UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TESTES DE POTENCIAL DE DANO E DE ESPECIFICIDADE COM *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DA AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) NO ESTADO DA FLÓRIDA – EUA.

GRACIELE BARBIERI

BLUMENAU
2004

GRACIELE BARBIERI

TESTES DE POTENCIAL DE DANO E DE ESPECIFICIDADE COM *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DA AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) NO ESTADO DA FLÓRIDA – EUA.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre ao Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade Regional de Blumenau – FURB.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Diniz Vitorino

BLUMENAU

2004

GRACIELE BARBIERI

TESTES DE POTENCIAL DE DANO E DE ESPECIFICIDADE COM *Calophya terebinthifolii* Burckhardt e Basset, 2000 (*Hemiptera: Psyllidae*) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DA AROEIRA *Schinus terebinthifolius raddi (Anacardiaceae) NO ESTADO DA FLÓRIDA - EUA*

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental na Universidade Regional de Blumenau – FURB, pela comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Marcelo Diniz Vitorino
Orientador

Prof. Dr. Júlio César Medal

Prof. Dr. José Henrique Pedrosa Macedo

Blumenau, 19 de março de 2004

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Profº Marcelo Diniz Vitorino pelos conhecimentos, dedicação e constante incentivo que muito colaborou para realização deste trabalho.

Ao Dr. Julio Medal, pesquisador do Departamento de Entomologia e Nematologia da Universidade da Flórida pela colaboração e atenção a mim dispensada.

Ao Dr. Jim Cuda coordenador do Projeto Aroeira do Departamento de Entomologia e Nematologia da Universidade da Flórida pela confiança e oportunidade para realização deste trabalho.

Ao Laboratório de Monitoramento e Proteção Florestal (LAMPF) pela concessão de bolsa de estudos.

Aos amigos do Laboratório de Monitoramento e Proteção Florestal (LAMPF), Engenheiros Florestais Cícero Jonatas Andreazza, André Luiz Buss e Leandro da Cruz Silva e os acadêmicos de Engª Florestal Gustavo Vianna Henning e Patrícia Lissandra Kreutzfeldt cujo companheirismo, incentivo e ajuda foram de grande valor para elaboração deste trabalho.

Ao Laboratório Neotropical de Controle Biológico da Universidade Federal do Paraná – UFPR pela disponibilização de material vegetal utilizados nos experimentos.

Ao profº Clayton Debiasi pelos conhecimentos que muito auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental pelos ensinamentos ministrados.

Ao coordenador do curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Prfº Dr. Adilson Pinheiro pela disposição e dedicação oferecida a esta Pós-Graduação.

A colega do curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Rosa Cristina Gallassini pelo companheirismo em todas as horas.

A todos os amigos que sempre estiveram ao meu lado com seu apoio e amizade, e a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da realização desta pesquisa.

Aos meus pais Itacir e Adelaide pelo amor, dedicação, educação e incentivo que sempre deram em minha vida e que foram fundamentais para minha formação.

Aos meus irmãos Alencar e Marine pelo amor, incentivo e amizade em todas as horas.

Ao meu namorado Daniel pelo amor, carinho e incentivo em busca de meus ideais.

A DEUS, cuja luz e proteção foram em todos os momentos, os alicerces na construção deste trabalho e de minha vida.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS..... I

SUMÁRIO..... III

LISTA DE TABELAS..... V

LISTA DE FIGURAS..... VI

RESUMO..... VIII

ABSTRACT..... IX

1.INTRODUÇÃO..... 01

2.OBJETIVOS..... 03

3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 04

3.1.CONCEITO DE CONTROLE BIOLÓGICO..... 04

3.2.CONTROLE BIOLÓGICO DE PLANTAS E INSETOS..... 04

3.3.VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE BIOLÓGICO PLANTAS..... 06

3.4.CONFLITOS DE INTERESSE..... 07

3.5.CONFLITOS DE INTERESSE QUANTO À AROEIRA..... 09

3.6.A AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi COMO PLANTA INDESEJÁVEL NOS EUA..... 09

3.7.A AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)..... 11

3.8.PROVAS DE ESPECIFICIDADE..... 12

3.9.CECIDOGÊNESE..... 14

3.10. FAMILÍA PSYLLIDAE..... 16

3.11.*Calophya terebinthifolii* Burckhard & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae)… 18

4.MATERIAL E MÉTODOS..... 20

4.1.ÁREA DA PESQUISA..... 20

4.1.1.Caracterização das Áreas da Pesquisa..... 20

4.2.INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS, LEVANTAMENTOS E AMOSTRAGENS..... 21
4.2.1.Teste de Especificidade "Multiple choice"em casa de vegetação..... 21
4.2.2.Teste de especificidade "Multiple choice"em condições naturais (Open Field Tests)..... 24
4.2.3.Monitoramento à campo..... 25
4.2.4.Determinação do potencial de dispersão de *Calophya terebinthifolii*..... 26
4.2.5.Mensuração do dano através da diferença de biomassa..... 27
4.3.PRODUÇÃO E OBTENÇÃO DE MUDAS PARA OS EXPERIMENTOS..... 29
4.3.1.Mudas obtidas através de sementes..... 30
4.3.2.Mudas compradas em viveiros..... 30

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 31
5.1.TESTE DE ESPECIFICDADE "MULTIPLE CHOICE" EM CASA DE VEGETAÇÃO..... 31
5.2.TESTE DE ESPECIFICIDADE "MULTIPLE CHOICE" EM CONDIÇÕES NATURAIS - OPEN FIELD TESTS..... 37
5.3.MONITORAMENTO À CAMPO..... 39
5.4.POTENCIAL DE DISPERSÃO..... 51
5.5.DIFERENÇA DE BIOMASSA..... 52
5.6.POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DE *Calophya terebinthifolii* PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Schinus terebinthifolius* NO ESTADO DA FLÓRIDA – EUA..... 55

6.CONCLUSÕES..... 56

7.RECOMENDAÇÕES..... 57

8.REFERÊNCIAS..... 58

9.ANEXOS..... 63

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS DA FAMÍLIA ANACARDIACEAE UTILIZADAS NOS EXPERIMENTOS.....29

TABELA 02. DATA DAS LIBERAÇÕES E RESPECTIVAS QUANTIDADES DE INSETOS LIBERADOS NO TESTE DE ESPECIFICIDADE MULTIPLE CHOICE EM CASA DE VEGETAÇÃO.....32

TABELA 03. RESULTADOS DO TESTE MULTIPLE CHOICE EM CASA DE VEGETAÇÃO.....33

TABELA 04. RESULTADOS DO TESTE MULTIPLE CHOICE EM CONDIÇÕES NATURAIS.....37

TABELA 05. NÚMERO TOTAL DE GALHAS PARA CADA MUDA DE *Schinus terebinthifolius* EXPOSTA AO ATAQUE DE *Calophya terebinthifolii* PARA DETERMINAÇÃO DA DIFERENÇA DE BIOMASSA.....53

TABELA 06. PESO DAS MUDAS DE *Schinus terebinthifolius* ANTES E APÓS A LIBERAÇÃO DE *Calophya terebinthifolii*.....54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. MAPA DO ESTADO DE SANTA CATARINA MOSTRANDO OS DOIS LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....20

FIGURA 02. VISTA GERAL DA ARENA COMPOSTA POR SEIS ESPÉCIES DA FAMÍLIA ANACARDIACEAE DENTRO DA CASA DE VEGETAÇÃO..22

FIGURA 03. DISPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES DA ARENA.....23

FIGURA 04. MUDAS UTILIZADAS NO TESTE MULTIPLE CHOICE EM CONDIÇÕES NATURAIS.....24

FIGURA 05. VISTA GERAL DOS NOVE ARBUSTOS MONITORADOS À CAMPO..25

FIGURA 06. VISTA GERAL DAS MUDAS DE *Schinus terebinthifolius* PLANTADAS EM 50m.....27

FIGURA 07. GAIOLAS ENTOMOLÓGICAS CONTENDO MUDAS DE *Schinus terebinthifolius* DENTRO DA BOD.....28

FIGURA 08. LIBERAÇÃO DE ADULTOS DE *Calophya terebinthifolii* NO CENTRO DA ARENA.....31

FIGURA 09. ESPÉCIES DE PLANTAS QUE DESENVOLVERAM GALHAS NA ARENA E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES.....34

FIGURA 10. NÚMERO DE GALHAS DAS ESPÉCIES ATACADAS NO TESTE MULTIPLE CHOICE EM CASA DE VEGETAÇÃO.....36

FIGURA 11. NÚMERO DE GALHAS DAS ESPÉCIES ATACADAS NO TESTE MULTIPLE CHOICE EM CONDIÇÕES NATURAIS.....38

FIGURA 12. ASPECTOS DAS GALHAS NOS FOLÍOLOS DE *S. terebinthifolius*.....39

FIGURA 13. NINFA DE *Calophya terebinthifolii*.....40

FIGURA 14. DISTRIBUIÇÃODAS CLASSES DO NÚMERO DE GALHAS POR FOLHA CAÍDA.....40

FIGURA 15. LOCALIZAÇÃO DAS VARIEDADES DE *Schinus terebinthifolius* NO MONITORAMENTO À CAMPO.....42

FIGURA 16. DISTRIBUIÇÃO DA RELAÇÃO DO NÚMERO DE FOLHAS E BROTAÇÕES COM O COMPRIMENTO DOS RAMOS MONITORADOS.....43

FIGURA 17. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RADDIANUS.....44

FIGURA 18. DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RADDIANUS.....45

FIGURA 19. DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RADDIANUS.....45

FIGURA 20. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RHOIFOLIUS.....46

FIGURA 21. DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RHOIFOLIUS.....46

FIGURA 22. DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE RHOIFOLIUS.....47

FIGURA 23. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NO ARBUSTO 03.....48

FIGURA 24. DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NO ARBUSTO 03.....48

FIGURA 25. DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NO ARBUSTO 03.....49

FIGURA 26. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE ACUTIFOLIUS.....50

FIGURA 27. DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE MÉDIA COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE ACUTIFOLIUS.....50

FIGURA 28. DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COMPARADA AO NÚMERO DE GALHAS NA VARIEDADE ACUTIFOLIUS.....51

RESUMO

Estudou-se o potencial de dano e a especificidade de *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae), espécie causadora de galhas nas folhas de aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). Obteve-se informações que poderão auxiliar o controle biológico desta planta no Estado da Flórida, EUA. Os experimentos foram realizados no Horto Florestal, município de Gaspar e no Laboratório de Monitoramento e Proteção Florestal, no município de Blumenau. Com as informações obtidas nos experimentos pôde-se conhecer sua especificidade em relação a algumas espécies da família Anacardiaceae, o seu potencial de dano através da diferença de biomassa e do monitoramento à campo, como a sua capacidade de dispersão em *S. terebinthifolius*. Alguns dos principais resultados obtidos foram: *Calophya terebinthifolii* no teste "multiple choice" demonstrou especificidade para *S. terebinthifolius* e em *Schinus molle* tanto na casa de vegetação como em condições naturais de campo. O desenvolvimento das galhas é diretamente influenciado pelos fatores meteorológicos, principalmente temperatura e precipitação pluviométrica, variando para *S. terebinthifolius* var. Raddianus, *S. t.* var. acutifolius e *S. t.* var.rhoifolius. As formações de galhas induzem a queda de folhas e folíolos e comprometem o desenvolvimento da planta, diminuindo significativamente sua produção de biomassa. A capacidade de dispersão de *C. terebinthifolii* é restrita a época de maior pico populacional.

Palavras-chave: Psyllidae, galhas, especificidade, inimigo natural.

ABSTRACT

Aroeira (or Brazilian peppertree), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), is a highly invasive weed in subtropical regions worldwide. The leaflet-galling psyllid *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset (Hemiptera: Psyllidae), a natural enemy of aroeira, was investigated in the laboratory and field for its biological control potential. Preliminary host range studies, dispersal and field efficacy experiments were conducted at the Forest Nursery, Gaspar, and Forest Protection Laboratory, Blumenau, Santa Catarina, Brazil. Representative species in the plant family Anacardiaceae were exposed to *C. terebinthifolii* in a series of open field and greenhouse multiple-choice tests. Results of the host-specificity tests showed that the psyllid completed its development only on aroeira and the closely related *Schinus molle* L. Gall development under field conditions was influenced by abiotic factors, i.e., temperature and rainfall as well as varietal differences in aroeira. *Schinus terebinthifolius* var. raddianus was more heavily attacked by the psyllid than the varieties *S. t.* var acutifolius and *S. t.* var. rhoifolius. Gall formation by the developing nymphs of *C. terebinthifolii* induced leaflet abscission, and also affected plant development by limiting biomass production. The psyllid also exhibited the capacity for long distance dispersal during peak population periods.

Key-words: Psyllidae, galls, specificity, natural enemy.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos em diversidade da flora e fauna do mundo, o que causa grande interesse para muitas pessoas dos mais variados lugares. Este interesse aliado ao turismo, a abertura das barreiras comerciais com o aumento nas relações de importação e exportação entre os diferentes continentes, e a falta de fiscalização adequada, propiciam a introdução de organismos vegetais e animais que poderão causar problemas à flora e a fauna nos locais de introdução. As plantas indesejáveis ocupam espaços marcantes entre os organismos considerados nocivos nos diferentes continentes do planeta (VITORINO, 2001).

De acordo com DeBach (1987), os exemplos clássicos de controle referem-se a *Lantana camara* e *Opuntia* spp., nas décadas de 30 e 40, em território Australiano com a introdução de inimigos naturais das áreas de origens das respectivas plantas, que reduziram as populações das mesmas a níveis aceitáveis. A partir de então, vários foram os casos de controles bem sucedidos usando-se a tática da introdução de inimigos naturais provenientes da região de origem da planta que se deseja controlar (JULIEN, 1992).

A ausência de inimigos naturais e a plasticidade adaptativa das plantas antropófitas são os fatores que mais contribuem para a dispersão descontrolada das mesmas. A introdução de inimigos naturais provenientes da área de ocorrência natural da planta, com o intuito de regular o crescimento populacional da planta demonstra ser a técnica adequada para o restabelecimento do equilíbrio ambiental.

Para reduzir os prejuízos o homem realiza o controle destas plantas através de diversos métodos, como os químicos, os físicos e os biológicos. O método biológico era pouco usado, e até recentemente pouco estudado. O interesse na utilização do controle biológico de plantas indesejáveis tem aumentado consideravelmente nos últimos anos devido às dificuldades crescentes para combater estas plantas indesejáveis com métodos convencionais e pela resistência que estas plantas desenvolveram a herbicidas mais comumente usados, e também pela contaminação que estes produtos químicos trazem ao meio ambiente (MEDAL & NORAMBUENA, 2002).

A utilização do controle biológico de plantas indesejáveis não visa à erradicação das mesmas, mas a redução de sua densidade populacional a níveis abaixo do nível de dano econômico.

Este tipo de controle através da utilização de inimigos naturais específicos possibilita a aplicação de forma de controle não poluente, eficaz, duradouro e com níveis aceitáveis sobre a população de plantas indesejáveis. Esta forma de controle torna-se cada vez mais importante e necessária, uma vez que o número de introduções de organismos indesejáveis aumenta assustadoramente em todo o mundo (VITORINO, 2001).

Muitas plantas levadas com finalidades de utilidade podem escapar do cultivo e se dispersar de maneira problemática. Isto ocorreu com muitas plantas levadas do Brasil ou América do Sul, para outras partes do mundo. Dentre estas, algumas com interesse ornamental, como o aguapé - *Eichornia crassipes* L. (Pontederiaceae) e a lantana - *Lantana camara* L. (Verbenaceae), se tornaram sérios problemas em todos os locais onde foram introduzidas (DeBACH, 1987). A aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi é outro exemplo de planta invasora nativa da América do Sul, que é considerada principalmente nos Estados Unidos da América, um planta potencialmente daninha, causando problemas no Estado da Flórida e gerando conflitos de interesse sobre sua utilização.

Desta maneira a aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi é uma planta com requisitos adequados para implementar seu controle biológico clássico através do estudo de seus inimigos naturais relevantes fornecendo subsídios aos programas de controle biológico em andamento. Assim, o presente trabalho visou estudar se a espécie *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae) causador das galhas nas folhas da aroeira tem potencial de dano e pode ser usado como agente de controle desta planta nos Estados Unidos da América.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

- Testar a especificidade de *Calophya terebinthifolii* quanto à aroeira *Schinus terebinthifolius.*
- Monitorar à campo o desenvolvimento de galhas causadas por *Calophya terebinthifolii* em *Schinus terebinthifolius.*
- Determinar o potencial de dispersão de *Calophya terebinthifolii* em *Schinus terebinthifolius.*
- Estimar o dano que *Calophya terebinthifolii.*pode causar na biomassa de *Schinus terebinthifolius.*
- Estudar a possibilidade de uso de *Calophya terebinthifolii* como agente de controle biológico de *Schinus terebinthifolius.*

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CONCEITO DE CONTROLE BIOLÓGICO

DeBach (1987), considera o controle biológico como uma fase do controle natural, e o definiu como "a ação de parasitóides, predadores ou patógenos na manutenção da densidade populacional de outros organismos, numa diferença inferior àquela que existiria na sua ausência". Ou seja, o controle biológico é o uso ou a manipulação de inimigos naturais no controle de organismos indesejáveis.

Segundo Samways (1990), um organismo indesejável pode ser eliminado localmente, ou, mais freqüentemente, ter sua presença reduzida a um nível que já não cause prejuízo econômico significativo. A erradicação completa é um objetivo ambicioso e que raramente se alcança. Um inimigo natural que elimina por completo seu recurso, ao ficar sem alimento ou hospedeiro, condena-se a seu próprio desaparecimento. No controle biológico, deve-se reduzir a população de uma praga a um nível aceitável, que não cause prejuízos à saúde do homem, economia e meio ambiente, porém suficiente para assegurar a sobrevivência do organismo controlador, criando um equilíbrio entre as duas populações.

O controle biológico de pragas está obviamente baseado na utilização de princípios ecológicos que é freqüente, e corretamente considerado como ecologia aplicada. Não somente o método biológico aplicado origina o controle mediante a utilização de agentes bióticos para criar um ambiente menos adequado para a espécie de praga, sendo que sua maior vantagem está na característica de prolongar esta situação, ou seja, o controle biológico é essencialmente permanente e isto é um dos seus aspectos mais importantes (DeBACH, 1987).

3.2. CONTROLE BIOLÓGICO DE PLANTAS E INSETOS

De acordo com Rosenthal *et al.* (1984), a base teórica do controle biológico de plantas daninhas tem muitos pontos em comum com o controle biológico de insetos, porém com uma diferença muito grande, o caso de parasitismo e predação de insetos, o inimigo

natural mata seu hospedeiro completamente, embora seja benéfico que o inimigo natural da planta daninha mate seu hospedeiro, isto não é necessário para seu êxito. Se proporcionar a diminuição da taxa de reprodução anual da planta e sua capacidade de competir com outras plantas, deixará seu crescimento mais vagaroso, isto poderá ser suficiente para redução da população.

Para Souza (1992 *apud* WIKLER, 1995), o controle biológico de plantas daninhas é o inverso do controle biológico de insetos, pois neste as plantas são os indivíduos a ser protegidos, enquanto que naquele, são consideradas pragas que devem ser controladas. O controle biológico é mais lento que os outros métodos utilizados contra plantas daninhas e é uma solução relativamente barata, pois no caso de herbicidas químicos deve-se considerar a necessidade de desenvolvimento e as repetições em suas aplicações. Devido a sua alta especificidade nos hospedeiros, os agentes de controle biológico não deixam efeitos prejudiciais, como problemas de resíduos ou distúrbios no ecossistema. Esta seletividade é vantajosa em lugares onde somente uma planta daninha é importante ou muito difícil de controlar, mas é desvantajosa onde várias plantas daninhas devam ser combatidas ao mesmo tempo.

De acordo com Huffaker (1987), muitos dos procedimentos de controle biológico que se aplicam aos insetos podem ser usados no controle de plantas indesejáveis.

Smith (1957 *apud* HUFFAKER, 1987), ao tratar sobre controle biológico, freqüentemente indicava que as plantas indesejáveis oferecem proporcionalmente maiores oportunidades de êxito que o uso deste método contra insetos.

Segundo Berti Filho (1990), após o sucesso do DDT na década de 1940, o uso de inseticidas aumentou consideravelmente. Como conseqüência do uso indiscriminado de produtos químicos, muitos insetos praga desenvolveram resistência a um número cada vez maior de inseticidas. Com o passar dos anos verificou-se que seria impossível controlar as pragas apenas com o uso de produtos químicos.

Devido a estas considerações tornou-se necessária à utilização de um método que utilize técnicas adequadas para reduzir as populações de insetos praga e/ou planta indesejável para mantê-las abaixo de qualquer tipo de dano, seja econômico, social e ambiental, manipulando as populações de tal maneira que elas são impedidas de causar tais danos.

3.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE BIOLÓGICO DE PLANTAS

Entre as principais vantagens do controle biológico citado por Rosenthal *et al.* (1984), estão:

- O custo de desenvolvimento inicial e o custo anual deste controle que é mais baixo do que aqueles cujas medidas de controle são anualmente repetidas;
- Alcançam bons resultados para algumas espécies importantes e onde outros métodos de controle falharam;
- Uma vez estabelecido o inimigo natural, é capaz de manter a população de uma espécie abaixo do nível de dano econômico.

Inclui-se entre as principais desvantagens do controle biológico:

- A necessidade de encontrar um agente biológico capaz de suprimir a população, sem representar ameaça a outras espécies;
- O conflito em aceitar que o agente introduzido para controle de uma espécie que é indesejável em um local, possa se mover para outro lugar onde a mesma espécie de planta pode ser considerada útil;
- O controle biológico é muito específico e não controla um complexo de espécies.

O ponto crítico está baseado na seleção do agente biótico que atacará sucessivamente a espécie, sem causar danos a outras plantas. Deve-se estar seguro de que os agentes selecionados atacarão somente a espécie que se deseja controlar e os mesmos devem ser obtidos em áreas com clima similares aquelas nas quais serão introduzidos. Também é necessário reduzir as competições entre dois ou mais agentes biológicos, selecionando espécies com hábitos alimentares diferentes. Os métodos de controle biológico de plantas indesejáveis não têm sido amplamente aceitos pela crença que os riscos são demasiadamente grandes em comparação com a oportunidade de sucesso (ROSENTHAL *et al.,*1984).

Para Medal (2002), o controle biológico de plantas indesejáveis, baseado no uso de insetos herbívoros e/ou patógenos têm entre outras vantagens, ser altamente específico contra a planta alvo de controle e de não causar danos significativos às populações de plantas que tem valor

econômico e/ou ecológico. Outra grande vantagem do controle biológico é a não contaminação do meio ambiente, ao contrário do uso de produtos químicos. Em relação ao aspecto econômico, esta técnica pode requerer uma inversão relativamente alta quando se inicia um projeto novo. Sem dúvida, a médio e longo prazo, o retorno da inversão ou a relação custo-benefício chega ser altamente benéfica.

A maior vantagem do controle biológico é a promoção de um controle permanente a longo prazo devido a sustentabilidade por si próprio uma vez que o inimigo natural se estabeleça na planta alvo. O maior limitante para o uso do controle biológico ocorre em situações de cultivos anuais constantemente alterados pelo ser humano, e onde os cultivos são tradicionalmente afetados por um complexo de pragas diferentes, resultando na dificuldade em encontrar um agente efetivo e seguro para o controle de cada planta indesejável (DeLOACH *et al.,* 1989 *apud* MEDAL 2002).

3.4. CONFLITOS DE INTERESSE

De acordo com Gandolfo (2002), o controle biológico é uma ferramenta poderosa, como provam os numerosos exemplos acumulados durante o século passado. Uma característica inerente ao poder de uma ferramenta é que sua má utilização possa gerar problemas proporcionalmente sérios. O risco de que um agente de controle biológico ao ser introduzido em uma região para controlar uma praga, cause danos a organismos não desejados tem estado presente no caso de controle biológico de plantas indesejáveis, mas não nos de insetos praga, desde que os primeiros programas foram iniciados no começo do século XX. Isto se deve a percepção de que existem plantas valiosas para o homem (e portanto não devem ser afetadas), sendo muito mais clara que a de insetos benéficos. Portanto, era claramente aceitável que um inseto introduzido para controlar uma planta indesejável não afetasse outro cultivo, mas se um parasitóide introduzido para controlar um inseto praga afetasse um número desconhecido de outras espécies de insetos, não era percebido como um problema. É o caso da mariposa do cacto – *Cactoblastis cactorum*, este inseto é nativo da América do Sul e foi liberado como agente de controle biológico de espécies invasivas de cactos do gênero *Opuntia* na Austrália no ano de 1920, e depois na África do Sul e várias ilhas do Caribe. Em 1989, esta espécie foi detectada no Estado da Flórida nos Estados Unidos da América (ZIMMERMANN

et al., 2001).De acordo com Carpenter *et al.* (2001), a acidental introdução desta mariposa na Flórida tem incrementado a consciência sobre a ameaça que esta introdução poderá causar as espécies nativas do gênero *Opuntia* no oeste dos Estados Unidos da América e México. Além disso, a ameaça da biodiversidade nestes ecossistemas, e a publicidade negativa do uso de inimigos naturais exóticos afetando o progresso de futuros programas de controle biológico de pragas.

Para Greathead *et al.* (1990), um conflito de interesses pode surgir, mas apesar disto a resolução dos conflitos econômicos e estéticos não interessam aos técnicos em controle biológico, sua cooperação é indispensável na resolução dos conflitos ecológicos, assim como o interesse que os agentes de controle biológico introduzidos possam influir junto as plantas nativas, especialmente as raras, e espécies em perigo.

Os métodos culturais, físicos ou químicos no controle de plantas indesejáveis podem ficar restritos à área na qual se vai eliminar uma determinada planta. Por outro lado, os insetos fitófagos introduzidos poderiam, por si próprios, aumentar o alcance de suas atividades além do planejado criando um problema, pois a mesma planta pode ser indesejável em determinado local e benéfica em outro, ou ainda, na mesma área afetar um interesse e beneficiar outro. Deve-se, portanto, realizar uma avaliação da posição econômica da planta indesejável, ou seja, avaliar interesses da maioria, bem como da minoria, das nações e das diferenças geográficos dentro de uma mesma porção de terra, além de efeitos diretos e indiretos sobre outras plantas, animais e até mesmo sobre o solo (HUFFAKER, 1987).

Harley & Forno (1992), relatam que a avaliação do status de uma determinada planta pode diferir entre agências governamentais, associações agrícolas e recreacionais, bem como de indivíduo para indivíduo. O conflito de interesses pode gerar controvérsias sendo portanto, importante estabelecer um método, onde as divergências possam ser resolvidas.

De acordo com Zimmermann & Neser (1999), o aumento da importância das plantas exóticas para a economia e biodiversidade dos países é agora extensamente reconhecida através de resultados e pesquisas que permitem comunicar um problema de escala global.

Segundo McFadyen (1998), uma legislação especial que atenda aos problemas gerados pelo conflito de interesses é aceitável, para alguns casos, onde uma das partes terá perdas financeiras com o controle de plantas. Quando o valor destas perdas for muito grande, a utilização do controle biológico, no sentido de controlar a planta alvo, é inapropriado.

3.5. CONFLITOS DE INTERESSE QUANTO À AROEIRA

A aroeira, *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), foi deliberadamente, introduzida na Flórida como planta ornamental, embora poucas plantas sejam utilizadas com esta proposta atualmente. Ainda que haja pequena oposição por parte de jardineiros e clubes de jardinagem, não deverá ser difícil persuadir o público em geral que será melhor para seu interesse proceder a um programa de controle biológico; "particularmente com a recente campanha de publicidade apontando os problemas que esta planta causa ao ecossistema na Flórida"(BENNET & HABECK, 1991).

Morton (1978), sugere que haverá forte oposição de apicultores na Flórida quanto ao controle da aroeira, uma vez que os mesmos exploram a grande floração desta planta para a produção de mel.

Sanford (1987 *apud* BENNET & HABECK 1991), lista a aroeira como uma das melhores plantas na produção de néctar na Flórida e comenta "o mel tem um gosto distintamente apimentado, não sendo considerado de boa qualidade, mas com boa aceitação localmente".

A visão dos apicultores na Flórida precisa ser verificada e, se constatado um sério problema de conflitos de interesse ele poderá ser resolvido, se necessário, por audiência pública durante os primeiros anos do programa (BENNET & HABECK, 1991).

3.6. A AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi COMO PLANTA INDESEJÁVEL NOS EUA.

A aroeira *Schinus terebinthifolius*, é uma planta nativa do Brasil, Argentina e Paraguai e considerada uma planta indesejável principalmente nos Estados Unidos da América, inclusive Hawaii, Bermudas, Bahamas e mais recentemente na Austrália. A aroeira foi introduzida nos Estados Unidos da América antes de 1840 (BARKLEY, 1944 *apud* VITORINO, 2001), e por volta de 1891 reintroduzida como planta ornamental (WORKMAN, 1978 *apud* VITORINO, 2001).

A Flórida é o Estado americano mais afetado pela aroeira, sendo que esta planta forma densas touceiras em pastagens, terras agrícolas abandonadas, às margens de canais e plantios de pinus, bem como sua rápida dispersão ameaça de destruição parte do ecossistema natural do Parque Nacional Everglades (VITORINO, 2001).

De acordo com Morton (1978), a aroeira não é apenas uma ameaça à flora nativa de locais onde foi introduzida, mas também, a pessoas e animais domésticos ou não, podendo ocasionar problemas de saúde. Muitas pessoas são sensíveis ao contato com a resina ou seiva da aroeira, contato este que pode ocasionar lesões, erupções severas e desconforto intenso. O fruto verde se ingerido pode ser fatal para cavalos e o maduro se comido em grande quantidade causa intoxicação em algumas espécies de pássaros. Durante o florescimento da aroeira na Flórida, que ocorre por quase todo o ano, acredita-se que um cheiro proveniente das inflorescências causa congestão nasal, irritação dos olhos, dor de cabeça, espirros e dificuldade de respiração nas pessoas.

Foram iniciados na década de 1950, levantamentos para o controle biológico da aroeira no Havaí. Os levantamentos foram feitos no Sul do Brasil e em outros locais da América do Sul, sendo realizados pelo entomologista explorador N. L. Krauss. De um total de 30 espécies que atacavam a aroeira e plantas botanicamente próximas, apenas três foram selecionadas para a introdução na quarentena Havaiana entre 1954 e 1961. As três espécies selecionadas foram as seguintes: *Lithraeus (=Bruchus) atronotatus* Pic (Coleoptera: Bruchidae); *Episimus utilis* Zimmermann (Lepidoptera: Tortricidae); e *Crasimorpha infuscata* Hodges (Lepidoptera: Gelechiidae). Apenas os dois primeiros conseguiram se estabelecer, causando danos secundários que não diminuíram o crescimento, nem a agressividade da planta (BENNETT *et al.*, 1989 *apud* VITORINO, 2001).

Em outubro de 1994, o Departamento de Entomologia e Nematologia do Institute of Food and Agricultural Sciences da Universidade da Flórida, com a colaboração da Universidade Federal do Paraná em Curitiba, Brasil, iniciaram um projeto para identificar e examinar minuciosamente insetos para o controle biológico da aroeira, sendo que vários insetos foram identificados mas somente duas espécies de insetos, *Pseudophilothrips ichini* Hood (=*Liotrips ichini*) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) e *Heteroperreyia hubrichi* Malaise (Hymenoptera: Pergidae), foram inicialmente selecionadas como candidatos para futuros estudos por causar danos visíveis nas plantas em sua área de origem e por serem específicos da aroeira. O enrolador de folhas *Episimus utilis* Zimmermann (Lepidoptera: Tortricidae), que

foi introduzido no Havaí para o controle biológico da aroeira em 1950, é mais um promissor inseto que está sendo avaliado na quarentena (CUDA *et al.*, 1999).

De acordo com [1]Cuda novos organismos com potencial de controle biológico da aroeira estão sendo avaliados e estudados, é caso de *Calophya terebinthifolii* Burkhardt & Basset (Hemiptera: Psyllidae) e alguns fungos como *Colletotrichum, Erythrogloeum e Pseudocercospora*.

3.7. A AROEIRA *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)

De acordo com Jones (1997), a espécie *Schinus terebinthifolius* foi descrita pela primeira vez em 1820 pelo italiano, Giuseppe Raddi (1770-1829). Ocupa dentro da divisão Tracheophyta, a seguinte posição, de acordo com Joly (1998).

Classe: Magnoliopsida
Subclasse: Archichlamydeae
Ordem: Sapindales
Família: Anacardiaceae
Gênero: *Schinus*
Espécie: *Schinus terebinthifolius*

No Brasil é geralmente conhecida como aroeira, mas também aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-mansa, fruto-de-sabiá, guaraiba (LORENZI, 1992).

Conforme Jones (1997), nos Estados Unidos da América é conhecida como Brazilian peppertree, Christmas berry e Florida holly; em Cuba como Copal; em Porto Rico como Pimienta de Brasil; na Argentina como Chichita e na França como Faux poivrier ou False pepper.

De acordo com Lorenzi (1992), esta espécie floresce principalmente durante os meses de setembro-janeiro e frutifica predominantemente no período de janeiro-julho.

[1] CUDA, J. (2003).**Invasive Plants in United States of America.** (Palestra apresentada ao curso de Engenharia florestal – FURB).

Segundo Inoue *et al.* (1984) *apud* Vitorino, (2001), a aroeira é descrita como árvore de até 15 metros de altura com 20 – 50 cm de DAP. Fuste de secção irregular, tortuoso, inclinado, base normal, casca externa de cor marrom, ritidoma fendilhado, descamação em escamas grossas mais ou menos retangulares, casca interna róseo-amarelada, textura fibrosa, estrutura laminada, odor picante, copa baixa densifoliada, umbeliforme e irregular; folhas compostas imparipinadas, espiraladas; abundante frutificação, frutos globosos, pequenos vermelhos, germinação fácil, regeneração abundante. Madeira moderadamente pesada, cerne róseo-claro pardacento com manchas levemente diferenciadas, branco-rosa-claro; textura fina, superfície lisa ao tato e de brilho pouco acentuado, cheiro e gosto levemente adstringente.

De acordo com Reitz *et al*. (1988), trata-se de espécie heliófita ou de luz difusa. A aroeira é considerada uma planta perenefólia e pioneira, comum na beira de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias, contudo cresce também em terrenos secos e pobres. É amplamente disseminada por pássaros, o que explica sua boa regeneração natural. Sua dispersão é ampla, ocorrendo desde a restinga até as florestas pluvial e semidecídua de altitude (LORENZI,1992).

Lorenzi (1992), cita que a madeira é utilizada para moirões, esteios, lenha e carvão. A árvore é muito ornamental durante o longo período em que os frutos persistem na planta. Pelo pequeno porte, é indicada para arborização de ruas estreitas e sob fios elétricos, podendo causar alergia a pessoas sensíveis que entram em contato com as folhas. As flores são melíferas. É uma das espécies mais procuradas pela avifauna, sendo, portanto, útil nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas, ou preservação permanente.

3.8. PROVAS DE ESPECIFICIDADE

Holloway citado por DeBach (1987) mencionou a necessidade de se encontrar insetos que sejam específicos, e não acredita na possibilidade de se introduzir um inseto que seja um problema potencial para os cultivos econômicos. Um inseto fitófago obrigatório também deveria ser capaz de reduzir a planta a níveis mais baixos do que a redução causada por insetos que tenham tido uma dieta variada. O grau desejado de especificidade poderia ser proporcionado por um inseto, o qual, sob condições naturais e durante seu ciclo de vida, se

alimente exclusivamente sobre uma espécie de planta. Cita ainda que existem muitas espécies de insetos que preenchem estes requisitos e também existem ciclos de vida especializados que os obrigam a desenvolver-se em plantas específicas.

Sweetman (1936 *apud* HUFFAKER, 1987), relatou que existem controvérsias quanto a interpretação das provas de especificidade, pois as decisões a serem tomadas não podem ser sempre as mesmas. A urgência de cada problema modificará a aceitabilidade de um determinado risco, sendo óbvio que o risco é maior em grandes áreas continentais com agricultura diversificada.

Huffaker (1957 *apud* HUFFAKER, 1987), acrescentou que, por razões óbvias, sempre que possível, as provas devem ser realizadas no país de origem da planta indesejável. É irracional acreditar que um inseto seja capaz de ajustar sua alimentação a uma planta de interesse econômico através de pressões forçadas ou não naturais. A capacidade de conseguir cruzar sobre determinada planta é o principal critério, entretanto, insetos que se alimentam em plantas de interesse econômico, mas não conseguem se reproduzir sobre as mesmas podem ter, em condições pouco usuais, importância secundária.

Dodd (1954 *apud* HUFFAKER, 1987), citou os seguintes pontos como de interesse para a interpretação das provas de especificidade:

- A importância da planta indesejável e a dificuldade de controlá-la através de outro método de controle;
- O potencial do inseto para o controle da planta indesejável;
- O valor de uma planta de interesse econômico que pode ser atacada pelo inseto introduzido, em contraposição aos danos e perdas causados pela planta indesejável;
- O tipo de dano que pode ser causado pelo inseto introduzido em plantas de interesse econômico;
- A facilidade de utilização de métodos de controle contra o inseto introduzido, no caso do ataque a plantas diferentes da planta alvo.

A investigação do alcance do potencial e especificidade ao hospedeiro é a operação mais importante em projetos de controle biológico de plantas indesejáveis. Devido a grande importância da segurança, deve-se ter o maior cuidado na seleção e design das plantas a serem utilizadas nos testes de especificidade para que se possa demonstrar a segurança do agente controlador.

De acordo com Schroeder (1983), se for possível demonstrar que o potencial do agente controlador é restrito a planta indesejável alvo (monoespecífica) ou que o alcance do hospedeiro inclui somente poucas espécies de plantas indesejáveis proximamente relatadas (oligófagos), o agente é considerado seguro a esta introdução proposta. Entretanto, Harris & Zwolfer (1968 *apud* VITORINO, 2001), apontam que não há garantia de que um agente que no presente é especifico a um hospedeiro, continuará a ser no futuro, mas eles notam que a transferência de hospedeiro é um evento raro, e que quanto maior a integração, mais improvável e remota é a transferência de hospedeiro.

Para Wapshere (1974 *apud* FORNO & HEARD, 1997), um passo importante nos testes de especificidade é selecionar uma lista de espécies de plantas capaz de testar o agente de controle. É impossível testar agentes potenciais contra todas as espécies de plantas, o desafio é compilar uma lista que é suficientemente curta para ser praticável e ainda compreensível para ser cientificamente consistente.

A determinação da especificidade de um agente é fundamental para um programa de controle biológico de plantas indesejáveis, pois os agentes de controle não serão introduzidos dentro de uma área sem o prévio conhecimento de seus hospedeiros. Os testes de especificidade determinam se o agente de controle biológico atacará somente a planta alvo de controle ou outras espécies, e se o agente é seguro para liberação à campo (HEARD, 1997).

De acordo com Heard (1997), os tipos de teste de especificidade incluem: testes de oviposição, testes de alimentação, e desenvolvimento larval. Os testes podem ser feitos em laboratório na quarentena, ou na área de origem à campo, ou em lugar fechado (gaiolas, casa de vegetação, etc). Testes de oviposição e alimentação podem ser feitos igualmente através de testes com chance de escolha ou sem chance de escolha. Testes de desenvolvimento larval são feitos usualmente através de teste sem chance de escolha. O tipo de teste dependerá de muitos fatores, particularmente da biologia do agente. Usualmente vários tipos de testes deverão ser feitos para demonstrar conclusiventemente o hospedeiro de um inseto.

3.9. CECIDOGÊNESE

Para Weiss (1988 *apud* BUTIGNOL, 2002), galhas ou cecídias são modificações atípicas no crescimento e desenvolvimento das células e tecido vegetal. Estas são causadas

por estímulos bioquímicos de um outro organismo, mudam os balanços hormonais da planta, que provoca reações de crescimento e diferenciação do padrão normal de células e/ou tecido vegetal, sendo a galha uma extensão fenotípica do indutor.

Rosenthal & Jansen (1978); Ananthakrishnan (1984 *apud* VITORINO, 1995), relatam que a formação de galhas ou cecidogênese é um complexo fenômeno envolvendo a recanalização e reorientação do desenvolvimento da planta, e tal atividade de crescimento determinam se os insetos estão parciais ou totalmente associados às plantas; portanto, os insetos formadores de galhas crescem, maturam-se e se reproduzem dentro das galhas. A interação entre os estímulos ofensivos, envolvendo substâncias de crescimento relacionadas aos insetos, e a resposta defensiva por parte da planta parece ser a causa da produção de galhas.

Segundo Ananthakrishnan (1984 *apud* VITORINO, 1995), as galhas são adaptações das plantas ao ataque dos insetos formadores de galhas, dotando-os de condições mais favoráveis de microclima, criando um ambiente ótimo para rápida reprodução e alimentação abundante para a duração da estação. Alguns insetos galhadores mostram um elevado grau de especialização com respeito ao sítio de formação das galhas, folhas, flores, ramos ou raízes. Espécies próximas de um mesmo gênero também tendem à produção de galhas parecidas. Informações consideráveis são disponíveis quanto à morfologia de galhas, mostrando diversos tipos (modelos) de galhas produzidas pelos diversos grupos de insetos, bem como a anatomia e desenvolvimento morfológico. Entretanto, comparativamente, existe pouca informação quanto aos aspectos bioecológicos dos insetos formadores de galhas, em termos de polimorfismo, voltinismo, fecundidade, ciclo de vida, dinâmica populacional, interação de predadores e parasitóides, entre outros aspectos.

Ananthakrishnan (1984 *apud* VITORINO, 1995), afirma que a resposta específica da planta é o resultado de um metabolismo alterado devido à ação de estímulos químicos estranhos, juntamente com os efeitos da "ferida" como resultado da alimentação ou postura, induzindo alterações no ambiente celular e metabólico. Diferentes tipos de reorganização de tecidos, incluindo a maioria dos fenômenos cecidogenéticos como hipertrofia e hiperplasia, resulta a formação de galhas.

As galhas são inicialmente induzidas nos tecidos meristemáticos e a capacidade de um órgão reagir à indução da formação da galha parece variar com a idade e estágio de desenvolvimento da planta (MANIcitado por FERNANDES, 1987 *apud* WIKLER, 1995).

De acordo com Ananthakrishnan (1984 *apud* WIKLER, 1995), a formação de galhas ou cecidogênese é um fenômeno complexo envolvendo a reorientação do desenvolvimento da planta em atividades de crescimento resultando que o inseto torna-se parcial ou completamente incluso na mesma, onde ele cresce, desenvolve-se e até se reproduz dentro da galha.

Para Mani citado por Fernandes (1987 *apud* WIKLER, 1995), as galhas causadas por insetos estão presentes em quase todos os grupos de plantas. Nenhum grupo de plantas está inteiramente livre da presença de galhas. As galhas de insetos são encontradas em criptógamas e gimnospermas, mas por outro lado, fanerógamas, especialmente dicotiledôneas, são hospedeiras para um enorme número de espécies formadoras de galhas, sendo que aproximadamente 98% das galhas conhecidas estão em angiospermas.

Mani (1964 *apud* VITORINO, 1995) relata que, na associação biológica entre o formador da galha e a planta, é o causador da galha que aparentemente tira todos os benefícios, sendo que a planta sofre perda de substâncias, desvios de crescimento, distúrbios no curso da seiva, degeneração prematura, acréscimo de partes não essenciais à custa de partes essenciais, entre outras injúrias.

As plantas com presença de galhas sofrem severas diminuições no crescimento e na reprodução sexual, considerando que os insetos se multiplicam eficazmente em galhas. Em geral, os formadores de galhas são monófagos, alguns oligófagos, e poucos são polífogos (FERNANDES, 1987 *apud* WIKLER, 1995).

3.10. FAMÍLIA PSYLLIDAE

Dentro da ordem Hemiptera, subordem Sternorryncha, os Psyllidae formam um extenso grupo de insetos com predominância de suas espécies da região pantropical. No entanto, a maior parte dos estudos é relacionada com material das regiões temperadas. A sua taxonomia apresenta muitas interpretações e propostas, algumas colocando como reunidos em uma família e outros como um grupo taxonômico mais elevado e com número de famílias e/ou subfamílias variável conforme a opinião dos taxonomistas. No total seu número de espécies ultrapassa a mais de 2000, distribuídas em aproximadamente 8 subfamílias (HODKINSON, 1974 *apud* BUTIGNOL, 2002).

Segundo Stehr (1991), a família Psyllidae possui número variável de segmentos das antenas, e desenvolvimento contínuo através de 5 ínstares. O rostro é 2-segmentado e parece surgir na coxa anterior. Os tarsos são 2-segmentados e no final possuem um par de garras. Quando imaturos, apresentam olhos, plataforma de asas, e um ventre circular. Dimorfismo sexual é apresentado em várias espécies imaturas (CARTER, 1961; BALL & JENSEN, 1966 *apud* STEHR, 1991).

Para Hodkinson (1984), o ciclo de vida de um psyllideo típico consiste em um estágio de ovo seguido por cinco estágios ninfais. A reprodução é normalmente sexual; machos e fêmeas ocorrem usualmente em números iguais. Psyllideos geralmente mostram um elevado grau de especificidade em relação a sua área na formação das galhas, ou são nas folhas, flores, ramos ou raízes.

Segundo Borror & DeLong (1964), a família Psyllidae é formada por insetos pequenos, de 2 a 5 mm de comprimento, que se assemelham a cigarras em miniatura. Parece-se também, um pouco, com afídeos, mas possuem fortes pernas saltatórias e antenas relativamente longas, as ninfas possuem o corpo achatado.

De acordo com Hodkinson (1984), no primeiro ínstar ninfal a cabeça e tórax são fusionados formando o cefalotórax que é maior que o abdome e na primeira ecdise muda bastante o aspecto da ninfa e há separação das 3 partes do seu corpo. No terceiro ínstar ninfal ocorre o surgimento das tecas alares e atravessam 5 ínstares, comum entre as espécies.

Os estudos de alimentação de Psyllidae revelaram que se nutrem dos conteúdos celulares de tecidos parenquimáticos, dos feixes vasculares existentes no parênquima, de tecidos do floema e neste pode ser de seus distintos constituintes, como em tubos. A presença do sistema de câmara filtro no sistema digestivo aumenta a velocidade de passagem de líquido (PESSON, 1951 *apud* BUTIGNOL, 2002) e a eficiência na absorção pela maior concentração dos solutos. As espécies podem selecionar feixes vasculares de diferentes tamanhos e outras conseguem se alimentar da camada de tecido paliçádico da folha e, as espécies que formam galhas, se alimentam primeiramente do mesofilo e, em todas as condições, ocorre uma bainha salivar, formada ao redor dos estiletes. A sua associação com hospedeiros é muito restrita, sendo a maioria oligófagas ou monófogas, especialmente durante sua fase ninfal, já que os adultos podem trocar de hospedeiro em períodos desfavoráveis do ano (HODKINSON, 1984).

A alimentação pelo estágio ninfal é usualmente responsável pela formação e desenvolvimento das galhas. Quando adultos, os psyllideos causam menos danos visíveis para a planta. A oviposição também pode iniciar a formação das galhas (HODKINSON, 1984).

Os danos decorrentes da alimentação podem ou não apresentar sintomas visíveis, mas as ninfas são mais daninhas que os adultos pela maior necessidade de substâncias nitrogenadas. O dano nas plantas pode ser pela ação como vetor de moléstias, bem como a injeção de saliva tóxica, que provoca toxemia do hospedeiro. As ações podem ser localizadas e/ou sistêmicas e podem manifestar a ocorrência de necroses, enrolamento e alteração da coloração das folhas, deformações de meristemas, nanismo e definhamento, formação de galhas, no entanto as espécies que atuam como vetoras de doenças, especialmente viroses, se mostram as mais nocivas (BURCKHARDT, 1994).

Para Hodkinson (1984), a alimentação da ninfa é responsável pela deformação no vegetal que origina a galha e o dano dos adultos não é tão expressivo. Os locais de ocorrência das galhas são em botão floral, gema, ramo, raiz e as galhas de folhas são as mais comuns e as mais variáveis na sua estrutura.

3.11. *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (Hemiptera: Psyllidae)

O inseto *Calophya terebinthifolii* pertence a ordem Hemiptera e está dentro da família Psyllidae. Segundo Burckhardt & Basset (2000), estes insetos quando adultos são coloridos, cabeça e tórax marrom escuro a quase preto, brilhantes. Processo genal, as antenas são esbranquiçadas, exceto para os dois segmentos terminais que são marrons escuros. Pernas marrons com a tíbia e os tarsos amarelados. Asas transparentes ou fracamente amareladas, nervuras amarelas, veia C+Sc marrom escura. Abdômen incluindo a genitália verde para o amarelado, contrastando fortemente com as pernas e tórax.

Porção anterior do vértex pouco coberto, pêlos pouco visíveis, processo genal longo, estreito na circunferência em proporção ao comprimento, contínuo no meio. Asas oblongas mais ou menos ovais, apicalmente arredondado. Presença de espinhos na superfície de todas as células, veias livres de espinhos. Placa subgenital masculina curta**,** paramero lamelar curto, porção distal do adeaegus curto com dilatação apical cerca da metade do comprimento do segmento. Paraprocto da fêmea curto, clavado no perfil, placa subgenital subaguda apicalmente. Seu desenvolvimento é continuo através de 5 ínstares ninfais, onde o inseto se

caracteriza pela formação de dois grandes lóbulos na margem anterior da cabeça, as antenas são irregularmente triangulares, sectadas, e as pernas possuem garras muito pequenas. Margem anterior dos lóbulos terminando distalmente a margem anterior dos olhos. Dorso abdominal com uma fileira de espinhos. Estes insetos são responsáveis pela formação de pequenas galhas nas folhas da aroeira – *Schinus terebinthifolius*.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ÁREA DA PESQUISA

4.1.1. Caracterização das Áreas de Pesquisa

Foi utilizada a área do Horto Florestal do município de Gaspar, Estado de Santa Catarina para montagem dos experimentos, bem como amostragens e coleta de material entomológico, e no Laboratório de Monitoramento e Proteção Florestal (LAMPF) da Universidade Regional de Blumenau, município de Blumenau, Estado de Santa Catarina realizou-se a montagem dos experimentos laboratoriais (Figura 01).

Os municípios de Gaspar e Blumenau localizam-se no Vale do Itajaí, sendo que esta região caracteriza-se por altitudes médias inferiores a 400m (CARPANEZZI *et al.*, 1988).

Esta região é classificada segundo BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (1997), como clima pertencente a classificação Cfa – mesotérmico úmido com verão quente (Koeppen), com temperatura média anual de 20,1ºC; umidade relativa média anual de 84% e precipitação média anual de 1.670mm.

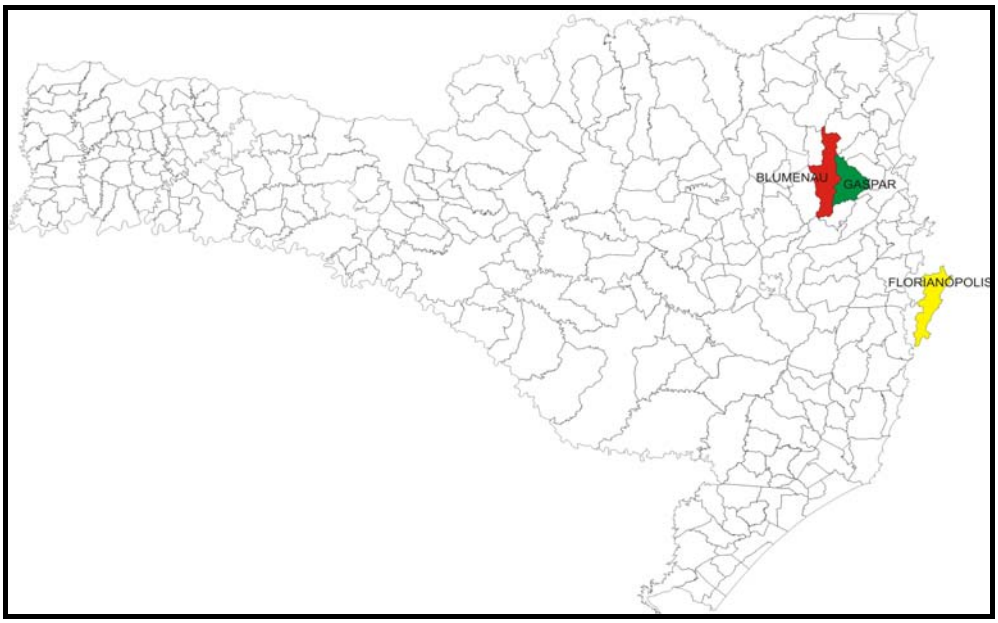


Figura 01: Mapa do Estado de Santa Catarina e os dois locais de realização dos experimentos.

4.2. INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS, LEVANTAMENTOS E AMOSTRAGENS

4.2.1. Teste de Especificidade "Multiple choice"em casa de vegetação

Nos testes de especificidade "multiple choice" os insetos são liberados com um ou mais exemplares de duas ou mais espécies de plantas, juntamente com a planta alvo de controle (GANDOLFO, 2002).

Para este teste foram colocados dentro da casa de vegetação vasos com mudas de aroeira – *Schinus terebinthifolius* (planta alvo de controle), juntamente com outras espécies da família Anacardiaceae - Aroeira-salsa - *Schinus molle*, Cajú - *Anacardium occidentale*, Bugreiro - *Lithraea brasiliensis*, Manga - *Mangifera indica* e Rhus - *Rhus sandwicensis* (planta nativa do Hawaii).

Os vasos com as mudas foram dispostos de forma circular com distância de 0,5 m entre vasos na linha, sendo que no centro da arena foram colocadas somente mudas de *S. terebinthifolius* (Figura 02). A arena é formada por 36 (trinta e seis) vasos distribuídos em 6 (seis) linhas. As linhas foram formadas com as 6 (seis) espécies da Família Anacardiaceae, as disposições das espécies são mostradas na Figura 03.

Figura 02: vista geral da arena composta por seis espécies da Família Anacardiaceae dentro da casa de vegetação.

Adultos de *C. terebinthifolii* foram coletados com cápsulas gelatinosas à campo em plantas de *S. terebinthifolius* e liberados posteriormente no centro da arena. Os insetos foram coletados em sua maioria pareados, ou seja, lado a lado, possivelmente tratando-se de casais.

As amostragens foram realizadas quinzenalmente observando-se as espécies que foram atacadas e/ou visitadas pelo inseto, e também pelas galhas que possivelmente tenham se desenvolvido.

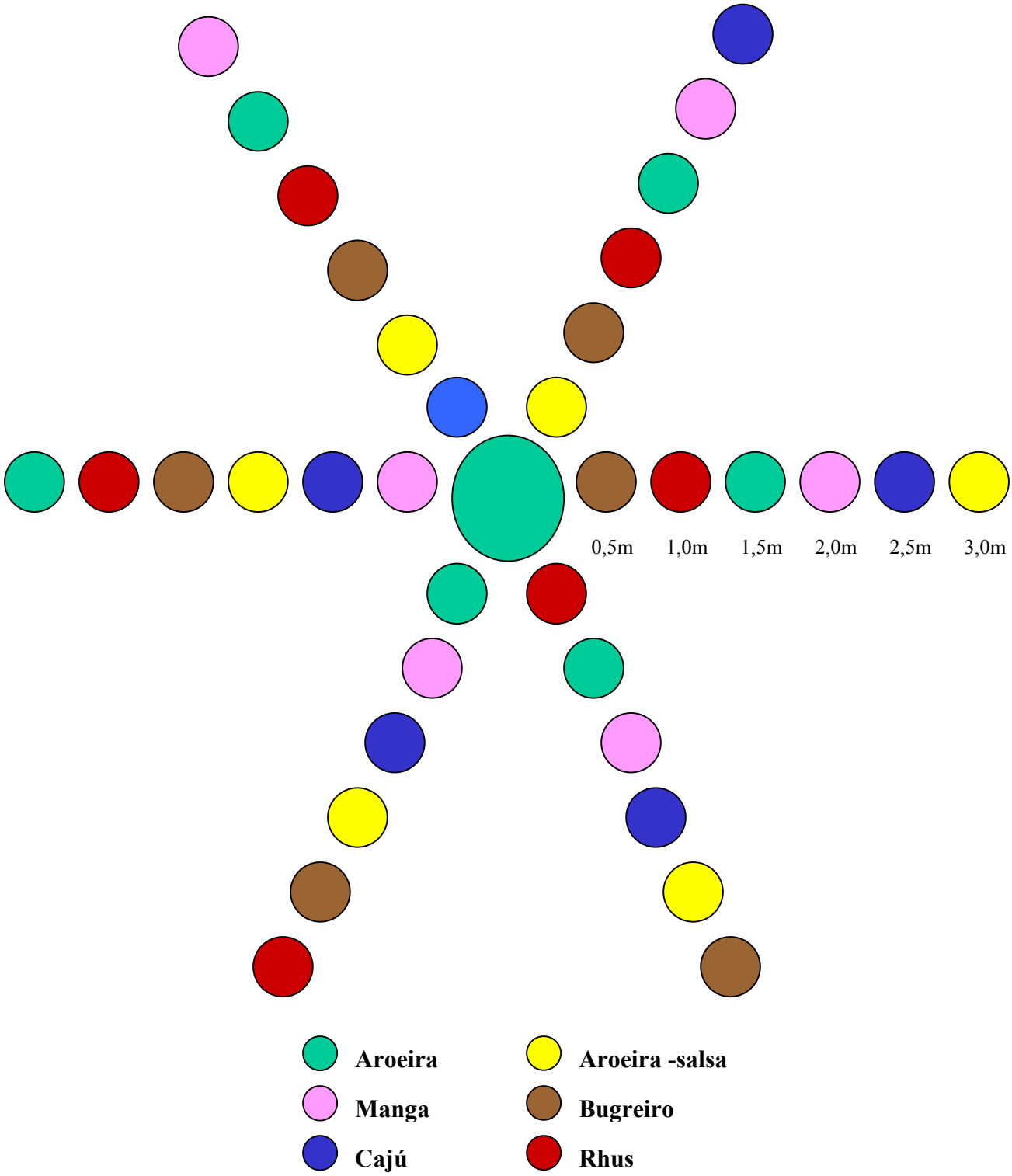


Figura 03: Disposição das espécies na arena.

4.2.2. Teste de especificidade "Multiple choice"em condições naturais - Open Field Tests

Nos testes de especificidade feitos em condições naturais as plantas são colocadas dentro da área de distribuição do agente em estudo permitindo avaliar ao mesmo tempo todos, ou quase todos os passos envolvidos no processo de seleção de hospedeiros (GANDOLFO, 2002).

Para realização do teste de especificidade "multiple choice" seguiu-se a metodologia de "Intercalação"proposta por Briese (1999), onde as espécies de plantas avaliadas - Aroeira-salsa - *Schinus molle*, Cajú - *Anacardium occidentale*, Bugreiro - *Lithraea brasiliensis*, Manga - *Mangifera indica* e Rhus - *Rhus sandwicensis* (planta nativa do Hawaii) foram colocadas aleatoriamente dentro de uma área onde a aroeira *S. terebinthifolius* estava presente de forma espontânea bem como o agente *C. terebinthifolii*, sendo que a densidade da praga – *S. terebinthifolius* era maior que as plantas em estudo 2 (dois) exemplares/espécie (Figura 04). Além disso, foram plantadas também mais 4 (quatro) exemplares de aroeira *S. terebinthifolius* para servir de controle, ou seja, se no final do teste estes exemplares não foram atacados, torna-se evidente que a ausência de ataque nas espécies avaliadas não proporciona informação de valor.

Figura 04: Mudas utilizadas no teste multiple choice em condições naturais.

As amostragens foram realizadas quinzenalmente observando-se as espécies que foram atacadas e/ou visitadas pelo inseto, e também as galhas que possivelmente tenham se desenvolvido.

4.2.3. Monitoramento à campo

Foram selecionados 9 (nove) arbustos próximos entre si (Figura 05), sendo que em cada planta escolheu-se aleatoriamente um ramo que foi marcado para monitoramento das galhas/folha. As amostragens foram realizadas quinzenalmente contando-se todas as galhas de cada folha e folíolo do ramo escolhido.

Figura 05: Vista geral dos nove arbustos monitorados à campo.

Foram monitoradas em cada arbusto outras variáveis como:

- **números de brotações no ramo monitorado**: considerou-se brotações todas as folhas que ainda estavam se desenvolvendo, bem como folhas com aspecto tenro;
- **número de folhas caídas no ramo monitorado**: foram contadas todas as folhas que possivelmente tenham caído por danos causados pelo inseto;
- **comprimento do ramo monitorado**: em todas as amostragens verificou-se o comprimento dos ramos monitorados com uma trena, a medida era tomada do ponto de inserção do ramo no fuste até a última inserção foliar;
- **diâmetro do arbusto**: através de um paquímetro verificou-se o diâmetro de todos os arbustos, utilizando sempre o ponto de medição a 10cm do solo;
- **dados meteorológicos**: as variáveis monitoradas foram temperatura, umidade e precipitação - dados obtidos da Estação Meteorológica de Itajaí/SC fornecidos pelo Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH.

4.2.4. Determinação do potencial de dispersão de *Calophya terebinthifolii*

Foram plantadas mudas de aroeira 5,0m distantes uma das outras em linha reta, sendo 10 (dez) mudas plantadas em vaso e 10 (dez) mudas plantadas diretamente no solo, perfazendo um total de 20 (vinte) mudas em 50,0m (Figura 06). As mudas foram plantadas no solo e em vaso a fim de se evitar problemas relacionados com as diferenças estruturais e nutricionais do substrato que de alguma forma pudessem influenciar no desenvolvimento das plantas e conseqüentemente na dispersão do inseto. As mudas localizavam-se próximas ao experimento "4.2.3." acima citado (área com alta infestação) para facilitar a dispersão dos insetos. Árvores de *S. terebinthifolius* próximas, mas que não faziam parte da área com alta infestação foram monitoradas, ou seja, se detectada a presença do inseto era aplicado nestas plantas óleo mineral 1%, a fim de se evitar a dispersão indesejada do inseto e prejudicar os resultados do experimento.

Foram utilizadas plantas de *S. terebinthifolius* provenientes de uma mesma matriz (planta-mãe) e classificadas como variedade Raddianus a fim de se evitar problemas de

preferência de ataque relacionados com as diferenças genéticas e morfológicas respectivamente. O monitoramento foi efetuado quinzenalmente observando-se em cada planta a presença de galhas ou adultos de *C. terebinthifolii*, e qual possível avanço da presença do inseto a partir do ponto de infestação comparando o tempo decorrido entre o avanço/dispersão do inseto.

Figura 06: Vista geral das mudas de *S. terebinthifolius* plantadas em 50m.

4.2.5. Mensuração do dano através da diferença de biomassa

Foram usadas 7 (sete) mudas de *S. terebinthifolius* provenientes de uma mesma matriz (planta-mãe) classificadas como variedade Raddianus, as mesmas foram retiradas dos substratos onde estavam plantadas, foram lavadas e pesadas, tanto o sistema radicular como a parte aérea em balança de precisão, após a obtenção dos respectivos pesos, as mudas foram

novamente plantadas em sacos plásticos e colocadas em gaiolas entomológicas feitas com garrafas plásticas sendo que as mesmas possuíam apenas uma abertura de voil para ventilação e outra abertura com tampa para efetuar a introdução de água e a liberação dos insetos adultos na planta. As gaiolas entomológicas com as mudas foram colocadas em BOD com 80% de umidade, temperatura do dia a 20,0ºC e noite a 20,5ºC com fotoperíodo de 12h/12h (Figura 07). A busca de condições ideais de desenvolvimento sem a interferência direta das oscilações climáticas foi o motivo pelo qual este teste foi conduzido em condições controladas.

Figura 07: Gaiolas entomológicas contendo mudas de *S. terebinthifolius* dentro da BOD.

Os insetos adultos foram coletados ao acaso com cápsulas gelatinosas numa área com alta infestação do item "4.2.3", ou seja, não foi dado prioridade apenas para insetos pareados (casais). Posteriormente os insetos foram levados para o LAMPF para liberação dentro das gaiolas. Das 7 (sete) mudas utilizadas, 5 (cinco) foram expostas ao ataque do inseto e 2 (duas) não foram expostas ao ataque do inseto (testemunhas).

Para determinação da diferença de biomassa, as mudas foram novamente retiradas do substrato onde estavam plantadas, lavadas e pesadas - sistema radicular e parte aérea em balança de precisão. Foram comparados os pesos antes da exposição ao ataque do inseto e depois da exposição aos insetos, contando-se também o número de galhas/folíolo que possivelmente tenham se desenvolvido.

4.3. PRODUÇÃO E OBTENÇÃO DE MUDAS PARA OS EXPERIMENTOS

As mudas utilizadas nos experimentos foram compradas em viveiros da região e ou produzidas através de sementes. Das 6 (seis) espécies utilizadas nos experimentos (Tabela 01), a aroeira – *Schinus terebinthifolius* e *Rhus sandwicensis* foram produzidas através de sementes. As outras espécies – Aroeira-salsa *Schinus molle*, Cajú *Anacardium occidentale*, Bugreiro *Lithraea brasiliensis* e Manga - *Mangifera indica* foram compradas em viveiros da região de Blumenau/SC.

Tabela 01: Lista das espécies de plantas Família Anacardiaceae utilizadas nos experimentos.

Espécie	Nome Popular	Quantidade
Rhus sandwicensis	Rhus	14
Anacardium occidentale	Cajú	10
Lithraea brasiliensis	Bugreiro	10
Mangifera indica	Manga	10
Schinus molle	Aroeira salsa	10
Schinus terebinthifolius	Aroeira	150
Total		**204**

4.3.1. Mudas obtidas através de sementes

Schinus terebinthifolius: As sementes foram coletadas em viagens feitas para o Rio Grande do Sul em maio de 2002. As sementes foram trazidas para o LAMPF onde retirou-se o tegumento e imediatamente após efetuou-se a semeadura em vasos contendo substrato para jardim. Após a germinação das sementes, realizou-se a repicagem das plântulas para sacos plásticos. Quando as mudas atingiram aproximadamente 30 cm foram transplantas em vasos, e após 3 meses podou-se todas as plantas para que as mesmas emitissem brotações.

Rhus sandwicensis: esta espécie é originária do Arquipélago do Hawaii, e suas sementes foram coletadas no Hawaii – Honolulu (EUA) em 2000, sendo trazidas para o Laboratório Neotropical de Controle Biológico – Curitiba/PR em 2001, que foram semeadas e transplantadas em vasos contendo substrato para jardim. As mudas desta espécie foram trazidas para o LAMPF em vasos em setembro/2002 com aproximadamente 50cm de altura.

4.3.2. Mudas compradas em viveiros

As mudas adquiridas nos viveiros possuíam comprimento médio de 30 cm, as quais foram transplantadas para vasos individuais contendo substrato para jardim, posteriormente todas foram submetidas a podas drásticas para induzir as plantas a emitir novas brotações.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. TESTE DE ESPECIFICDADE "MULTIPLE CHOICE" EM CASA DE VEGETAÇÃO

Este teste foi realizado no período de agosto a dezembro de 2003, onde 460 (quatrocentos e sessenta) adultos de *C. terebinthifolii* foram liberados gradualmente no centro da arena sobre mudas de *S. terebinthifolius* (Figura 08). O número de liberações e a quantidade de insetos estão apresentados na Tabela 02.

Figura 08: Liberação de adultos de *C. terebinthifolii* no centro da arena.

Tabela 02: Data das liberações e respectivas quantidades de insetos liberados no teste de especificidade multiple choice em casa de vegetação.

Nº de liberações	Data da Liberação	Nº de insetos liberados
01	06/08/2003	30
02	18/08/2003	60
03	26/08/2003	20
04	05/09/2003	40
05	11/09/2003	35
06	22/09/2003	30
07	08/10/2003	85
08	10/11/2003	40
09	23/11/2003	70
10	10/12/2003	50
Total		**460**

Das 6 (seis) espécies da família Anacardiaceae testadas somente em *S. terebinthifolius* e *S. molle* houve desenvolvimento de galhas (Tabela 03).

Em *S. terebinthifolius* foram observadas galhas em todas as mudas, ou seja, do centro da arena até a muda mais distante (3,0m). Em *S. molle* observaram-se galhas somente nas mudas entre 0,5m a 2,0m do centro da arena (Figura 09). Em ambas espécies as galhas localizavam-se nas folhas mais jovens e nas brotações da muda.

Tabela 03: Resultados do teste multiple choice em casa de vegetação.

Espécie	Nome Comum	Distância do centro da arena (m)	Nº de galhas
Anacardium occidentale	Cajueiro	0,5	0
		1,0	0
		1,5	0
		2,0	0
		2,5	0
		3,0	0
Lithraea brasiliensis	Bugreiro	0,5	0
		1,0	0
		1,5	0
		2,0	0
		2,5	0
		3,0	0
Mangifera indica	Mangueira	0,5	0
		1,0	0
		1,5	0
		2,0	0
		2,5	0
		3,0	0
Schinus molle	Aroeira-salsa	0,5	51
		1,0	45
		1,5	33
		2,0	25
		2,5	0
		3,0	0
Schinus terebinthifolius	Aroeira	0,5	95
		1,0	91
		1,5	66
		2,0	48
		2,5	35
		3,0	33
Rhus sandwicensis	Rhus	0,5	0
		1,0	0
		1,5	0
		2,0	0
		2,5	0
		3,0	0

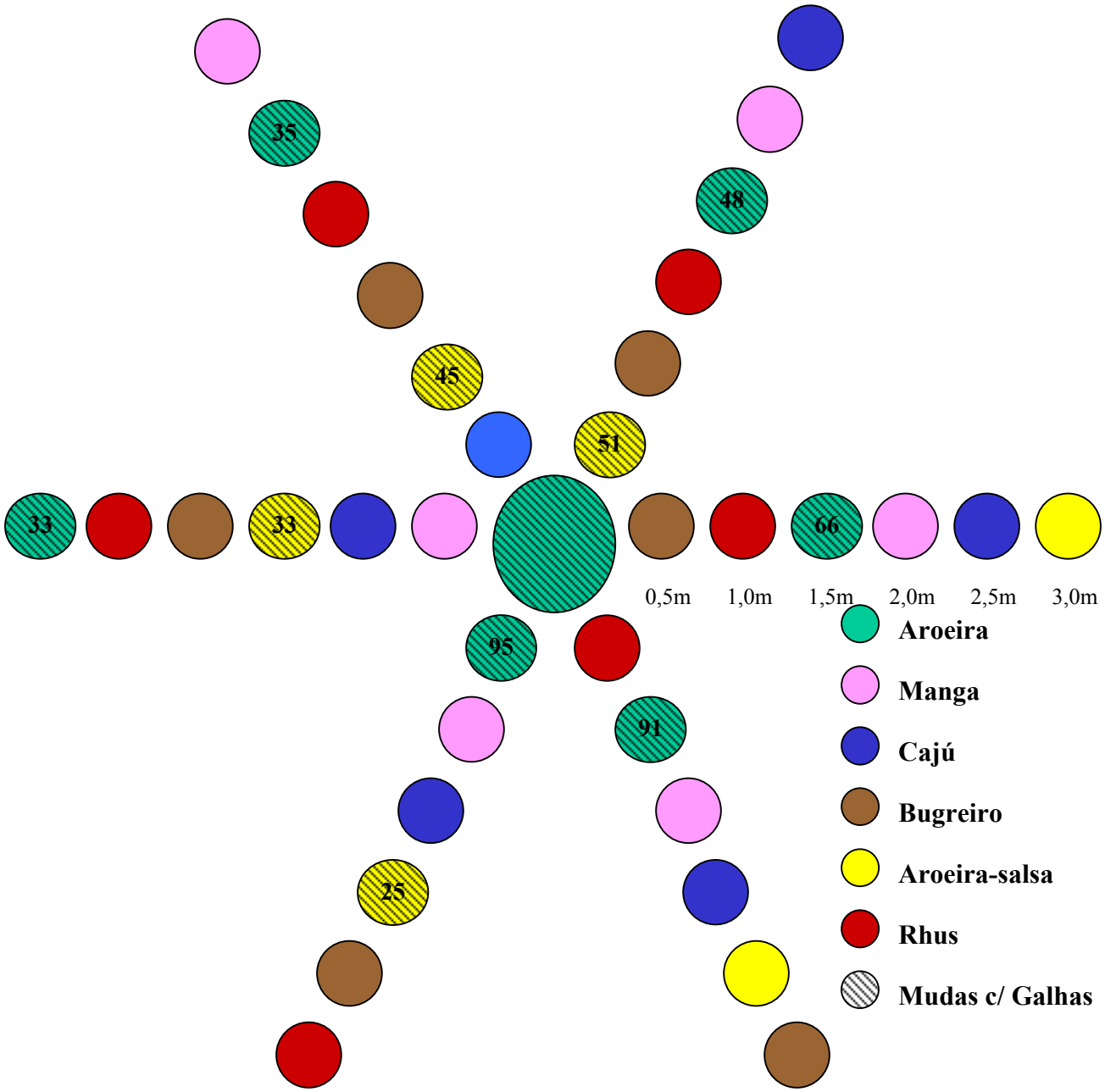


Figura 09: Espécies que desenvolveram galhas na arena e suas respectivas quantidades.

A espécie *S. terebinthifolius* foi a primeira a desenvolver galhas, inicialmente no centro da arena e nas mudas localizadas a 0,5m e 1,0m. As primeiras galhas foram observadas aproximadamente 18 dias após a primeira liberação de adultos de *C. terebinthifolii* (agosto/2003). A partir da segunda quinzena do mês outubro verificou-se a formação de galhas nas mudas de *S. molle* localizadas entre 0,5m a 1,0m do centro da arena, bem como no restante das mudas de *S. terebinthifolius*, ou seja, nas mudas localizadas a 1,5m, 2,0m, 2,5m e 3,0m. As mudas de *S. molle* localizadas a 1,5m e 2,0m passaram a desenvolver galhas somente na primeira quinzena de novembro.

Os insetos coletados à campo para posterior liberação, eram na sua maioria pareados, ou seja, supostamente casais, apesar do não conhecimento total da biologia de *C. terebinthifolii* se relacionarmos o número total de galhas de ambas as espécies que foi 522 para 460 insetos liberados e supostamente 230 fêmeas que ovipositaram, este valor demonstra que para cada fêmea em média duas galhas se desenvolveram. Este dado demonstra que embora não se tenha determinado o número de ovos depositados por fêmea, a variação do número de ovos por postura corrobora com Mensah & Madden (1993 *apud* BUTIGNOL, 2002), que ao estudarem a biologia de *Ctenarytaina thysanura* Ferris & Klyver (Hemiptera: Psyllidade) constataram que a fêmea desta espécie ovipositou de 1 a 30 ovos com 98% de viabilidade.

A associação dos Psyllideos em geral com seu hospedeiro é muito restrita, sendo na maioria oligófagos ou monófagos, especialmente durante sua fase ninfal, já que os adultos podem trocar de hospedeiro em períodos desfavoráveis do ano (BURCKHARDT, 1994). De acordo com Burckhardt & Basset (2000), os Psyllideos do gênero *Calophya* são específicos em relação a seu hospedeiro, estes autores citam ainda que *Calophya terebinthifolii* é o responsável pelo desenvolvimento de galhas nas folhas de *Schinus terebinthifolius* não sendo registrado em outras espécies, inclusive do mesmo gênero. Esta afirmação pôde ser contestada através dos resultados acima citados, já que houve desenvolvimento de galhas em *S. molle,* demonstrando que o inseto *C. terebinthifolii* não é especifico, ou seja, Holloway (1987 *apud* DeBACH, 1987), cita que o grau desejado de especificidade poderia ser proporcionado por um inseto, o qual, sob condições naturais e durante seu ciclo de vida, se alimente exclusivamente sobre uma espécie de planta. Para Olckers (1998 *apud* VITORINO, 2001), os resultados negativos obtidos de apenas um tipo de teste, não são suficientes para a exclusão de agentes em um programa de controle biológico de plantas. Alguns autores têm aceitado que

mesmo quando um potencial agente apresente um nível de especificidade menor que o ideal, este não deve ser descartado, levando-se em consideração uma análise de risco para este agente. Portanto, o fato do inseto ter conseguido se desenvolver sobre *S. molle* não o exclui como potencial agente para o controle biológico de *S. terebinthifolius*, haja visto que o fato ocorreu nas mudas de *S. molle* mais próximas ao local de liberação, e o número de galhas que se desenvolveram foi menor se comparado com *S. terebinthifolius* (Figura 10), demonstrando a preferência do inseto por esta espécie. Outro argumento importante é que a espécie *S. molle* não possui importância econômica no Estado da Flórida, sendo poucas árvores plantadas em quintais como plantas ornamentais (MEDAL *et al.,* 1999). Além disso, no Estado da Califórnia a espécie *S. molle* faz parte da lista de plantas exóticas introduzidas nos Estados Unidos da América que são consideradas invasoras (http://plants.usda.gov), fato que contribui para a não exclusão deste inseto como potencial agente de controle biológico já que o mesmo causa danos a esta espécie o que possibilitaria sua utilização no controle da mesma.

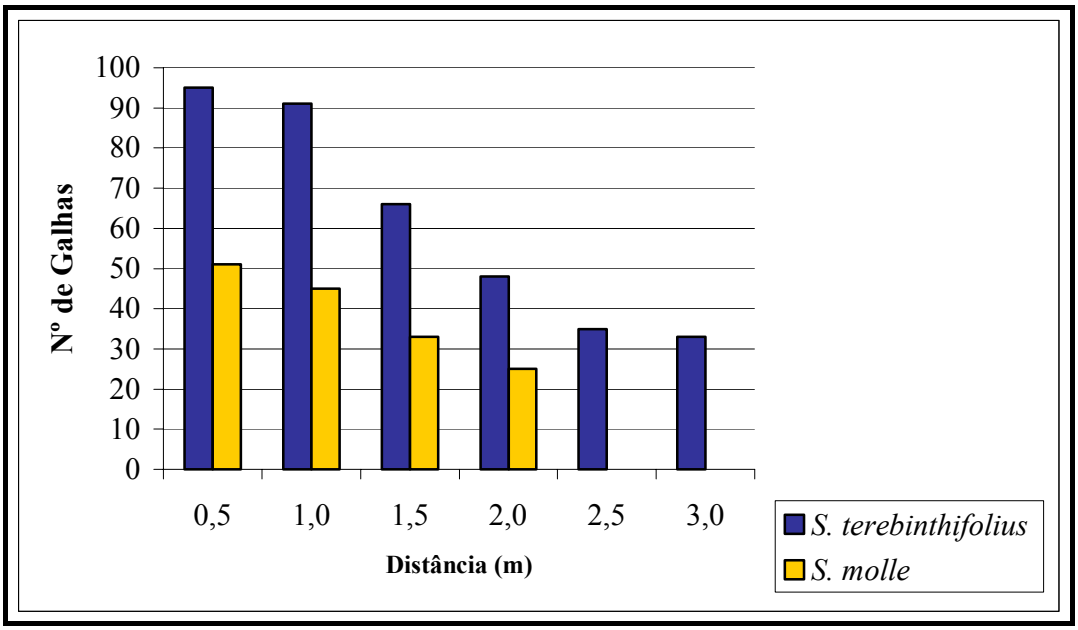


Figura 10: Número de galhas das espécies atacadas no teste multiple choice em casa de vegetação.

Neste experimento algumas plantas de *S. terebinthifolius* tiveram que ser substituídas devido ao ataque de *Pseudophilothrips ichini* Hood (Thysanoptera: Phlaeothripidae), este inseto foi coletado acidentalmente durante as coletas de *C. terebinthifolii* a campo e liberado na arena. No entanto, nenhuma das mudas substituídas havia apresentado galhas.

5.2. TESTE DE ESPECIFICIDADE "MULTIPLE CHOICE" EM CONDIÇÕES NATURAIS - OPEN FIELD TESTS

Este teste foi realizado entre o período de janeiro a dezembro de 2003. Das 6 (seis) espécies testadas somente *S. terebinthifolius* e *S. molle* desenvolveram galhas (Tabela 04). Em ambas espécies a formação das galhas ocorreu nas folhas mais jovens e nas brotações.

As 4 (quatro) plantas de *S. terebinthifolius* que foram plantadas como controle também desenvolveram galhas, validando o teste conforme a metodologia proposta por Briese (1999).

Tabela 04: Resultados do teste multiple choice em condições naturais.

Espécie	Nome Comum	Nº de mudas	Nº de total de galhas
Anacardium occidentale	Cajueiro	2	0
Lithraea brasiliensis	Bugreiro	2	0
Mangifera indica	Mangueira	2	0
Schinus molle	Aroeira-salsa	2	100
Schinus terebinthifolius	Aroeira	4	692
Rhus sandwicensis	Rhus	2	0

O desenvolvimento das galhas em *S. terebinthifolius* teve início na primeira quinzena de fevereiro, aproximadamente 35 (trinta e cinco) dias após o plantio da muda, nesta espécie o desenvolvimento de galhas ocorreu durante todo o período do teste. Em *S. molle* o desenvolvimento de galhas iniciou a partir de setembro/outubro época em que a população do

inseto *C. terebinthifolii* aumentou corroborando com a época de infestação no teste realizado sob casa de vegetação. O número de galhas em *S. terebinthifolius* foi maior que em *S. molle*, demonstrando preferência do inseto *C. terebinthifolii* por esta espécie (Figura 11). Os resultados deste teste confirmam a discussão feita para o teste anterior.

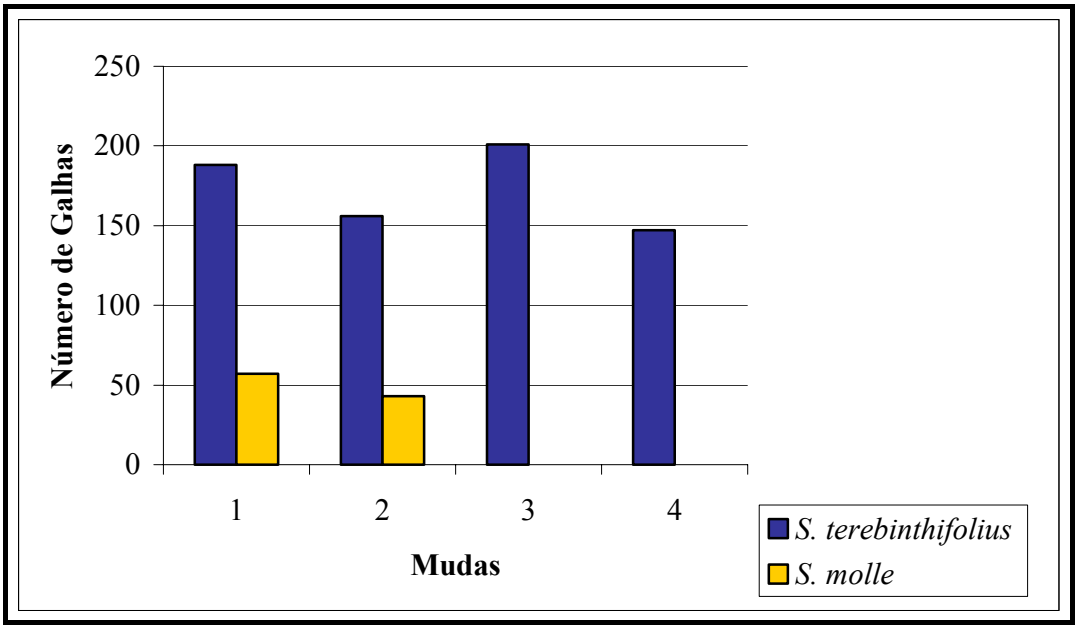


Figura 11: Número de galhas das espécies atacadas no teste multiple choice em condições naturais.

Os resultados obtidos nos testes de especificidade – "Multiple choice" tanto em casa de vegetação quanto à campo, demonstram a necessidade de uma avaliação mais apurada da especificidade do inseto *C. terebinthifolii* quanto a seu hospedeiro. De acordo com Schroeder (1983), a investigação do alcance do potencial e a especificidade ao hospedeiro são as operações mais cruciais em projetos de controle biológico de plantas indesejáveis. Devido a grande importância do fator segurança, deve-se ter o maior cuidado na seleção dos testes de plantas apropriadas, e na montagem dos testes para demonstrar a segurança do potencial agente de controle.

5.3. MONITORAMENTO À CAMPO

Através das amostragens feitas à campo pode-se afirmar que *C. terebinthifolii* causa danos a aroeira *S. terebinthifolius* exclusivamente nas folhas através da formação de galhas (Figura 12) durante o estágio ninfal (Figura 13). As galhas fazem com que as folhas fiquem amareladas e enfraquecidas e tendo como conseqüência a queda de folíolos e folhas, diminuindo a área fotossintética. Segundo Hodkinson (1984), os danos decorrentes da alimentação dos Psyllideos em geral podem ou não apresentar sintomas visíveis, mas as ninfas são mais daninhas que os adultos pela maior necessidade de substâncias nitrogenadas. O dano nas plantas pode ser pela ação como vetor de doenças, bem como a injeção de saliva tóxica, que provoca toxemia do hospedeiro. As ações podem ser localizadas e/ou sistêmicas e podem se manifestar a ocorrência de necroses, enrolamento e alteração da coloração das folhas e deformações de meristemas.

Figura 12: Aspecto das galhas nos folíolos de *S. terebinthifolius*.

Figura 13: Ninfa de *Calophya terebinthifolii*

Observou-se que o maior número de queda de folhas, percentualmente, ocorre com uma quantidade de até 25 galhas por folha, mas os resultados são expressivos também para as classes 26 – 50, 51 – 75, 76 – 100 e 101 –150, demonstrando que a formação de poucas galhas é suficientemente capaz de induzir a queda das folhas e folíolos (Figura 14).

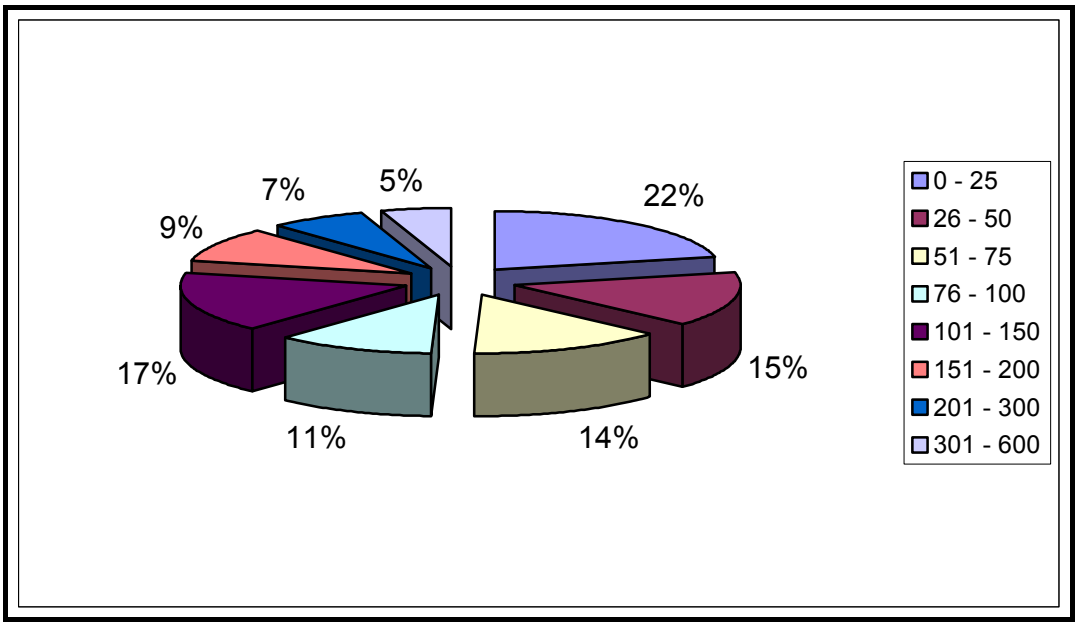


Figura 14: Distribuição das classes do número de galhas por folha caída.

O número de galhas variou muito entre plantas, fato atribuído as diferenças morfológicas entre os arbustos monitorados. Segundo Barkley (1957), a aroeira *Schinus*

terebinthifolius Raddi (Anacardiaceae) possui cinco diferentes variedades na sua área de origem, com características morfológicas distintas, sendo:

- **Pohlianus**: folíolo piloso, entre 7 e 13 pares de folíolos, folíolo terminal mais estreito que o restante;
- **Raddianus**: folíolo glabro, entre 3 e 7 pares de folíolos, folíolo terminal sempre mais largo que o restante;
- **acutifolius**: folíolo glabro, entre 7 e 13 pares de folíolos, folíolo terminal mais estreito que o restante , folíolo terminal agudo;
- **rhoifolius**: folíolo com pouca pilosidade, entre 3 e 7 pares de folíolos, folíolo terminal sempre mais largo que o restante;
- **terebinthifolius**: folíolo glabro, entre 7 e 13 pares de folíolos, folíolo terminal mais estreito que o restante, folíolo terminal subagudo ou obtuso.

Dos 9 (nove) arbustos monitorados seis eram da variedade Raddianus, dois da variedade rhoifolius e um da variedade acutifolius (Figura 15). A classificação dos mesmos foi efetuada através das características acima descritas para cada variedade. O arbusto 09 de acordo com a classificação de Barkley (1957), estaria enquadrado como variedade Raddianus por apresentar folíolo glabro e 7 pares de folíolos, porém outras características o enquadravam como variedade acutifolius com folíolo terminal mais estreito que o restante e agudo. A decisão de classificar este arbusto como variedade acutifolius baseou-se também em diferenças morfológicas significativas quando comparado com os outros arbustos da variedade Raddianus. Este fato demonstra que a classificação segundo Barkley (1957) deveria ser revisada nas regiões naturais de ocorrência desta espécie, buscando melhor integrar cada variedade com suas características, de acordo com [2]Vitorino alguns botânicos não concordam com as definições propostas por este autor para as variedades de *S. terebinthifolius*, sugerindo que as mesmas possam ser espécies diferentes ou apenas morfotipos (informação verbal).

[2] VITORINO, M. D. Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau.

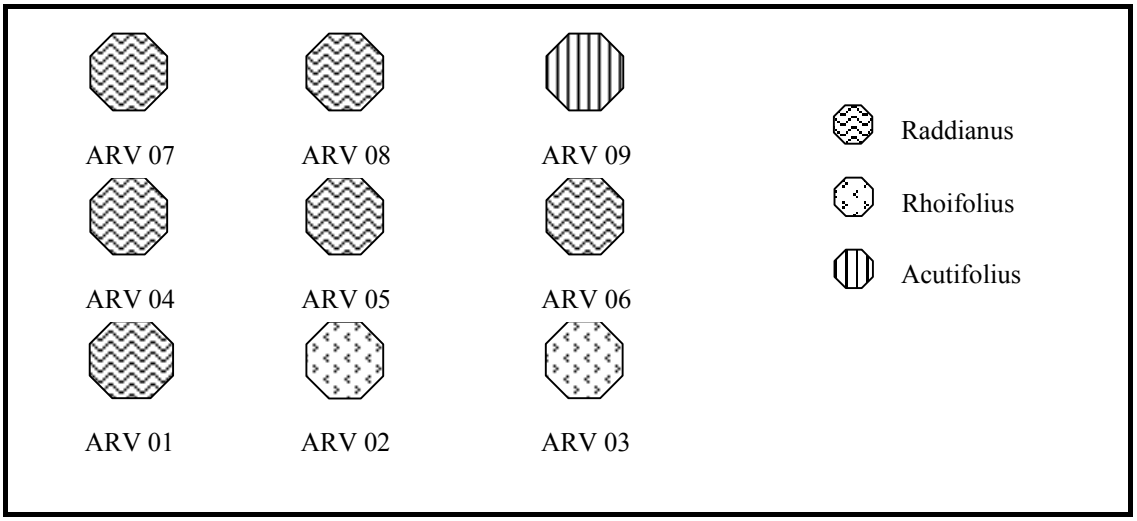


Figura 15: Localização das variedades de *S. terebinthifolius* no monitoramento à campo.

A classificação destes arbustos foi efetuada para relacionar as diferenças no desenvolvimento de galhas conforme cada variedade. Segundo Vitorino (2001), as plantas de *S. terebinthifolius* presentes no Estado da Flórida possuem características semelhantes àquelas de aroeira encontradas em regiões litorâneas dos estados do Paraná e Santa Catarina no sul do Brasil, as quais se enquadram na variedade Raddianus segundo Barkley (1957). De acordo com as observações feitas nas amostragens o maior nível de desenvolvimento de galhas ocorreu na variedade Raddianus, fato bastante relevante já que esta variedade é preponderante no local onde se deseja introduzir este agente de controle biológico, seguida pela variedade rhoifolius, e variedade acutifolius, sendo que nesta última poucas galhas se desenvolveram, principalmente pela aparente formação morfológica de sua folha mais coriácea que as demais, contribuindo significativamente para um menor sucesso no desenvolvimento do inseto.

Em todos os arbustos monitorados houve elevada queda de folhas e folíolos com presença de galhas, o fato que chama atenção é que a planta passou a responder essas perdas através da indução de brotações nestes locais, bem como em todo ramo novas folhas começaram a se desenvolver. Além disso, o crescimento do ramo passou a ser menor se comparado ao crescimento do número de folhas (Figura 16). Os reflexos dos danos que os insetos galhadores trazem para planta é difícil de ser determinado, devido às dificuldades metodológicas de mensurar os efeitos das injúrias e as respostas da planta. Os sugadores em geral, como os Psyllideos, causam especialmente danos fisiológicos, retirada dos nutrientes da

planta, aumento da taxa de respiração e diminuição da taxa de assimilação de CO_2 e do crescimento (OSBORNE, 1971 *apud* BUTIGNOL, 2002).

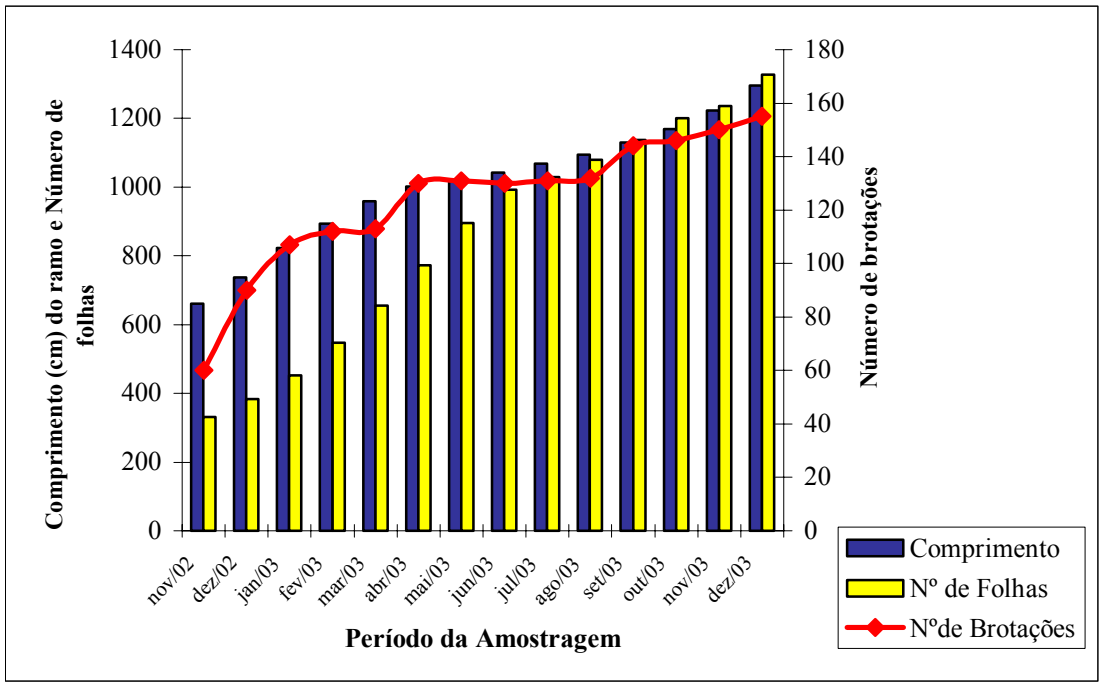


Figura 16: Distribuição da relação do número de folhas e brotações com comprimento dos ramos monitorados.

Durante o período de monitoramento ocorreu predação do adulto de *C. terebinthifolii* por aranhas, ou seja, estes quando voavam ficavam presos as teias e não conseguido mais sair estavam susceptíveis a predação. Os impactos sobre a população do inseto não são expressivos uma vez que o fato ocorreu esporadicamente. Catling (1970 *apud* BUTIGNOL, 2002), cita que na maioria dos casos os predadores são oportunistas, por isso suas associações com Psyllideos podem ser tênues para as espécies que ocorrem e não apresentam sincronismo com o crescimento populacional destes, sendo seu controle fortuito, embora possa em algumas situações desempenhar um controle significativo, regulando a população.

A comparação dos dados de quantidade de galhas com fatores climáticos para o período de monitoramento, demonstram haver influência da temperatura média e precipitação pluviométrica no desenvolvimento de galhas em cada arbusto, diferindo entre as variedades de *S. terebinthifolius.*Para os arbustos que se enquadram como variedade Raddianus e rhoifolius, a curva da temperatura média quando em elevação está ligada ao aumento no

número de galhas (Figuras 17 e 20 e anexos), já a curva de precipitação pluviométrica mostra que nos períodos de menor quantidade de chuva o desenvolvimento das galhas diminui (Figuras 19 e 22 e anexos), ou seja, altas temperaturas e precipitação pluviométrica alta favorecem o desenvolvimento das galhas.

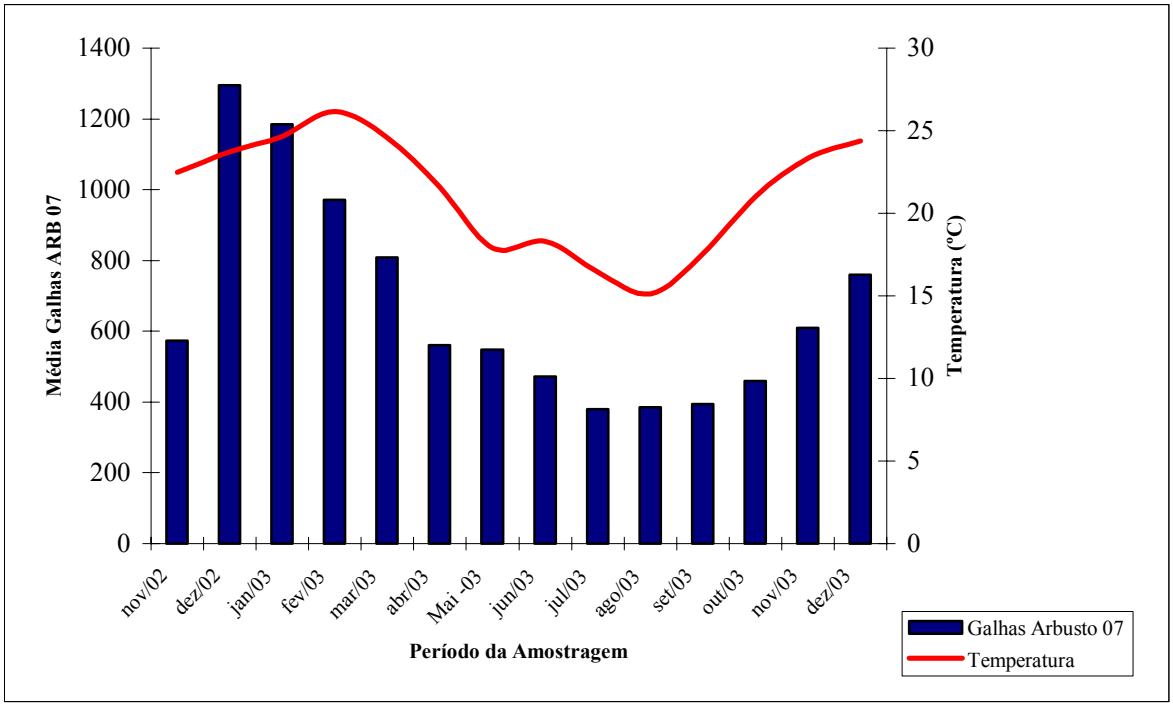


Figura 17: Variação da temperatura média comparada ao número de galhas na variedade Raddianus.

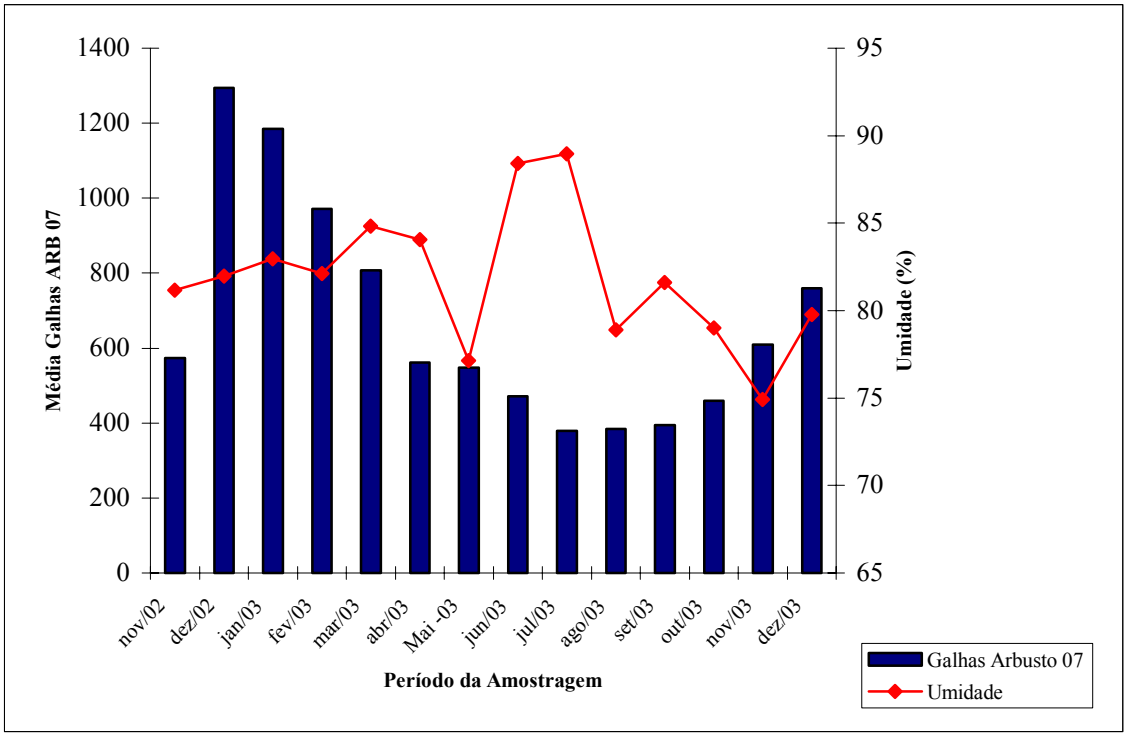


Figura 18: Distribuição da umidade média comparada ao número de galhas na variedade Raddianus.

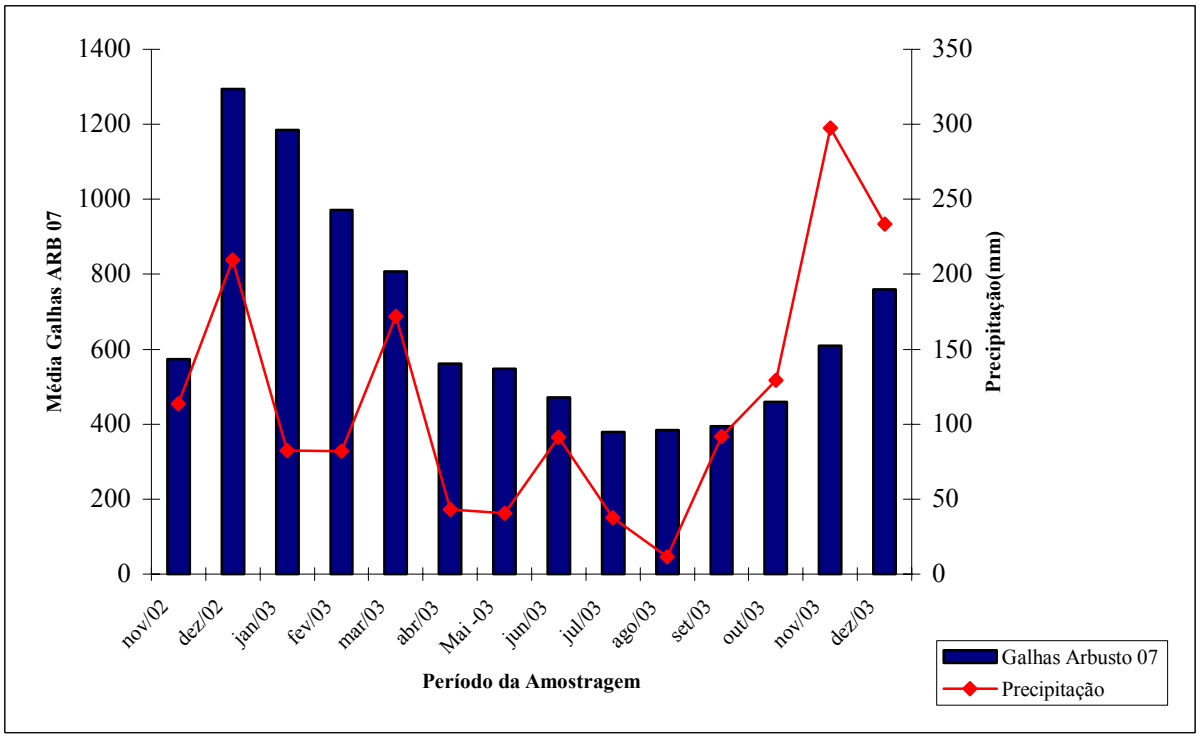


Figura 19: Distribuição da precipitação comparada ao número de galhas na variedade Raddianus.

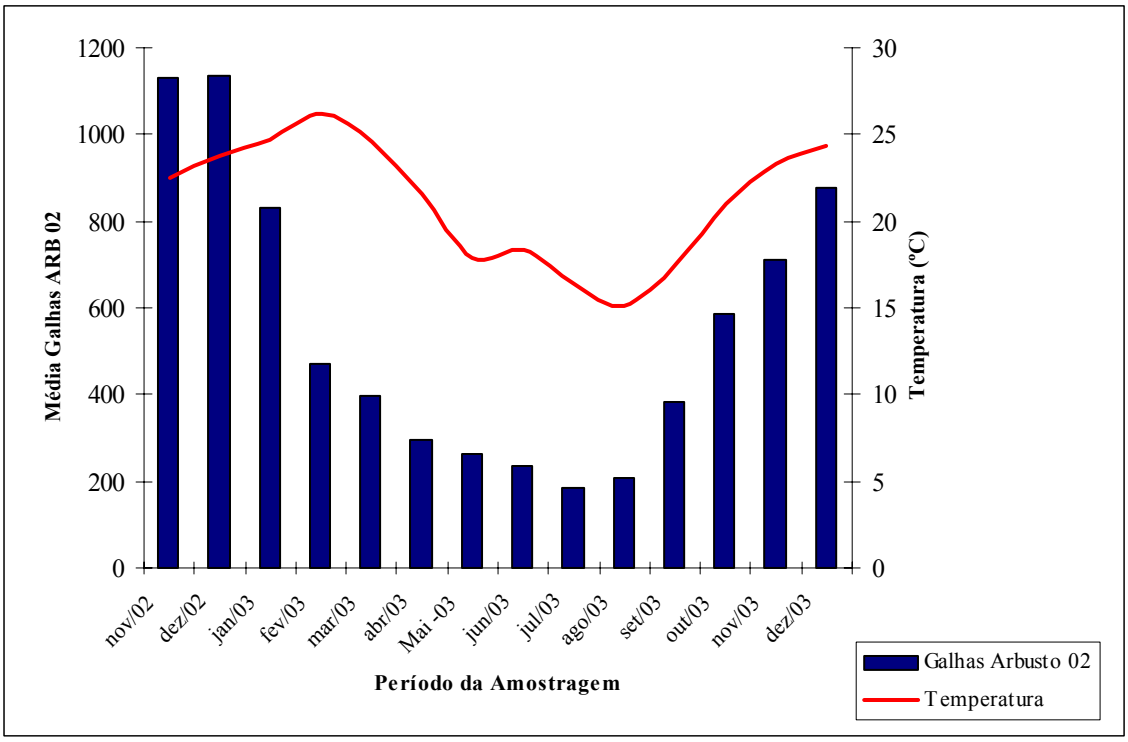


Figura 20: Variação da temperatura média comparada ao número de galhas na variedade rhoifolius.

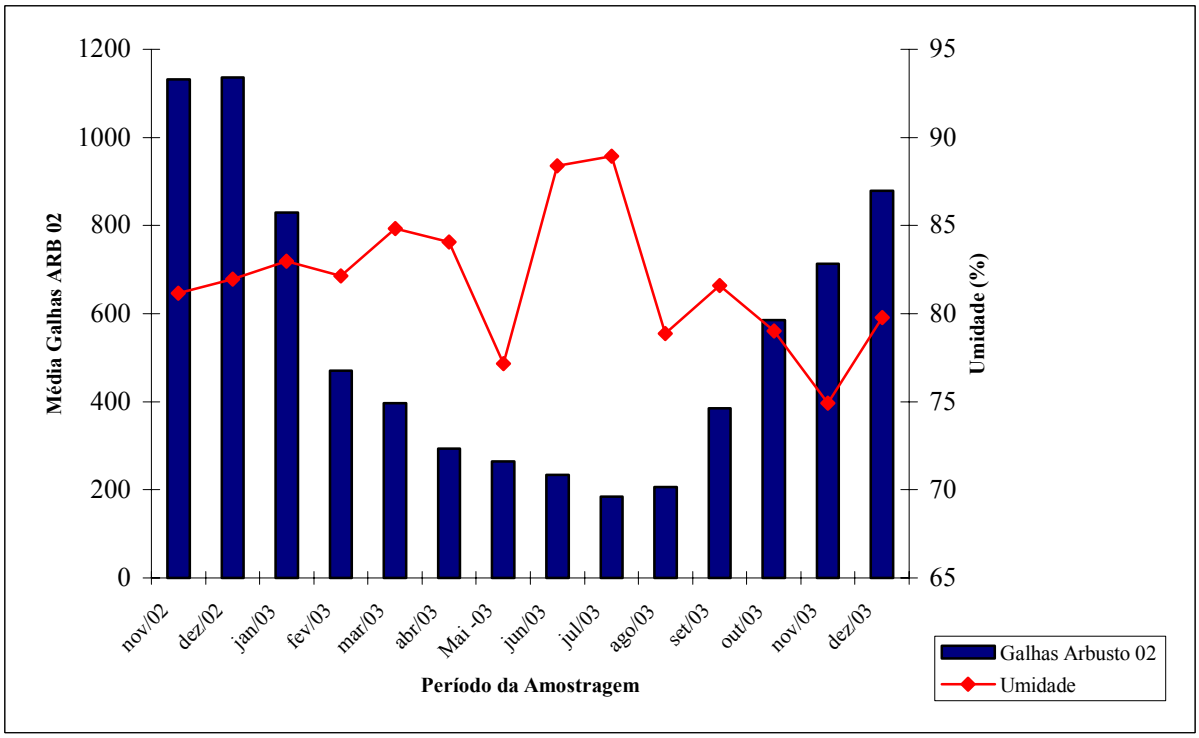


Figura 21: Distribuição da umidade média comparada ao número de galhas na variedade rhoifolius.

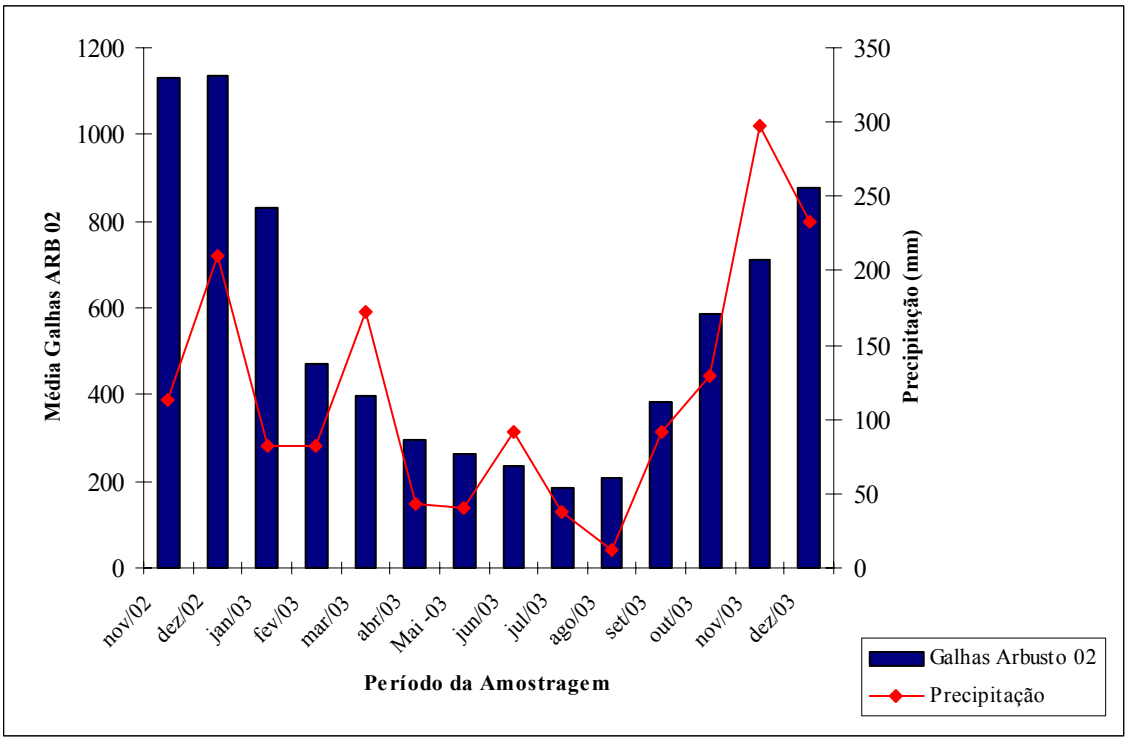


Figura 22: Distribuição da precipitação comparada ao número de galhas na variedade rhoifolius.

O arbusto 03 que se enquadra como variedade rhoifolius apresentou um desenvolvimento distinto dos outros arbustos devido ao baixo desenvolvimento de brotações que prejudicaram a infestação de *C. terebinthifolii*, onde a quantidade de galhas chegou a zero em outubro/2003 não coincidindo com os outros arbustos que neste período tiveram aumento na quantidade de galhas. Desta forma, os fatores climáticos parecem não ter influenciado no desenvolvimento das galhas neste arbusto (Figuras 23, 24 e 25).

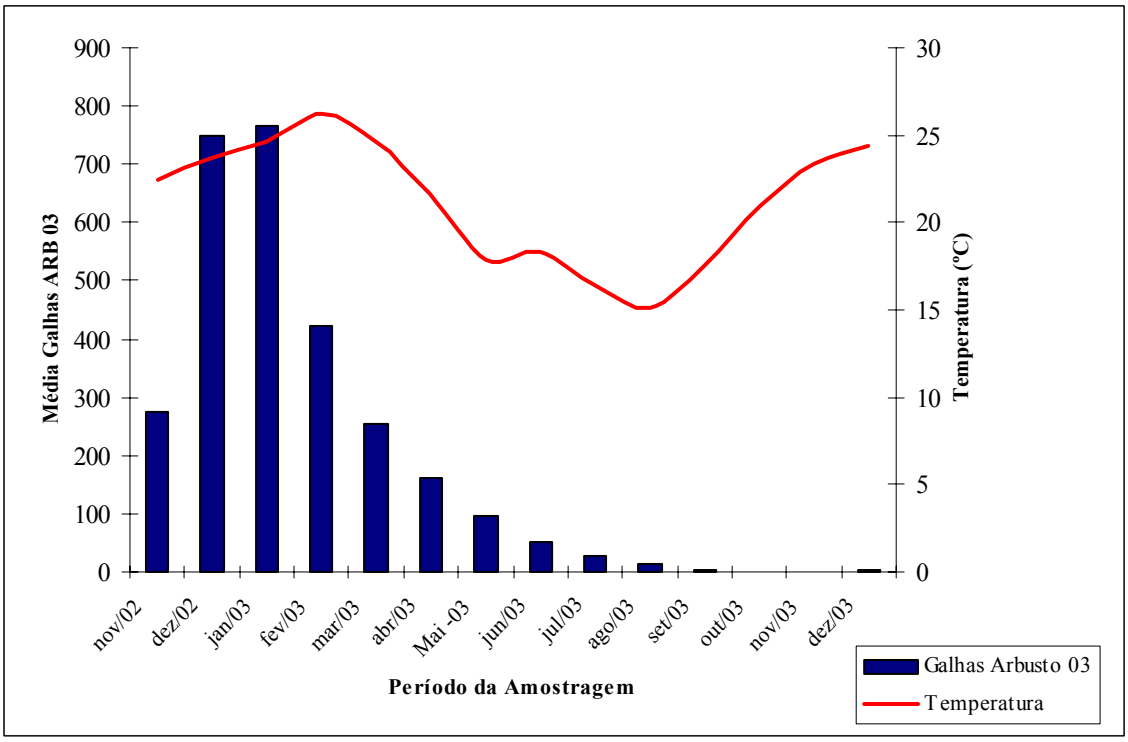


Figura 23: Variação da temperatura média comparada ao número de galhas no arbusto 03.

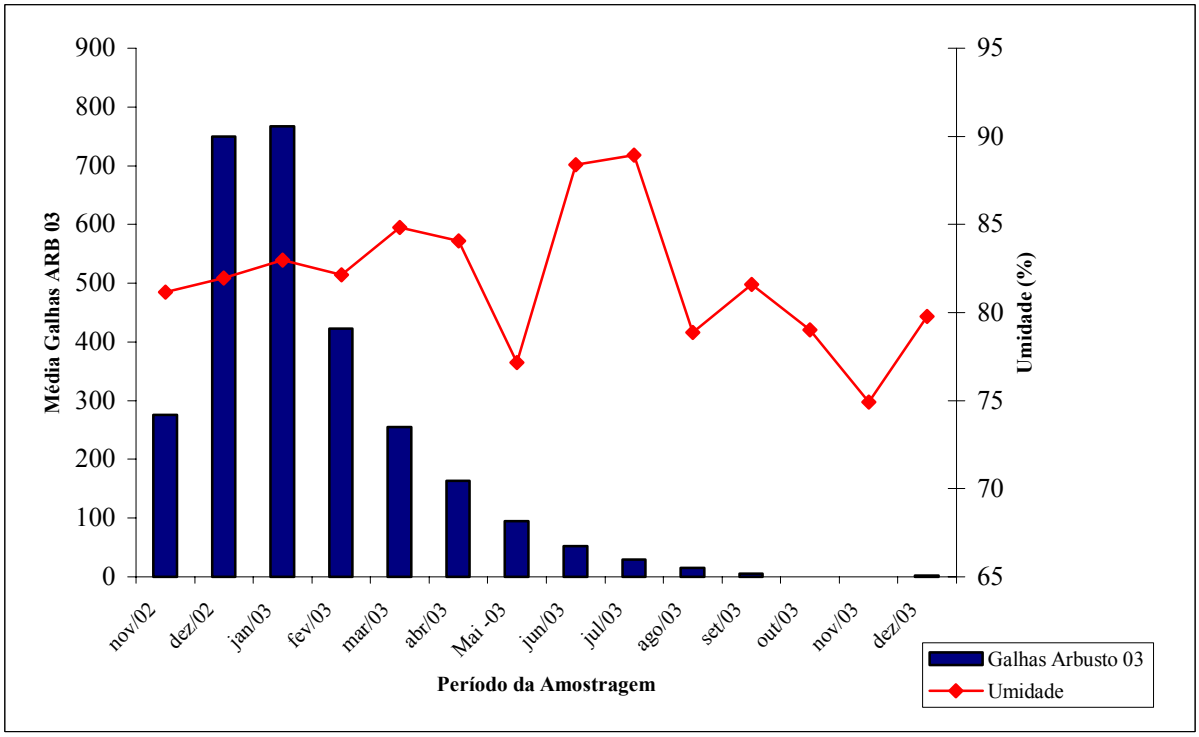


Figura 24: Distribuição da umidade média comparada ao número de galhas no arbusto 03.

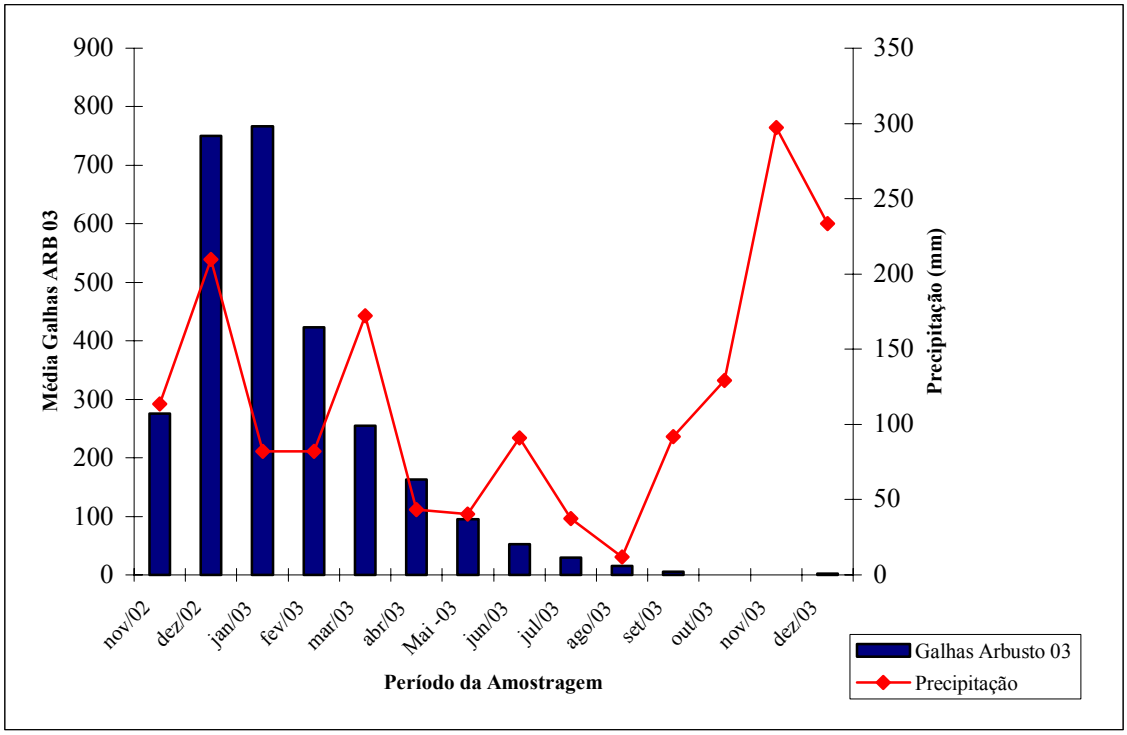


Figura 25: Distribuição da precipitação comparada ao número de galhas no arbusto 03.

Para o arbusto 09 enquadrado como variedade acutifolius, os dados climáticos demonstram influenciar inversamente no número de galhas se comparado com os arbustos da variedade Raddianus, ou seja, quando a temperatura média está em elevação e o pico máximo de precipitação ocorre, o número de galhas decresce. Desta maneira, este fato reforça a necessidade de revisão da classificação das variedades de *S. terebinthifolius* já que este arbusto se enquadraria como Raddianus segundo Barkley (1957), e foi posteriormente classificado como acutifolius por apresentar características morfológicas diferentes se comparado com os outros arbustos classificados como Raddianus.

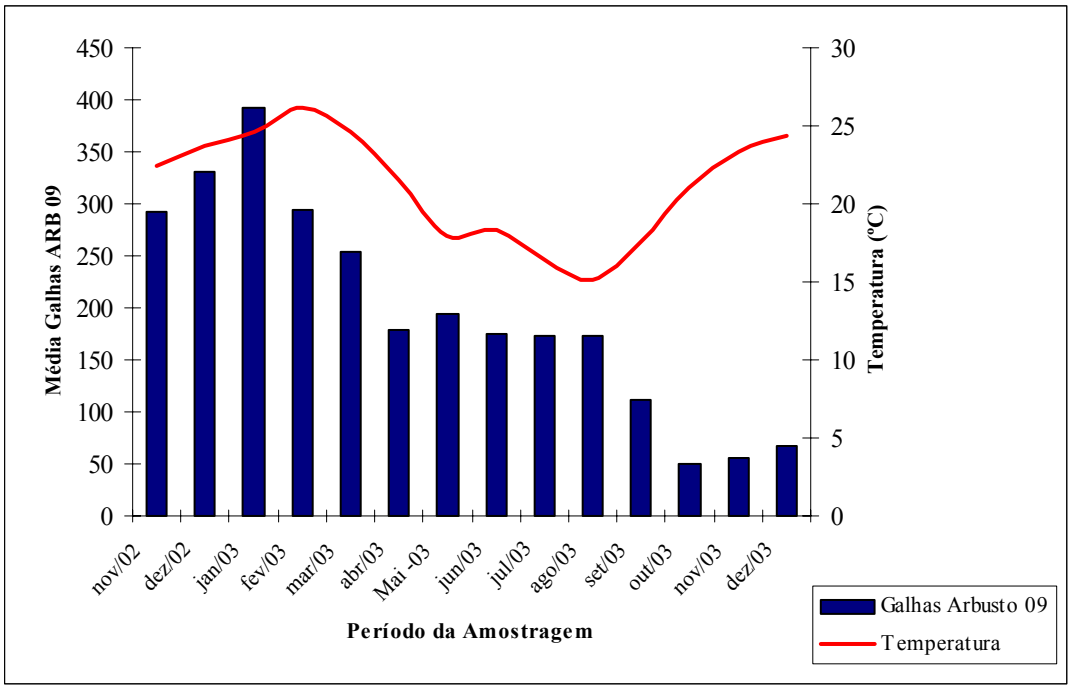


Figura 26: Variação da temperatura média comparada ao número de galhas na variedade acutifolius.

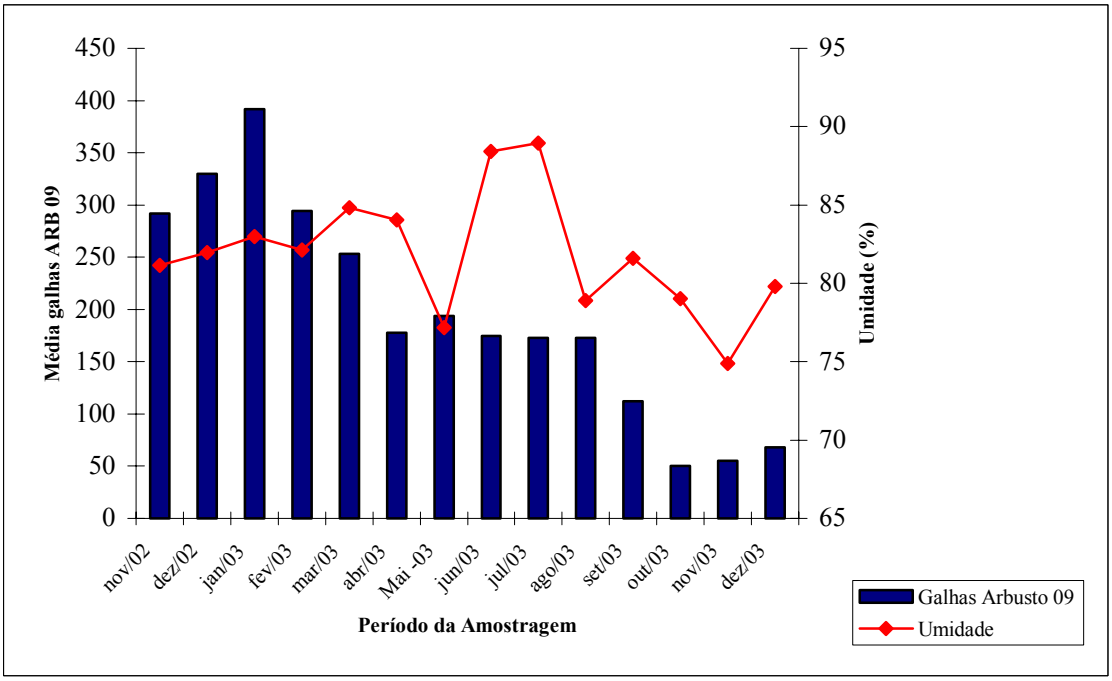


Figura 27: Distribuição da umidade média comparada ao número de galhas na variedade acutifolius.

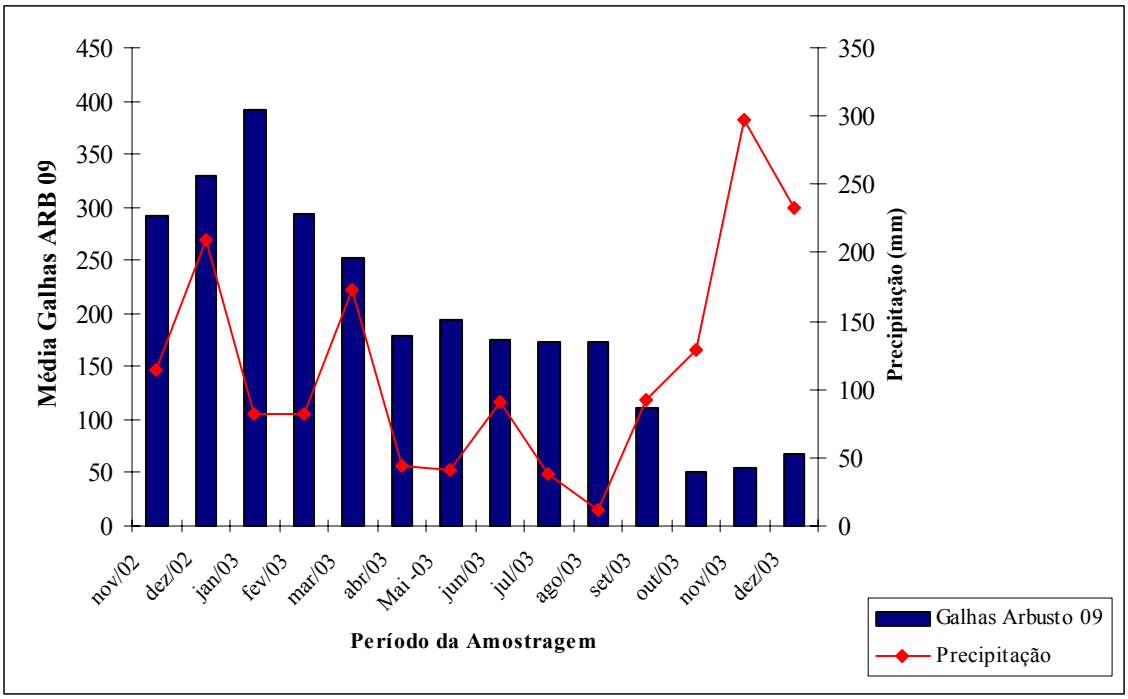


Figura 28: Distribuição da precipitação comparada ao número de galhas na variedade acutifolius.

Os dados referentes à umidade relativa do ar média para o período de monitoramento não demonstram influenciar na quantidade de galhas das diferentes variedades. O desenvolvimento de galhas nos arbustos monitorados tiveram picos na sua quantidade nos meses de dezembro/2002 e janeiro/2003, e a partir de fevereiro/2003 as galhas passaram a diminuir gradativamente durante todo o outono e inverno, voltando a ter um novo aumento a partir de setembro e outubro de 2003, persistindo até o final do monitoramento.

5.4. POTENCIAL DE DISPERSÃO

Este teste foi realizado entre março e dezembro de 2003, avaliando o potencial de dispersão de *C. terebinthifolii*, à campo, ou seja, verificando-se a sua presença através da formação de galhas nas mudas dentro da distância monitorada. A formação de galhas foi detectada pela primeira vez no mês de julho/2003 nas plantas a 30m do ponto de infestação, em agosto/2003 as plantas situadas na distância 10m, 35m e 45m também passaram a apresentar galhas, a partir de outubro/2003 as plantas a 5m, 15m, 20m e 25m iniciaram a

formação de galhas, sendo que somente em novembro/2003 as plantas distantes 50m do ponto de infestação passaram apresentar a formação de galhas. Portanto ao final de 8 meses esta espécie conseguiu se estabelecer e atingir todas as plantas dentro da distância monitorada (50m).

Verificou-se que o maior desenvolvimento de galhas ocorreu nas mudas plantadas diretamente no solo, já que estas mudas se desenvolveram mais rápido e apresentavam maior quantidade de brotações e folhas jovens em comparação com as mudas plantadas em vaso que tiveram seu desenvolvimento afetado por estarem restritas a busca de nutrientes e água, como por exemplo durante os meses de abril e maio de 2003 quando ocorreu um período de estiagem que acarretou na queda das folhas prejudicando o desenvolvimento da planta e conseqüentemente na dispersão do inseto, uma vez que as mesmas não apresentavam muitas brotações e folhas jovens propícias para oviposição da fêmea.

O número de galhas foi maior em todas as mudas localizadas até 35m, tanto em vaso quanto no solo, sendo que o pico de desenvolvimento de galhas ocorreu durante os meses de outubro e novembro de 2003, época em que a população de *C. terebinthifolii* aumentou.

Neste experimento alguns fatores como o nível de maturação das folhas, escolha de sítio favorável para oviposição e alimentação podem ter contribuindo durante a dispersão do inseto na escolha das mudas mais propicias para seu desenvolvimento, pois sua presença foi detectada primeiramente a 30m do ponto de infestação e logo após em pontos mais próximos, e depois, novamente em pontos mais afastados deste local. Desta forma, pôde-se comprovar que o potencial de dispersão de *C. terebinthifolii* é baixo, porém, em áreas com alta densidade de *S. terebinthifolius* caracterizadas pela proximidade dos arbustos e com um maior número de brotações e folhas jovens esta espécie teria maior facilidade de dispersão, o que melhoraria sua capacidade de infestação.

5.5. DIFERENÇA DE BIOMASSA

Este teste foi realizado entre agosto e novembro de 2003, onde foram liberados 54 (cinqüenta e quatro) adultos de *C. terebinthifolii* em cada muda. As cinco mudas expostas ao ataque do inseto desenvolveram galhas (Tabela 05), para determinação da diferença de

biomassa as mudas foram novamente pesadas após ataque e seus respectivos pesos estão apresentados na Tabela 06.

Tabela 05: Número total de galhas para cada muda de *S. terebinthifolius* exposta ao ataque de *C. terebinthifolii* para determinação da diferença de biomassa.

MUDA	Nº DE FOLÍOLOS C/ PRESENÇA DE GALHAS	Nº TOTAL DE GALHAS
01	28	194
02	22	174
03	16	69
04	05	14
05	07	22

As diferenças no desenvolvimento de galhas entre as mudas se deve principalmente ao fato que as mudas 03, 04 e 05 apresentavam menor quantidade de brotações se comparado às mudas 01 e 02. Além disso, os insetos foram coletados ao acaso, ou seja, não foi dado preferência para indivíduos pareados (supostamente casais), desta forma pode-se atribuir que nas mudas 01 e 02 liberou-se maior número de fêmeas do que nas outras mudas, e conseqüentemente obteve-se maior desenvolvimento de galhas. Durante o experimento verificou-se a emergência de apenas 1 (um) adulto na muda 01 no mês de novembro de 2003, época em que o experimento foi finalizado dificultando a possível detecção da emergência de novos adultos. Mesmo pelo não conhecimento de sua biologia, não foi constatado a presença de inimigos naturais.

Tabela 06: Pesos da mudas de *S. terebinthifolius* antes e após liberação de *C. terebinthifolii*.

MUDAS	PESO DAS MUDAS ANTES DA LIBERAÇÃO (g)	PESO DAS MUDAS APÓS A LIBERAÇÃO (g)	PORCENTAGEM DO PESO NA DIFERENÇA DE BIOMASSA
O1	6,76	7,37	9,02%
02	8,10	8,67	7,03%
03	9,16	9,81	7,09%
04	7,80	8,39	7,56%
05	12,25	13,24	8,08%
TEST 01	11,06	12,16	9,94%
TEST 02	9,07	10,25	13,01%

Pode-se perceber que mesmo com o ataque de *C. terebinthifolii* através da formação de galhas nas folhas as mudas mantiveram seu desenvolvimento, pois nenhuma obteve peso menor se comparado com o peso antes da presença do inseto. Para verificar se houve perda significativa no peso das mudas submetidas ao ataque efetuou-se a comparação das duas amostras através do "Teste *t* – Student" para dados não-pareados com variâncias desiguais. Este teste baseou-se na diferença entre as médias das duas amostras – mudas com presença do inseto e mudas sem presença do inseto (testemunhas). Como o valor de *t* calculado= 5,1 é maior que o valor de *t* tabelado= 4,03 para o nível de significância de 1% conclui-se que as médias não são iguais, demonstrando que o peso das mudas submetidas ao ataque de *C. terebinthifolii* foi, em média, significativamente menor do que no grupo que não foi submetido ao ataque. Desta forma pôde-se comprovar que *C. terebinthifolii* causa danos que comprometem o desenvolvimento do hospedeiro corroborando com Harris & Shorthouse (1996), que consideram o dano destes indivíduos como eficazes e diretamente relacionados à intensidade de vascularização e lignificação da galha, sendo os cecidógenos excelentes agentes de controle biológico de plantas.

5.6. POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DE *Calophya terebinthifolii* PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Schinus terebinthifolius* NO ESTADO DA FLÓRIDA – EUA

Os resultados acima discutidos fornecem dados sobre as possibilidades de êxito na introdução, liberação e estabelecimento de *C. terebinthifolii* no Estado da Flórida, principalmente em áreas com clima semelhante ao local de ocorrência natural desta espécie, haja visto que a temperatura e precipitação influenciam diretamente na sua população, que tem seu pico durante a primavera. Além disso, há necessidade de locais propícios para a oviposição, como brotações e folhas jovens. Outro fator favorável, é que a aroeira no Estado da Flórida caracteriza-se por ocupar áreas com densas infestações, facilitando a dispersão do inseto entre as plantas. Acredita-se, porém que *C. terebinthifolii* somente, não possui potencial para reduzir a população de aroeira na Flórida, a níveis a baixo dos de dano econômico, sendo necessária a seleção de mais agentes, como é o caso de *Pseudophilothrips ichini* e *Heteroperreyia hubrichi*, que em conjunto, poderão atuar sobre a aroeira e controlá-la efetivamente.

A espécie *P. ichini* possui vários ciclos de desenvolvimento durante o ano e o dano se dá exclusivamente nas brotações da aroeira, o que poderia afetar o desenvolvimento de *C. terebinthifolii,* que possui aparentemente um ciclo de desenvolvimento no ano e a fêmea oviposita exclusivamente em brotações e folhas jovens, fato que pode prejudicar o estabelecimento deste individuo. Entretanto, a área de dispersão natural de *P. ichini* ocorre predominantemente fora da faixa litorânea que difere de *C. terebinthifolii* que aparentemente ocorre nestas áreas. Desta forma se estas duas espécies quando liberadas na Flórida mantiverem este comportamento provavelmente poderão se estabelecer em locais ou regiões geográficas diferentes, fato que contribui para o estabelecimento e dispersão destes indivíduos.

Entretanto, *H. hubrichi* possui dois picos populacionais no ano, e os mesmos não coincidem com o pico de *C. terebinthifolii,* além disso, este não se alimenta exclusivamente de brotações e folha jovens, demonstrando que estes dois insetos poderão contribui conjuntamente para o controle biológico da aroeira.

Um fator que poderá influenciar no estabelecimento de *C. terebinthifolii* são seus inimigos naturais, uma vez que os mesmos ainda não são conhecidos.

6. CONCLUSÕES

Baseando-se na metodologia empregada e nos resultados obtidos durante este trabalho, conclui-se que:

- As galhas desenvolvem-se exclusivamente nas brotações e folhas jovens.

- Os testes de especificidade "Multiple choice" demonstram que *Calophya terebinthifolii* desenvolve galhas nas espécies *Schinus terebinthifolius* e *Schinus molle.*

- As formações de galhas induzem a queda de folhas e folíolos.

- A quantidade de galhas varia entre as variedades Raddianus, acutifolius e rhoifolius.

- O desenvolvimento das galhas é diretamente influenciado pelos fatores meteorológicos, principalmente temperatura e precipitação pluviométrica.

- *Calophya terebinthifolii* apresenta capacidade de dispersão restrita a época de maior pico populacional.

- A formação de galhas compromete o desenvolvimento da planta, diminuindo significativamente sua produção de biomassa .

7. RECOMENDAÇÕES

Baseando-se nos resultados obtidos neste trabalho recomenda-se:

- Testes de especificidade "Multiple choice" com novas espécies de outras famílias botânicas de interesse.

- Testes de especificidade "No choice" com espécies da família Anacardiaceae utilizadas neste trabalho.

- Estudo da biologia de *Calophya terebinthifolii*.

- Determinar a influência que *Calophya terebinthifolii* causa na fisiologia da planta.

- Criação massal de *Calophya terebinthifolii* em laboratório e em gaiolas à campo.

- Realizar testes de diferença de biomassa em condições naturais.

- Conduzir estudos para a descoberta de inimigos naturais de *Calophya terebinthifolii*.

- Realizar estudos em quarentena quanto à especificidade.

- Determinar as áreas de dispersão natural de *Calophya terebinthifolii* no Brasil.

8. REFERÊNCIAS

BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA – DIAGNÓSTICO GERAL (1997). Governo de Santa Catarina, secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SMD.

BARKLEY, F. D. (1957). A Study of *Schinus* L. **Lilloa Revista Botanica.** Tomo 28, Universidad Nacional del Tucuman, Argentina, 110p.

BENNET, F. A.; HABECK, D. H. (1991). Brazilian Peppertree – Prospects for Biological Control In Florida. In:**Proceedings of the Symposium on Exotic Pest Plants**.

BERTI FILHO, E. (1990). Controle Biológico dos Insetos-praga. In: CROCOMO, Wilson B. (org.). **Manejo Integrado de Pragas.** Botucatu: Editora Universidade Estadual Paulista, pp.87-104.

BORROR, D. J.; DELONG, D. T. M. (1964). **Introdução ao Estudo dos Insetos.** São Paulo: E Blucher.

BRIESE, D. T. (1999). Open field host-specificity tests: is "natural" good enough for risk assessment? pp. 44-59. In: Withers, T. M., Browne, L. B., Stanley, J. **Host specificity testing in Australia: towards improved assays for biological control.** CRC for Tropical Pest Management, Brisbane, Australia.

BURCKHARDT, D. (1994). **Psylloid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): a review.** Trends in Agric. Sci. Entomol., 2: 173-186.

BURCKHARDT, D.; BASSET, Y. (2000). **The jumping plant-lice (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Schinus* (Anacardiaceae): systematics, biogeography and host plant relashoinships.** Journal of Natural History, nº 34, pp: 57-155.

BUTIGNOL, C. A. (2002). **Binominia de *Neotrioza tavaresi* Crawford, 1925 (Hemiptera: Psyllidae) e suas interações com o Araçazeiro (*Psidium cattleianum*), Sabine, 1821 (Myrtaceae).** Curitiba, UFPR (Tese de Doutorado).

CARPANEZZI, A. A. *et al.* (1988). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina.** Curitiba: EMBRAPA-CNPF.

CARPENTER, J. E.; KENNETH A.; BLOEM, S. (2001). Applications of sterility for research and management of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyrallidae). **Florida Entomologist.** Tampa, nº4, v.84, pp.531-542, december.

CUDA, J. *et al.* (1999). Classical Biological Control of Brazilian Peppertree (*Schinus terebinthifolius*) in Florida. **Entomology and Nematology.** Florida, setembro, p.1-3.

DEBACH, P. (1987). **Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas.** México: Compania Editorial Continental.

FORNO, W.; HEARD, T. (1997). Compiling a plant List for Testing the Host Range of Agents. In: JULIEN, M.; GRAHAM, W. (org.). **Biological Control of Weeds: theory and practical application.** Canberra: ACIAR Monograph, nº49, pp. 71-76.

GANDOLFO, D. (2002). Estudios con Insectos para su Uso como Agentes de Control Biológico de Malezas. In: MEDAL, J.; NORAMBUENA, H.. **Manual de Control Biológico de Plantas Invasoras.** Gainesville: University of Florida, pp.24-35.

GREATHEAD, D. J.; SCHROEDER D.; EVANS H. C. (1990). The biological control of weeds. In: **Manual for Biological Control.** UNDP/FAO.

HARLEY, K. L. S.; FORNO, I. W.(1992) **Biological control of weeds a handbook for practitioners and students.** Brisbane: Inkata Press.

HARRIS, P.; SHORTHOUSE, J. D. (1996). **Effectiveness of gall inducers on weed biological control.** Canadian Entomologist, 123:827-849.

HEARD, T. (1997). Host Range Testing of Insects. In: JULIEN, M.; GRAHAM, W. (org.). **Biological Control of Weeds: theory and practical application.** Canberra: ACIAR Monograph, nº49, 77-82.

HODKINSON, I. D. (1984). **The Biology and Ecology of the Gall-forming Psylloidea (Homoptera).** London: Chapman & Hall.

HUFFAKER, C. B. (1987). Fundamentos del control biologico de malas hierbas. In: DE BACH, Paul. **Control Biologico de Las Plagas de Insectos y Malas Hierbas.** México: Compania Editorial Continental, 741-760p.

ISKANDAR, J. I. **Normas da ABNT: comentadas para trabalhos científicos.** 2. ed. Curitiba: Juruá, 2003.

JOLY, A. B. (1998). **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal.** São Paulo: Companhia Editora Nacional.

JONES, D. (1997). Biology of Brazilian Pepper. In: CHAIRMANN, Dan Clark. **Brazilian Pepper Management Plan for Florida.** Florida: Florida Exotic Pest Plant Council, pp.5-9.

JULIEN, M. H. *et al.* (1992). History of Biological Control of Weeds. In: HARLEY, K.L.S.; FORNO, I. W. **Biological Control of Weeds a handbook for practitioners and students.** Brisbane: Inkata Press.

LORENZI, H. (1992). **Árvores Brasileiras.** Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum.

MCFADYEN, R. E. (1998). Biological Control of Weeds. **Annual Review of Entomology,** v. 43, 369-393 p.

MEDAL, J. *et al.* (1999). Host Specificity of *Heteroperreyia hubrichi* Malaise (Hymenoptera: Pergidae), a Potential Biological Control Agent of Brazilian Peppertree (*Schinus terebinthifolius*) Raddi. **Biological Control.** v. 14, 60-65 p.

MEDAL, J. (2002). Procedimientos a seguir en un Programa de Control Biológico de Plantas Invasoras. In: MEDAL, J.; NORAMBUENA, H.. **Manual de Control Biológico de Plantas Invasoras.** Gainesville: University of Florida, pp.13-17.

MEDAL, J.; NORAMBUENA, H. (2002). **Manual de Control Biológico de Plantas Invasoras.** Gainesville: University of Florida

MORTON, J. F. (1978). **Brazilian peppertree – its impact on people, animals, and the environment.** Econ. Botany.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (Plants Profile) – **California Exotic Pest Plant Council, 1999**.Diposnível <http://plants.usda.gov> acesso em 13 fevereiro 2004.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. (1988). **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** Herbário Barbosa Rodrigues, Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento.

RODRIGUES, P. C. **Bioestatística.** 3. ed. Niterói: EdUFF, 2002, 339p

ROSENTHAL, S. S.; MADDOX, D. M.; BRUNETTI, K. (1984). **Biological Methods of weed control.** Sacramento: Thompson.

SAMWAYS, M. J.(1990). **Control Biologico de Plagas y Malas Hierbas.** Barcelona: oikos-tau.

SCHROEDER, D.(1983). Biological Control of Weeds. IN: FLETCHER, W. W. **Recent Advances in Weed Research.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux.

STEHR, F. W. (1991). **Imature Insects.** Iowa: Kendall/Hunt.

VITORINO, M. D.(1995). **Aspectos biológicos e de especificidade de *Tectococcus ovatus* HEMPEL, 1900 (Homoptera, Eriococcidae) para controle biológico do araçazeiro, *Psidium cattleianum* SABINE, 1821 (Myrtaceae).** Curitiba,. UFPR (Dissertação de Mestrado).

_____. 2001. **Aspectos biológicos e testes de especificidade e de reprodução com *Heteroperreyia hubrichi* Malaise, 1955 (Hymenoptera: Pergidae) para o controle biológico da aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) no Estado da Flórida – E. A. U.** Curitiba, UFPR (Tese de Doutorado).

WIKLER, C. (1995). **Aspectos bioecológicos de *Eurytoma sp.* Causador de galha-do-ramo do araçazeiro, *Psidium cattleianum* SABINE, 1821.** Curitiba, UFPR (Dissertação de Mestrado).

ZIMMERMANN, H. G.; MORAN, V. C.; HOFFMANN, J.H. (2001). The renowned cactus moth, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyrallidae): Its natural history and threat to native *Opuntia* floras in Mexico and the United States of America. **Florida Entomologist.** Tampa, nº4, v.84, pp.543-551, December.

ZIMMERMANN, H. G.; NESER, S. (1999). Trends and prospects for biological control of weeds in South Africa. **Biological control of weeds in South Africa (1990-1998).** South Africa, nº1, pp.165-173, June.

9. ANEXOS

Anexo 01: Dados climáticos da Estação Meteorológica de Itajaí/SC (CLIMERH)

PERÍODO	TEMPERATURA MÉDIA (ºC)	UMIDADE MÉDIA (%)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Nov-02	22.47	81.16	113.50
Dez-02	23.72	81.96	209.60
Jan-03	24.65	82.98	82.22
Fev-03	26.18	82.13	82.10
Mar-03	24.58	84.83	172.10
Abr-03	21.59	84.05	43.30
Mai-03	17.90	77.16	40.50
Jun-03	18.30	88.40	91.20
Jul-03	16.43	88.95	37.61
Ago-03	15.12	78.89	11.70
Set-03	17.57	81.61	91.90
Out-03	21.00	79.03	129.20
Nov-03	23.35	74.91	297.40
Dez-03	24.38	79.78	233.50

Anexo 02: Média mensal do número de galhas/ramo monitorado/arbusto

Período	ARB 01	ARB 02	ARB 03	ARB 04	ARB 05	ARB 06	ARB 07	ARB 08	ARB 09
Nov-02	146	1131	276	1801	554	392	573	474	292
Dez-02	398	1136	750	1923	877	639	1295	728	330
Jan-03	505	829	767	1256	916	279	1185	425	392
Fev-03	250	470	423	836	389	99	972	403	294
Mar-03	139	396	255	451	160	95	808	304	253
Abr-03	76	294	163	357	134	81	561	225	178
Mai-03	97	265	95	309	125	73	548	211	194
Jun-03	100	234	52	253	125	63	472	189	175
Jul-03	179	184	29	238	122	56	379	183	173
Ago-03	182	206	15	240	122	60	385	164	173
Set-03	217	385	5	242	103	62	395	136	112
Out-03	705	585	0	280	652	64	460	173	50
Nov-03	755	713	0	303	687	75	610	191	55
Dez-03	895	879	2	466	742	96	759	246	68

Anexo 03: Média mensal do diâmetro(cm)/arbusto

Período	ARB 01	ARB 02	ARB 03	ARB 04	ARB 05	ARB 06	ARB 07	ARB 08	ARB 09
Nov-02	2.10	2.17	3.23	5.57	3.11	3.02	4.91	5.72	4.15
Dez-02	2.51	2.36	3.50	5.98	3.60	3.18	5.40	6.16	4.19
Jan-03	2.75	2.68	3.80	6.48	3.86	3.55	5.61	6.44	4.39
Fev-03	3.18	2.95	4.03	7.09	3.99	4.10	5.79	6.90	4.68
Mar-03	3.30	3.10	4.22	7.75	4.24	4.36	5.92	7.39	4.91
Abr-03	3.70	3.54	4.60	7.93	4.58	4.55	6.34	7.94	5.16
Mai-03	3.87	3.78	4.81	8.03	4.80	4.79	6.51	8.36	5.33
Jun-03	4.09	3.83	4.93	8.10	5.15	4.88	6.63	8.51	5.34
Jul-03	4.25	3.90	4.98	8.10	5.30	4.94	6.77	8.64	5.41
Ago-03	4.30	4.10	5.28	8.20	5.50	5.14	7.11	8.88	5.54
Set-03	4.78	4.44	5.78	8.25	5.76	5.53	7.53	9.24	5.75
Out-03	5.15	4.92	6.14	8.55	6.05	5.88	8.00	9.73	6.15
Nov-03	6.52	5.77	6.45	9.39	6.69	6.53	8.96	11.26	6.85
Dez-03	7.45	6.48	7.20	10.60	7.77	7.62	9.66	12.86	8.47

Anexo 04: Média mensal do comprimento (cm) do ramo monitorado

Período	ARB 01	ARB 02	ARB 03	ARB 04	ARB 05	ARB 06	ARB 07	ARB 08	ARB 09
Nov-02	58	63	135	67	44	76	63	72	82
Dez-02	63	77	144	73	58	83	70	81	89
Jan-03	75	88	149	85	72	90	81	90	93
Fev-03	85	99	157	96	82	92	87	98	98
Mar-03	94	108	164	103	90	98	90	105	106
Abr-03	102	116	175	105	92	100	91	108	112
Mai-03	106	120	177	107	94	102	92	110	115
Jun-03	108	123	179	109	95	105	93	112	119
Jul-03	113	126	180	11	96	109	95	115	123
Ago-03	117	130	182	112	98	114	97	116	128
Set-03	126	132	185	115	101	121	99	118	133
Out-03	135	136	188	117	103	125	103	122	140
Nov-03	145	140	195	123	108	130	108	129	146
Dez-03	156	148	199	130	115	139	116	138	155

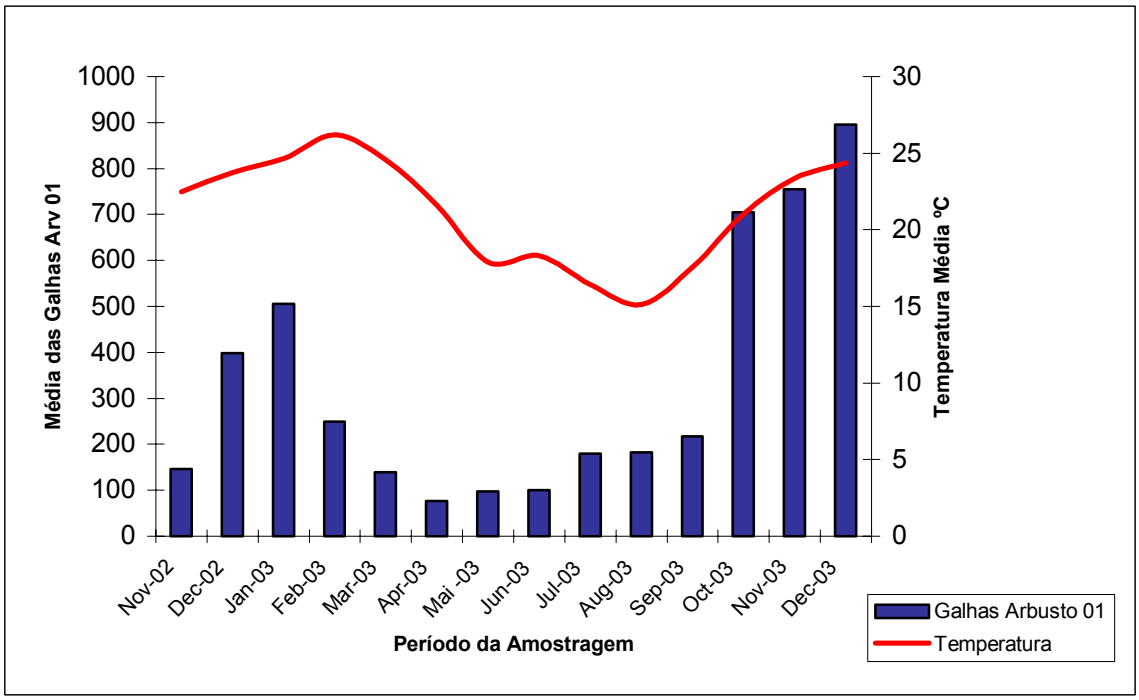
Anexo 05: Média do número de folhas/ramo monitorado/arbusto

Período	ARB 01	ARB 02	ARB 03	ARB 04	ARB 05	ARB 06	ARB 07	ARB 08	ARB 09
Nov-02	33	42	37	40	38	34	35	39	33
Dez-02	45	53	41	40	44	41	39	43	38
Jan-03	58	63	45	45	52	49	45	48	47
Fev-03	70	77	52	51	63	62	57	57	59
Mar-03	81	100	56	57	73	76	67	73	73
Abr-03	90	125	61	65	90	91	81	86	84
Mai-03	101	143	68	77	106	106	94	103	98
Jun-03	116	158	63	81	123	118	105	115	114
Jul-03	130	176	47	79	134	124	99	126	114
Ago-03	148	192	33	81	149	125	88	140	123
Set-03	163	204	23	83	169	122	81	157	136
Out-03	180	217	14	82	193	126	67	172	149
Nov-03	198	228	14	81	202	126	66	170	151
Dez-03	210	240	18	86	212	138	73	181	170

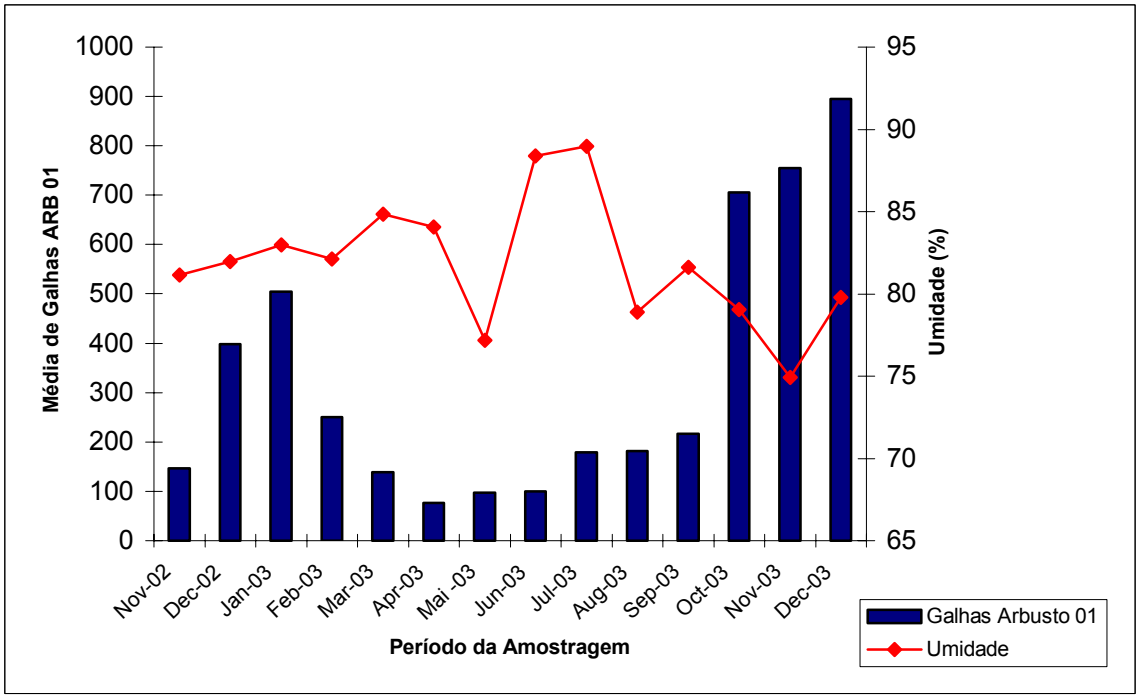
Anexo 06: Média do número de brotações/ramo monitorado/arbusto

Período	ARB 01	ARB 02	ARB 03	ARB 04	ARB 05	ARB 06	ARB 07	ARB 08	ARB 09
Nov-02	13	11	4	2	7	8	4	6	5
Dez-02	16	12	10	5	9	12	7	10	9
Jan-03	16	18	11	8	9	12	8	13	12
Fev-03	11	23	4	10	10	14	10	16	14
Mar-03	8	25	5	5	17	15	14	13	11
Abr-03	12	19	13	7	20	15	13	17	14
Mai-03	18	21	10	9	21	14	10	14	14
Jun-03	20	24	10	10	22	10	6	14	14
Jul-03	29	23	1	5	18	10	11	20	14
Ago-03	33	15	1	6	25	7	10	20	15
Set-03	28	16	2	5	27	7	14	25	20
Out-03	29	15	1	4	26	8	12	26	25
Nov-03	28	17	5	5	22	7	10	28	28
Dez-03	22	25	6	8	18	14	10	22	30

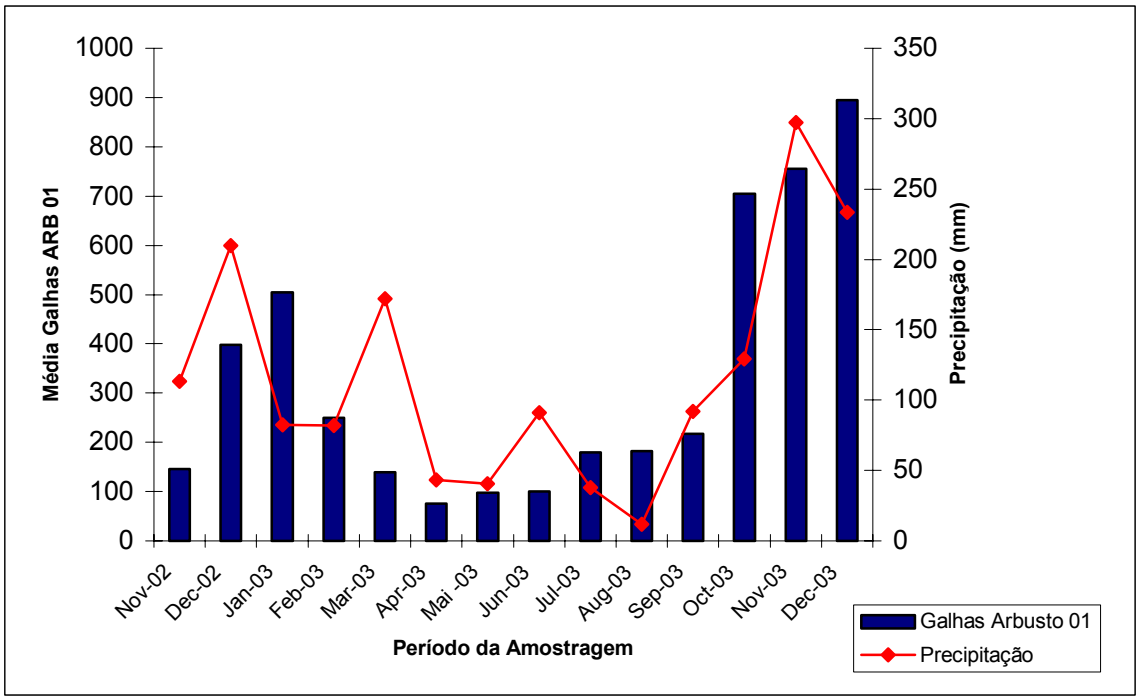
Anexo 07: Dados de Temperatura Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 01.



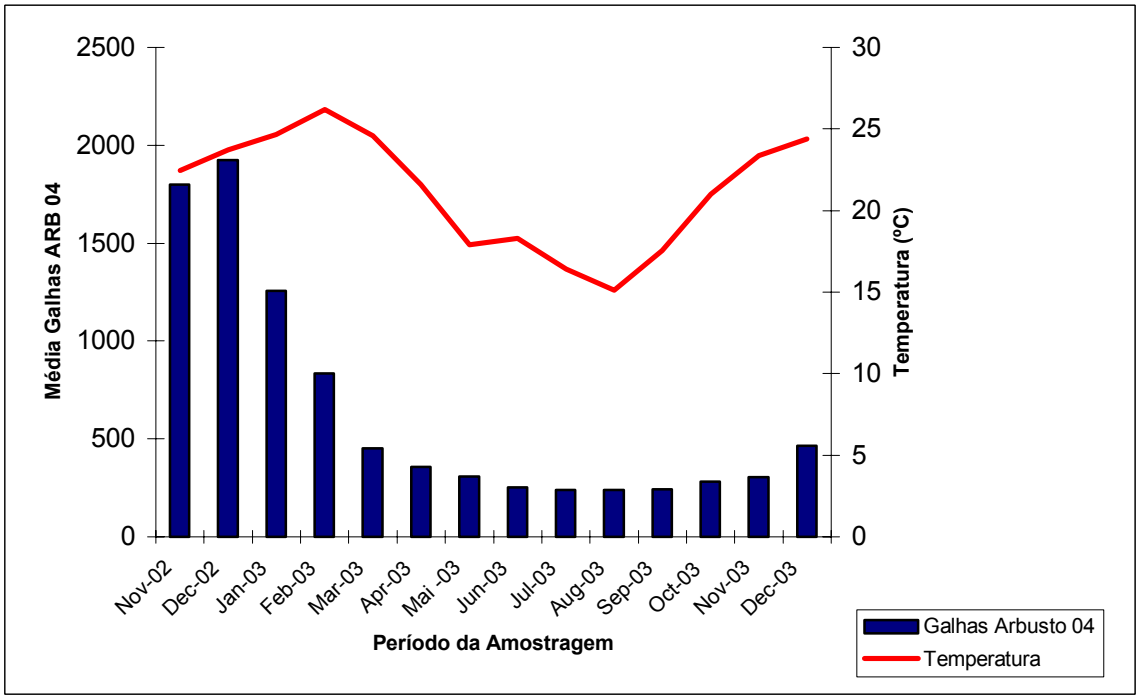
Anexo 08: Dados de Umidade Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 01.



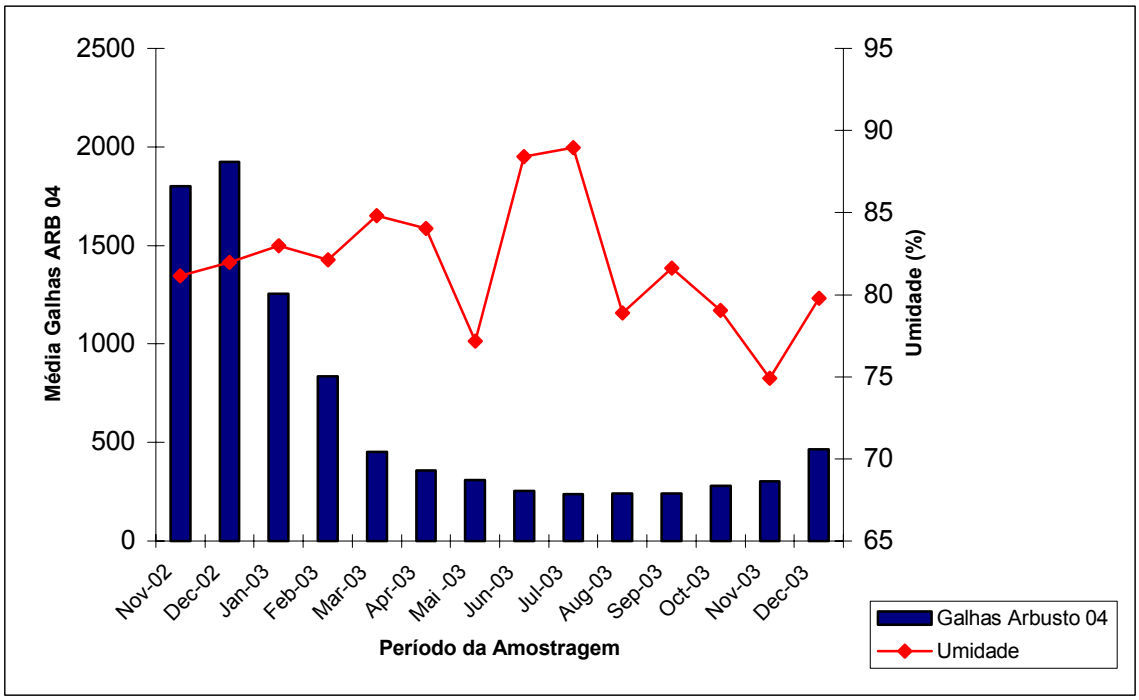
Anexo 09: Dados da Precipitação Pluviométrica comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 01.



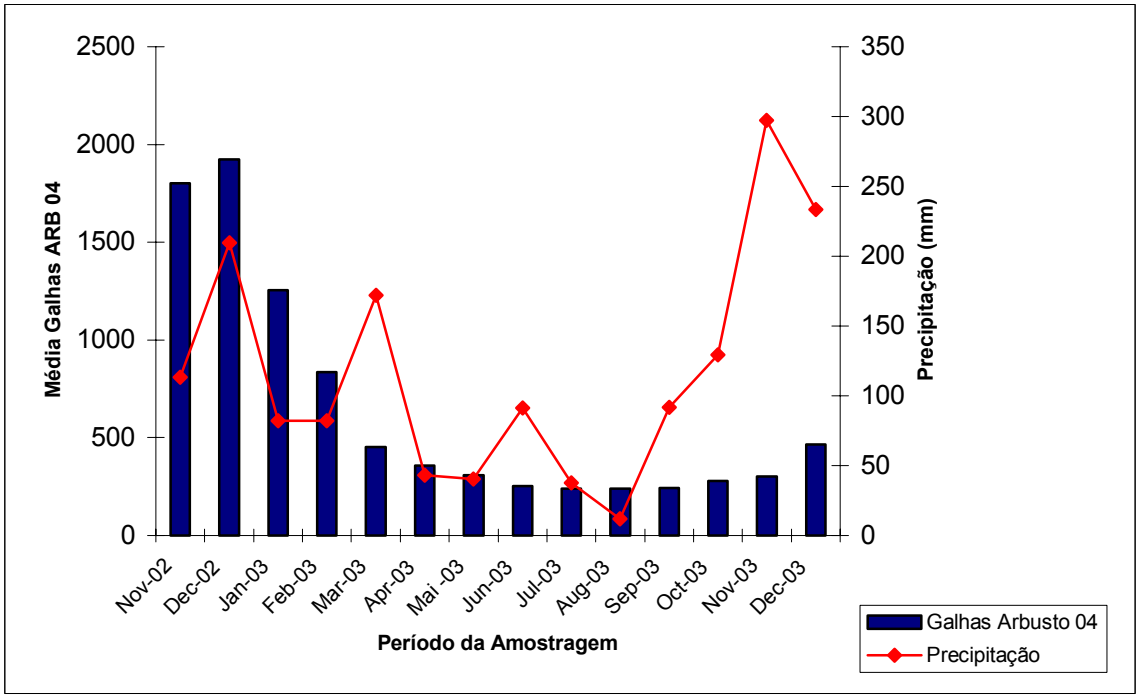
Anexo 10: Dados de Temperatura Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 04.



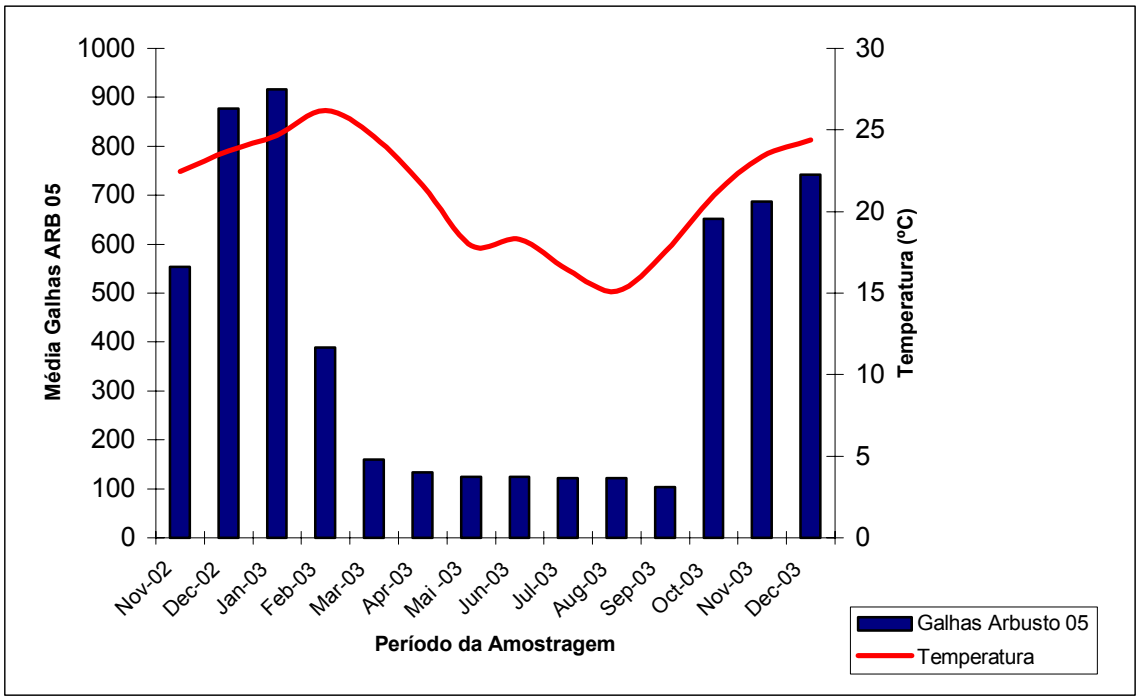
Anexo 11: Dados de Umidade Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 04.



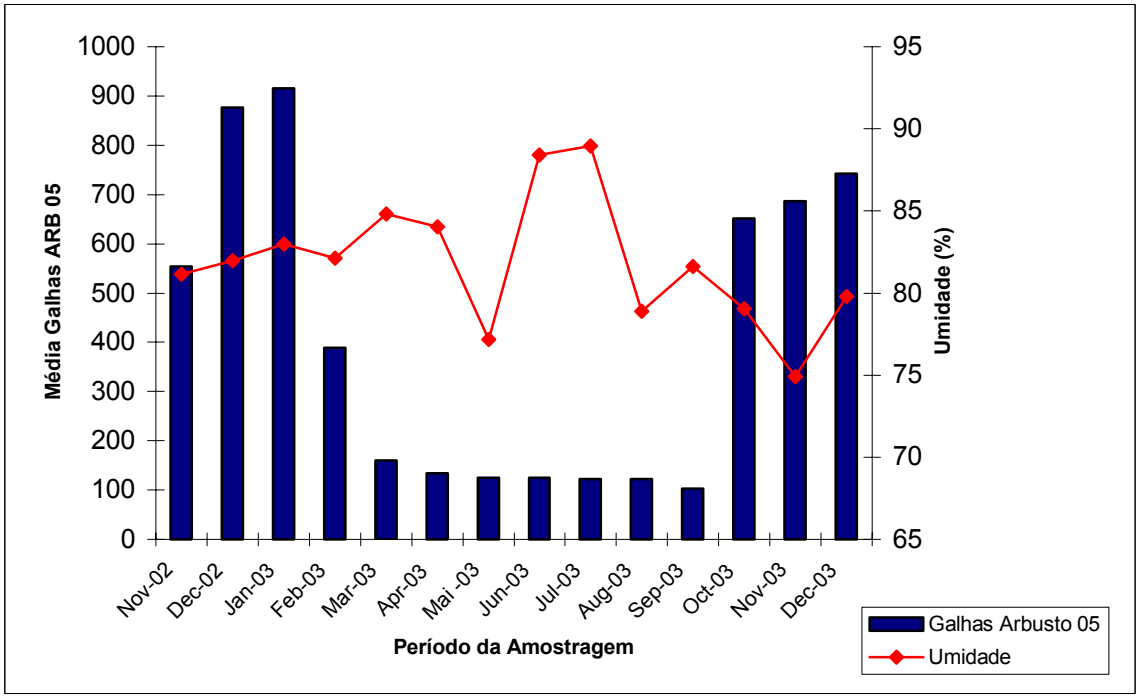
Anexo 12: Dados da Precipitação Pluviométrica comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 04.



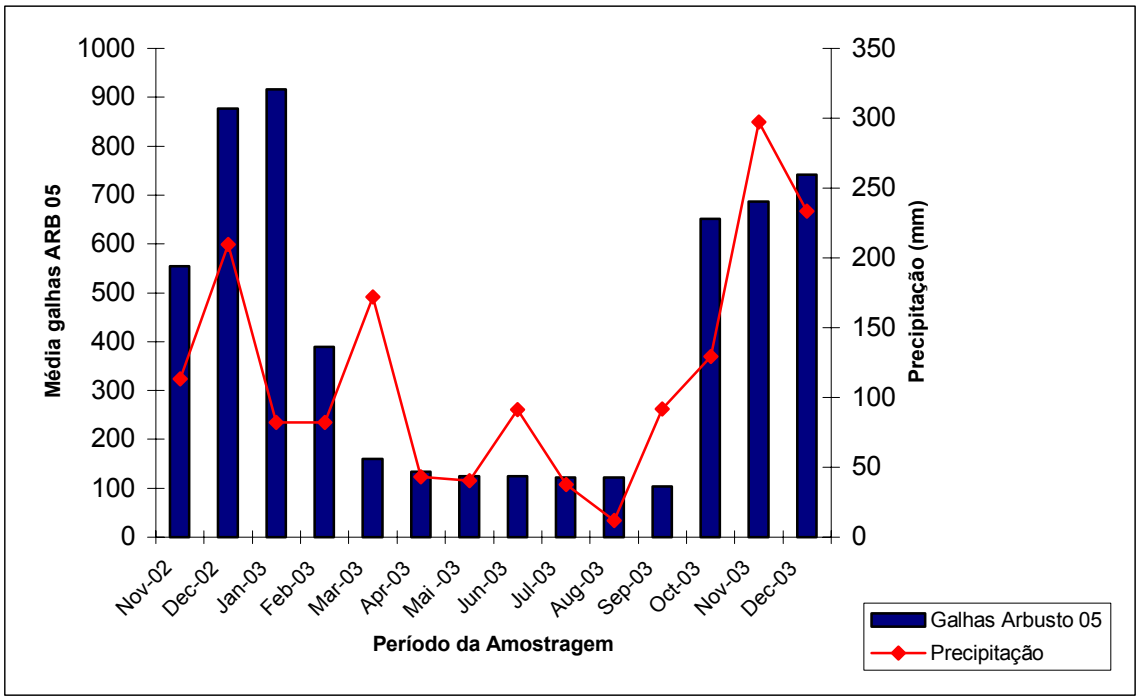
Anexo13: Dados de Temperatura Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 05.



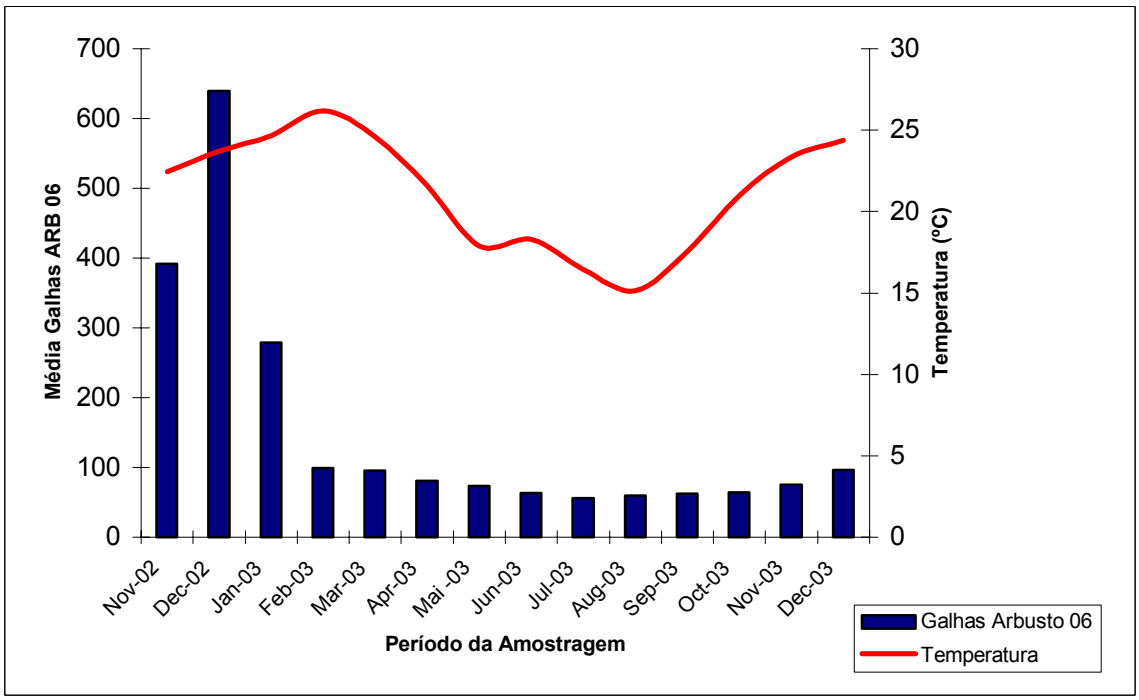
Anexo 14: Dados de Umidade Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 05.



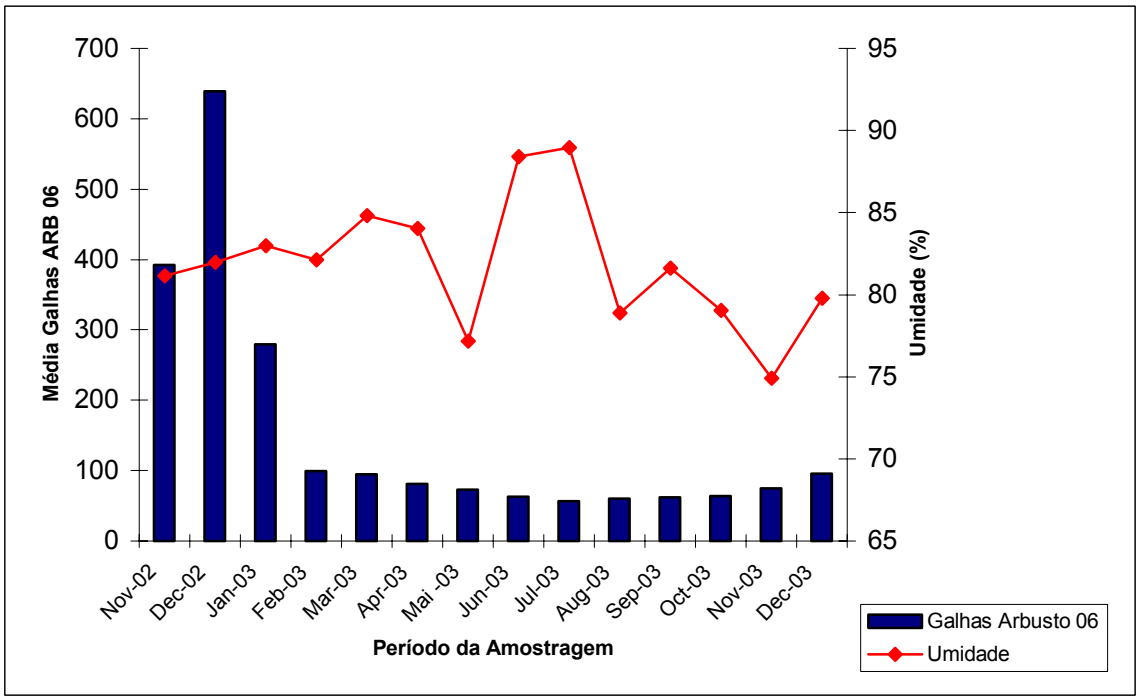
Anexo 15: Dados da Precipitação Pluviométrica comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 05.



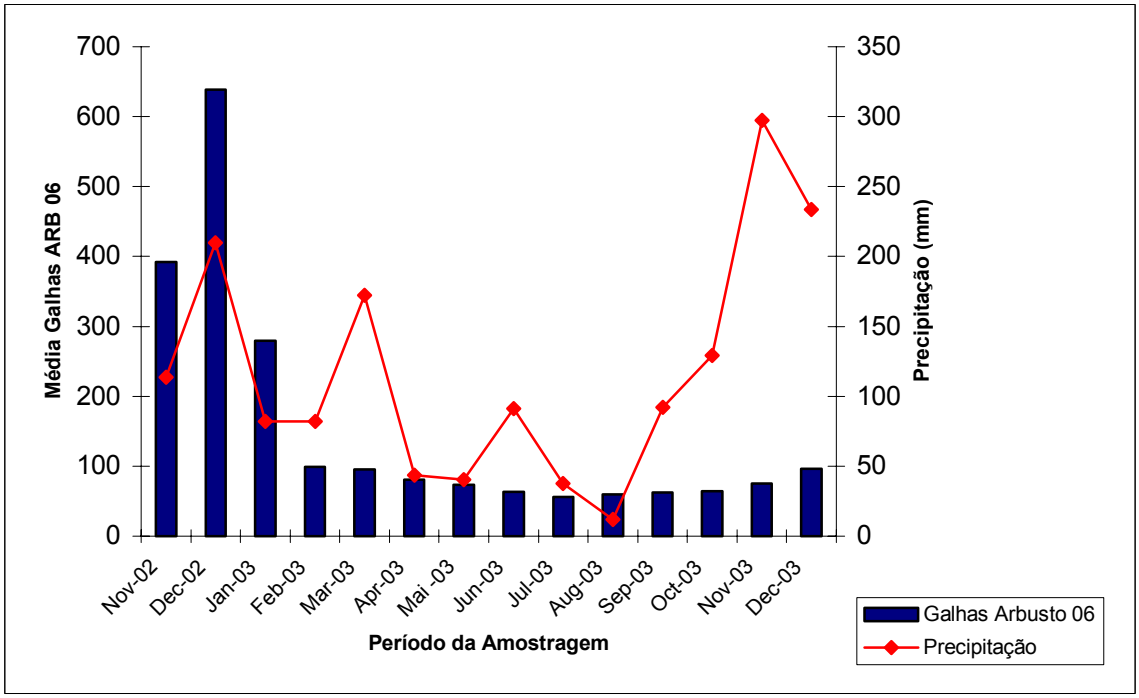
Anexo 16: Dados de Temperatura Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 06.



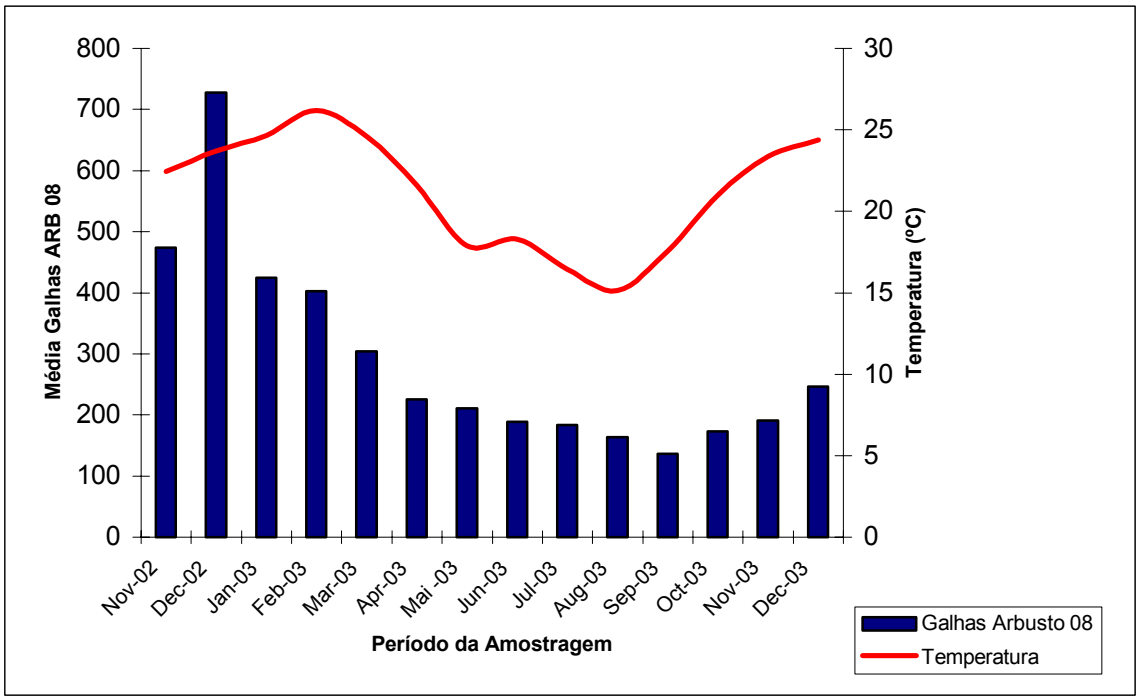
Anexo 17: Dados de Umidade Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 06.



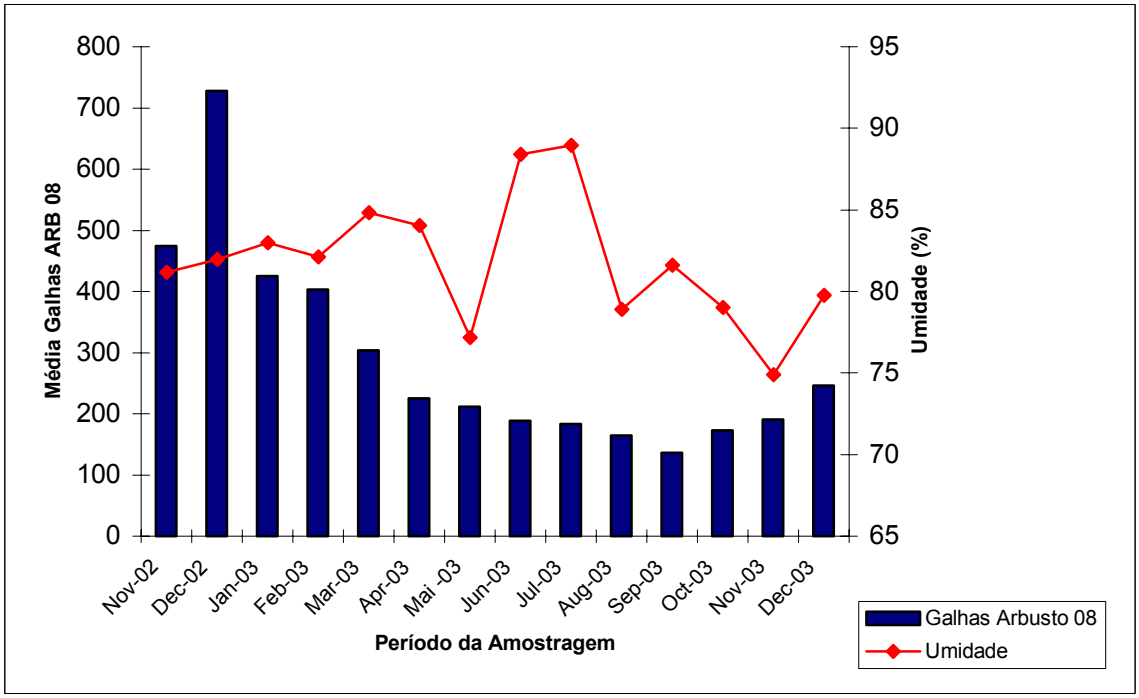
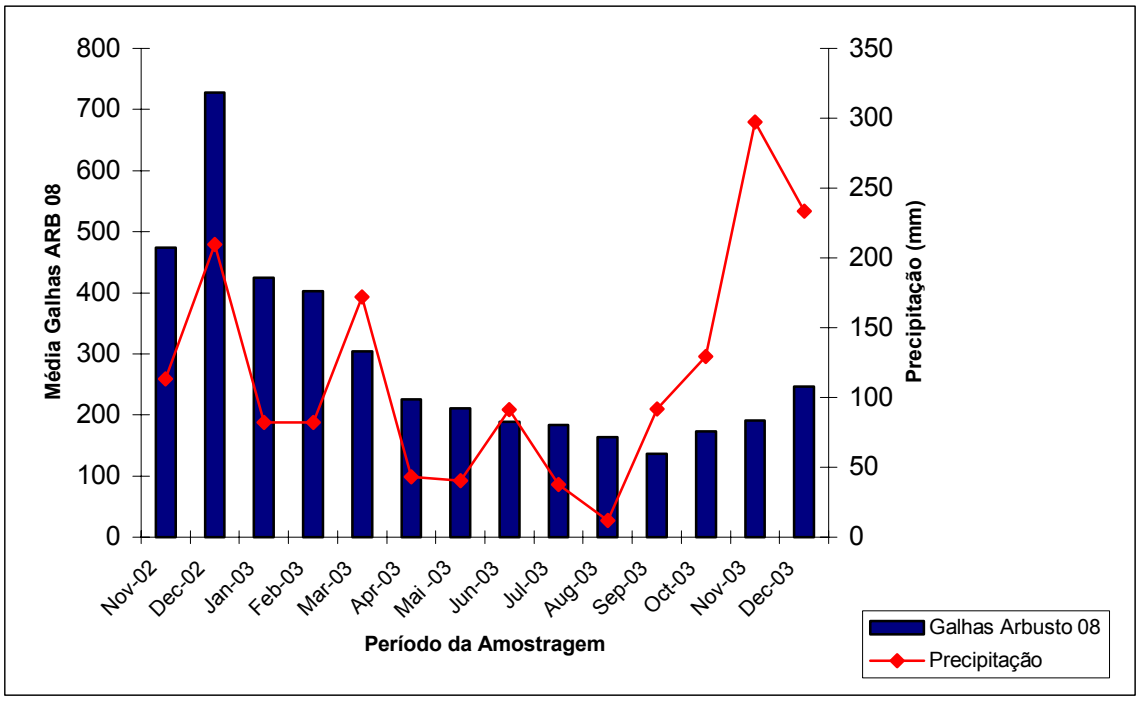
Anexo 18: Dados da Precipitação Pluviométrica comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 06.



Anexo 19: Dados de Temperatura Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 08.



Anexo 20: Dados de Umidade Média comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 08.



Anexo 21: Dados da Precipitação Pluviométrica comparada com o Número de Galhas do ramo monitorado do Arbusto 08.