. F., AUER, C.G. & GRIGOLETTI JR., A. Caracterização de tipos de gomose da acácia-negra (*Acacia mearnsii*) no sul do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal** 37:31-40. 1998.

SANTOS, A. F. DOS, LUZ, E.D.M.N. & SOUZA, J.T. DE *Phytophthora nicotianae*: agente etiológico da gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 30:81-84. 2005.

SCHNEIDER, P. R. et al. Subsídios para o manejo da acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild. Santa Maria, RS: UFSM, **Centro de Pesquisas Florestais**, 2000. 71p.

SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F.D.; FINGER, C.A.G.; SPATHELF, P. Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 151-165, 2001.

SCHNEIDER, P. R.; TONINI, H. Utilização de variáveis Dummy em equações de volume para *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.121-129, 2003.

SEARLE, S. D. *Acacia mearnsii* De Wild. (Black Wattle) in Australia. In: BROWN, A.G.; HO, C.K. (Ed.). Black Wattle and Its Utilisation. **Rural Industries Research & Development Corporation, Kingston, n. 97/77**, p. 2-13, 1997.

SETA. **Resumo Público**. Plano de Manejo Florestal. 2021.

Secretaria de meio ambiente. www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/20145948-diretrizes-restauracao-matasciliares.pdf Acesso em novembro 2022.

SEIGLER, D. S. Economic potential from Western Australian Acacia species: secondary plant products. **Conservation Science**, Illinois, v. 4, n. 3, p. 109-116, 2002.

SOTTA, E. D.; HIGA, A.R.; LAVORANTI, O.J.; STEIN, P.P. Avaliação dos danos causados pela gomose em acácia-negra. Curitiba: **EMBRAPA-CNPQ**, 1994. 15 p.

SOUZA, N. J.; CORREA, R.M.; PEDROSA-MACEDO, J.H.; MARQUES, E.M.; BITTENCOURT, S.J.A. Anelamento de árvores de *Eucalyptus grandis*, causado por *Comptosoma perpulchrum* (Vigors, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae). **Revista do Setor de Ciências Agrárias** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 14, p. 231-233, 1995.

SOUZA, A.; ZANETTI, R.; CALEGARIO, N. Nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em função do índice de produtividade florestal de eucaliptais em uma região de Mata Atlântica. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 483-488, 2011.

STEIN, P. P.; TONIETTO, L. Black Wattle Silviculture in Brazil. In: BROWN, A.G.; HO, C.K. (Ed.). Black Wattle and Its Utilisation. **Rural Industries Research & Development Corporation**, Kingston, n. 97/77, p. 2-13, 1997.

SUYENAGA, E. S. et al. acácia-negra: potenciais usos de reaproveitamento. **Revista Conhecimento Online**, 2015, 7(1), 2.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: **Artmed**, 2004. 719 p.

TANAGRO. **Manejo florestal**: resumo público. Montenegro, s.d. não paginado.

THOMPSON, I. D.; OKABE, K.; PARROTTA, J.A.; BROCKERHOFF, E.; JACTEL, H.; FORRESTER, D. I.; TAKI, H. Biodiversity and ecosystem services: lessons from nature to improve management of planted forests for REDD-plus. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 23, n. 10, p. 2613-2635, 2014.

TONIETTO, L. Black Wattle Silviculture in Brazil. In: BROWN, A.G.; KO, H.C. (Ed.). **Black Wattle and its Utilisation**. Barton: RIRDC, 1997. p. 78-82.

UBERTI, G. M. Limites e possibilidades ao desenvolvimento de um arranjo produtivo local de base florestal na serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil: governança local para tomada de decisões. 2017, 51p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2017.

VIERA, M. et al. Estoque de nutrientes em consórcios de *Eucalyptus urograndis*, *Acacia mearnsii* e *Zea mays*. **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.317-327, 2013b.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. Epidemiology and plant disease management. New York: **Oxford University Press**, 1979. 427p.