**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de
Oncideres impluviata (Coleoptera: Cerambycidae)**

Maria Angélica Ono

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2015**

Maria Angélica Ono
Licenciada em Ciências Biológicas

**Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de
Oncideres impluviata (Coleoptera: Cerambycidae)**

Orientador:
Prof. Dr. **WESLEY AUGUSTO CONDE GODOY**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Ono, Maria Angélica

Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata*
(Coleoptera: Cerambycidae) / Maria Angélica Ono. -- Piracicaba, 2015.
67 p. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Séries temporais 2. Acácia negra 3. Dinâmica populacional 4. Cerambycidae I. Título

CDD 634.973321
O59d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Mais um degrau concluído

Aos meus pais, que na doçura em educar me ensinaram que o ter é mais fraco que
o ser e que sonhos nascem àqueles que acreditam, que uma palavra quando dita
com fé pode mudar todo o caminho...

As minhas sempre Tia Nê e Tia Dina (*in memoriam*) por me ensinar a arte de ter
um sorriso nos lábios mesmo quando tudo parece difícil.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Por muito tempo fiquei imaginando como começaria a escrever esse agradecimento. E como começar a agradecer sem antes me lembrar de Deus? Obrigada por mais essa conquista! Mas um trabalho não se constrói sozinha, então...

Obrigada à dona Teresa que além de mãe me incentivou a remar e a buscar mares mais profundos. Ao seu Getúlio, meu primeiro amor e chefe da casa quantas vezes me socorreu quando a minha ordem financeira tendia ao vermelho. Sonhos custam caro!

Ao professor Wesley pela orientação. “Se deu certo até agora porque seria diferente daqui pra frente”. Filosofia indiana, obrigada!

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia e Entomologia Florestal, obrigada por me receber, vocês fizeram a diferença. Elisângela que me colocou debaixo das asas e cuidou de mim como filha. Mama obrigada! Ana obrigada pelas trufas. Sales obrigada pela ajuda nas aulas de estatística. Juliana obrigada pela caneca do café. Chefia Walter obrigada pelos livros e por desempenhar a função de guarda costas. Adriano, pelas risadas e pela troca de conhecimento! Aline por incentivar os momentos de guloseimas de todo mês, como era bom reunir em torno da bancada e rir aquele riso frouxo. Bruno e Jéssica pela nova amizade. A todos vocês obrigada pelo cafezinho de todo dia, até mesmo quando me enganavam com isopor de *marshmallow* e me faziam madrugar no lab. pelo falso bolo de brigadeiro. Vitor, Juan, Alexandre, Ivan, Enrico, Thaís, Carol Castro e tantos outros Rafinhas, obrigada pela amizade e pelos momentos de descontração. Carol, obrigada pela carona de todo dia, aprender metapopulação com você se tornou mais fácil. Denise e Fran, obrigada por me levar pra comer, saco vazio não para em pé! Lígia, obrigada pela “forcinha” para terminar as gaiolas. João Gorá obrigada pela ajuda nas estufas, nunca vou esquecer o dia que capinei e “dirigi” um carrinho de mão. Descobri que pegar na enxada tem todo um ritual e também sou um perigo na direção. Chico, Dino, Carlinhos, Willian e Carlão obrigada pela força braçal. Nicolas, graças a você não estraguei minhas unhas na primeira remessa de gaiolas. Moisés obrigada por ajudar a pensar em uma gaiola simples, rápida e de baixo custo.

A turma da farofa obrigada pela antiga amizade e pelas mensagens de incentivo. Cá, Léo, Jú obrigada pelo empurrãozinho. Rô meu maninho, obrigada por me manter informada dos acontecimentos de dentro de casa, cada foto recebida era motivo de alegria. Alessandra por me encorajar e por tirar minha dor de tensão.

Agradeço a TANAGRO S/A pelo fornecimento dos galhos e mudas de acácia negra, bem como os dados da série temporal para a realização desse trabalho. Ao professor Antonio

Higa (UFPR) e a professora Luciana Duque Silva (ESALQ) pela parceria. Aos Professores Ubirajara Martins (Museu de Zoologia - USP, *in memoriam*) e Sinval Silveira Neto (ESALQ/USP) por ajudar com informações sobre sexagem dos adultos de *Oncideres impluviata* e também pela identificação dos demais cerambicídeos emergidos dos galhos. Ao Professor Carlos_Flechtmann (UNESP) pela identificação dos exemplares da família Cleridae.

Enfim, ao Programa de Pós Graduação em Entomologia do Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP, obrigada pela oportunidade. Sou grata a CAPES e a FEALQ pela concessão da bolsa.

Assim como numa interação trófica os efeitos diretos e indiretos são muitos e acabam refletindo no sistema como um todo, seria impossível descartar todos os fatores que contribuíram com a execução desse trabalho. Tudo e todos que passaram mesmo que na tangente, somaram forças na finalização dessa etapa.

Sempre há um motivo para agradecer, mesmo quando não percebemos...

Obrigada!

“ Bom, às vezes a vida é dura, mas eu tenho muita coisa para agradecer
(A Cabana)

E então chegou o momento em que a vida da larva já não fazia mais sentido

Nada mais havia a ser aprendido

E a larva dentro do galho seco e escuro pensou que era chegado o fim

Aquietou se, e de repente começou a sonhar

Sonhos de cerambicídeos a procurar galhos mais altos e mais saborosos.

(Maria Angélica Ono)

*Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.
Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou;*

(Eclesiastes 3: 1-2)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 <i>Acacia</i> spp., sua distribuição pelo mundo e no Brasil.....	19
2.2 Acácia negra e sua importância econômica.....	20
2.3 Pragas de Acácia negra.....	20
2.4 <i>Oncideres impluviata</i>	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1.1 Dinâmica de galhos quebrados por <i>Oncideres impluviata</i>	25
3.1.2 Áreas e período de estudo.....	25
3.1.3 Análise estatística.....	26
3.1.4 Modelo ecológico	26
3.2 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados por <i>Oncideres impluviata</i>	29
3.2.1 Áreas de coleta dos galhos quebrados.....	29
3.2.2 Períodos da realização da coleta, características e volume de galhos.....	29
3.2.3 Acomodação e manutenção dos galhos roletados.....	30
3.2.4 Identificação dos adultos emergidos.....	30
3.2.5 Análises estatísticas.....	30
3.2.6 Similaridade entre as áreas.....	31
4 RESULTADOS.....	33
4.1 Dinâmica de galhos quebrados de acácia negra por <i>Oncideres impluviata</i>	33
5 DISCUSSÃO.....	43
5.1 Dinâmica de galhos quebrados de acácia negra por <i>Oncideres impluviata</i>	43
RESULTADOS.....	49
6.1 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados de acácia negra.....	49
7 DISCUSSÃO.....	53
7.2 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados de acácia negra.....	53
8 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)

Neste estudo a dinâmica de quebra de galhos de acácia negra foi investigada com análise de séries temporais e modelagem ecológica, em conjunto de dados obtidos durante oito anos, visando compreender como se dá o comportamento de *Oncideres impluviata* (Coleoptera, Cerambycidae) em diferentes áreas de plantios florestais, em fazendas localizadas em diferentes municípios do Rio Grande do Sul. A diversidade de cerambicídeos também foi analisada em duas fazendas localizadas no município de maior abundância de *O. impluviata*. Os resultados sugerem que a maior abundância de galhos quebrados se dá em Cristal e Encruzilhada do Sul. O município de Piratini exibiu menor densidade de galhos quebrados, entretanto, a projeção dos valores médios de galhos seguiu um padrão aparentemente exponencial para Cristal e Encruzilhada do Sul e sigmóide para Piratini. As funções de autocorrelação e autocorrelação parcial não evidenciaram claras tendências de ciclos nas séries para os três municípios, mas as tendências de ocorrência de picos similares aos surtos diferiram nos três municípios quando a análise espectral foi aplicada. A dinâmica analisada pela equação de Ricker indicou a ocorrência de equilíbrio estável, ciclo limite e comportamento caótico nos três municípios, porém, com menor prevalência de caos em Piratini. A migração espacial mostrou maior poder de estabilização populacional em Cristal e Encruzilhada do Sul em razão das maiores taxas de crescimento presentes nestes municípios. Quinze espécies de cerambicídeos foram encontradas em duas fazendas pertencentes ao município de Encruzilhada do Sul e *Oncideres impluviata*, *Nesozineus alphoides* e *Ygapema delicata* foram as espécies de cerambicídeos mais abundantes nas áreas analisadas. As curvas de rarefação atingiram assíntotas de forma satisfatória, comprovando a suficiência do esforço amostral.

Palavras-chave: Séries temporais; Acácia negra; Dinâmica populacional; Cerambycidae

ABSTRACT

Dynamics of infestation in *Acacia mearnsii* and ecology of *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)

In this study, the dynamics of black wattle broken branches was investigated with time series analysis and ecological modeling in dataset obtained during eight years, in order to understand how *O. impluviata* (Coleoptera, Cerambycidae) behaves in different forests placed in farms of different municipalities of the Rio Grande do Sul, Brazil. The diversity of cerambycids was also analysed in two farms placed in the municipality with the highest abundance of *O. impluviata*. The results suggest that higher abundance of broken branches occurs in Cristal and Encruzilhada do Sul. Piratini exhibited the lowest density of broken branches, however, the projection of mean values of branches followed an apparently exponential pattern in Cristal and Encruzilhada do Sul and sigmoid in Piratini. The autocorrelation and partial autocorrelation functions did not show clear trends of cycles in the series of the three municipalities, but the peak occurrence trends similar to the outbreaks differed in the three municipalities when the spectral analysis was applied. The dynamics analysed with the Ricker equation indicated stable equilibrium, limit cycle and chaos in the three municipalities, but, with lower prevalence in Piratini. The spatial migration showed higher power to stabilize population in Cristal and Encruzilhada do Sul in response to high growth rates in these municipalities. Fifteen species of cerambycids were found in the two farms in Encruzilhada do Sul and *O. impluviata*, *Nesozineus alphoides* and *Ygapema delicate* were the most abundant species in the areas. The rarefaction curves showed satisfactory asymptotes, confirming the adequacy of the sampling effort.

Keywords: Times series; Black wattle; Populational dynamics; Cerambycidae

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Acacia* é um dos maiores grupos das angiospermas com aproximadamente 1.300 espécies arbóreas e arbustivas (ENDRESS, 1994; SEIGLER, 2002), sendo mais de 800 espécies endêmicas da Austrália (YAZAKI, 1997). Por ser uma planta multifuncional e de amplo valor comercial o gênero cosmopolita passou a ser cultivado em várias partes do mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre (JOLY, 1998), onde tem desempenhado papel importante no desenvolvimento econômico (STEIN; TONIETTO, 1997). Dentre as espécies do gênero, destaca-se *Acacia mearnsii* De Wild., popularmente conhecida como acácia negra, que além de ser cultivada por ser a principal fonte de tanino, também fornece cavacos de madeira que atende a indústria de celulose (GRIFFIN et al., 2011). A plantação comercial dessa essência florestal tem significativa expressão no Brasil, com estimativas de áreas plantadas atingindo até 205,000 ha (HIGA; RESENDE, 1994; STEIN; TONIETTO, 1997; ILDIS, 2002, 2007; NAIR, 2007; FOELKEL, 2008; ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013). A espécie é intensamente cultivada no Estado do Rio Grande do Sul, onde se consolidou como uma atividade de cunho socioeconômico, trazendo benefícios para diversos municípios (SCHNEIDER; TONINI, 2003).

Problemas fitossanitários são comuns nos plantios de acácia negra, dos quais se destacam patógenos, como por exemplo o fungo do gênero *Phytophthora*, conhecido como causador da gomose, além de ataques de pragas, como a lagarta pertencente a espécie *Adeloneivaia subangulata* (Lepidoptera: Saturniidae) e o besouro *Platypus sulcatus* (Coleoptera: Platypodidae) (MARTINEZ, 2006). Há ainda outros insetos já reconhecidos como pragas importantes ou com alto potencial para ameaçar o cenário da acacicultura brasileira (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014), embora o besouro serrador *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) ainda continue sendo mencionado como o principal agente causador de severos danos nessa cultura (AMANTE et al., 1976; GALILEO; MARTINS, 2006; ONO; FERREIRA; GODOY, 2014).

Dentro da família Cerambycidae e subfamília Lamiinae estão incluídos os coleópteros denominados popularmente como besouros serradores, conhecidos por roletarem os galhos das árvores em pleno vigor (LIMA, 1955; GALILEO; MARTINS, 2006). No Brasil são conhecidos nove gêneros de besouros com hábitos serradores (SOUZA et al., 1995), dos quais o gênero *Oncideres* prevalece por apresentar maior diversidade de espécies com registro de ocorrência em quase todas as regiões do Brasil, além de explorar grande diversidade de plantas hospedeiras (LINSLEY, 1959; MONNÉ, 2002; GALILEO; MARTINS, 2006). *O. impluviata* ataca aproximadamente 12 plantas hospedeiras, divididas entre as subfamílias Mimosaceae; Caesalpiniaceae e Aquifoliaceae, incluindo a espécie acácia negra (GALILEO; MARTINS, 2006).

Os danos causados por *O. impluviata* nos acaciais brasileiros advém do comportamento da fêmea do inseto que roleta a casca até atingir a região do alburno, fazendo incisões para realizar posturas a fim de estabelecer um ambiente propício ao desenvolvimento da larva, que necessita de madeira seca para o desenvolvimento (LINSLEY, 1959; AMANTE et al., 1976; PEDROZO, 1980). Com a interrupção de seiva, o galho enfraquecido acaba caindo no solo e a planta, sob ação do tecido meristemático, começa a emitir lateralmente novos galhos produzindo aspecto bifurcado, característica típica de infestação dessa praga (AMANTE et al., 1976; CALDERÓN- CORTÉS; QUESADA; ESCALERA- VASQUÉZ, 2011).

A emergência do cerambicídeo ocorre com maior frequência e abundância no mês outubro (AMANTE et al., 1976), porém o adulto já foi coletado nos meses de dezembro a março e excepcionalmente no mês de julho (GALILEO; MARTINS, 2006). O ciclo biológico do serrador da acácia negra se completa dentro de um ano e se assemelha muito com o ciclo de *Oncideres saga* (Lamiinae), podendo variar quando as condições climáticas são adversas ao seu desenvolvimento (BAUCKE, 1958; PEDROZO, 1980; RICE, 1986). O ataque do inseto pode ocasionar a morte de plantas com idade inferior a quatro anos. Plantas mais velhas são mais propícias à recuperação, porém tem a sua arquitetura alterada devido à emissão de galhos laterais (AMANTE et al., 1976; CALDERÓN- CORTÉS; QUESADA; ESCALERA- VASQUÉZ, 2011).

As ações efetivamente empregadas para o controle de *O. impluviata*, seja pela destruição e queima de galhos regularmente realizada no Rio Grande do Sul, ou mesmo pela ação de inimigos naturais, carecem de rigoroso monitoramento da

população do cerambicídeo e de insetos com potencial para agentes controladores. Os procedimentos vinculados ao monitoramento da praga envolvem o uso de ferramentas analíticas capazes de lidar com avaliações quantitativas. A estimativa do nível de infestação do serrador sobre acácia negra ao longo do tempo consiste de ação essencial para compreender a dinâmica populacional do inseto. Em se tratando de inseto com ciclo anual, séries temporais são necessárias para investigar o comportamento dinâmico da população, sobretudo no tocante aos ataques de galhos. Porém, a obtenção das séries temporais é dificultada pela necessidade de extensos períodos de tempo, necessários para adequada avaliação das tendências populacionais. A estimativa da presença e ataque do cerambicídeo sobre os talhões de acácia negra pode ser indiretamente obtida pela análise de dados de monitoramento de galhos cortados por *O. impluviata*.

As séries temporais são úteis para investigar o comportamento dinâmico da população, sobretudo no tocante aos ataques aos galhos. Os valores obtidos das séries podem ser analisados por meio de correlogramas e periodogramas, módulos analíticos comuns em análise de séries temporais, além de modelos matemáticos adequados para avaliar padrões de flutuação ou projetar tendências populacionais (FREIRE et al., 2005; SUJII; TIGANO; SOSA-GOMES, 2002). As séries temporais caracterizam-se pela composição numérica sequencial que expressa variação populacional regularmente espaçada no tempo (CRAWLEY, 2007). A trajetória que aparece em séries temporais pode ser caracterizada por padrões de flutuação que muitas vezes indicam a presença de ciclos populacionais ou mesmo a variação incidental (CRAWLEY, 2007).

As funções de autocorrelação e autocorrelação parcial são comumente empregadas para avaliar os padrões de variação das séries (CRAWLEY, 2007). As séries são geralmente obtidas a partir de censos periódicos em áreas específicas. Em séries temporais de populações de insetos, geralmente é comum a observação de picos e quedas populacionais, que muitas vezes podem se tornar recorrentes, porém, caracterizados por largo espectro, resultando em explosões populacionais ou decréscimos drásticos indesejáveis por diversas razões (SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000). Para estes casos, é particularmente importante a realização de análises para projetar o risco de ocorrência destes níveis populacionais, a fim de que, previamente ao evento surto, medidas preventivas sejam aplicadas (BART; FLIGNER; NOTZ, 1998).

Já a modelagem matemática emerge geralmente de abstrações dos problemas, mas também de generalizações com a finalidade de compreender problemas complexos por meio de simbologia simples, prestando-se também à previsão de tendências (GOTELLI, 2001). Os modelos bem construídos e fundamentados na biologia do sistema dão suporte para fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim compreender o mundo real para intervir nele conforme a necessidade (BASSANEZI, 2002).

Para uma avaliação global do sistema, descrevendo os possíveis comportamentos para diferentes valores dos parâmetros, recorre-se à análise de sensibilidade com diagramas de bifurcação. A análise de sensibilidade é normalmente conduzida empregando a teoria de bifurcação (MAY; OSTER, 1976). Para modelos com dependência da densidade, como por exemplo, o modelo de Ricker (1942), o comportamento populacional depende essencialmente da magnitude dos valores de r (taxa de crescimento) e K (capacidade suporte). Quando se introduz a dimensão espacial (m) em modelos de crescimento como o de Ricker, a migração também pode influenciar o comportamento da população. Dessa forma, o aumento nos valores destes parâmetros gera usualmente modificações qualitativas no comportamento dinâmico da população, desde equilíbrio estável de um ponto, passando por ciclos até o regime caótico (MAY; OSTER, 1976). Assim, os valores dos parâmetros definem as regiões onde os pontos fixos podem ser atratores ou repulsores.

Com o presente estudo pretende-se investigar a dinâmica populacional de *O. impluviata* pela análise de séries temporais de galhos quebrados, coletados em talhões de acácia negra, explorar a dinâmica populacional de *O. impluviata* com modelo ecológico estruturado no tempo e no espaço por meio da estimativa dos galhos quebrados e identificar a fauna de cerambicídeos, coletados através dos galhos quebrados colhidos em talhões de acácia negra no Rio Grande do Sul com o intuito de obter um maior conhecimento sobre a bioecologia da espécie, bem como de seus potenciais inimigos naturais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Acacia* spp., sua distribuição pelo mundo e no Brasil

O gênero *Acacia* (Leguminosae-Mimosoideae) compõe um dos maiores grupos de angiospermas com aproximadamente 1.300 espécies arbóreas e arbustivas (ENDRESS, 1994; SEIGLER, 2002), sendo que mais de 800 espécies são endêmicas da Austrália. Dentre as espécies, se destaca *Acacia mearnsii* De Wild. (YAZAKI, 1997), cujo gênero é cosmopolita e predomina principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre (JOLY, 1998).

Acacia mearnsii é popularmente conhecida como acácia negra e é caracterizada por ser uma árvore de folhagem verde-escura, com altura variando entre 10 a 30 metros e desenvolvimento bem sucedido em variados tipos de solo (SHERRY, 1971). A distribuição natural de acácia negra está restrita à região Sudeste da Austrália e Tasmânia. Entretanto, por apresentar propriedades que favorecem a colonização em áreas alteradas e degradadas, a espécie também é marcada pela habilidade de se adaptar aos mais diversos ambientes (KANNEGIESSER, 1990). Com tantos fatores que propiciam a presença da espécie, acácia negra não ficou limitada somente a sua região de predomínio inicial, estendendo-se também pela África, Ásia e América do Sul (BOOTH, 1997).

As primeiras sementes de acácia negra foram trazidas ao Brasil a partir da África em 1928 e a espécie adaptou-se muito bem ao clima ameno encontrado no Rio Grande do Sul, onde se consolidou como importante cultivo de ordem econômica (OLIVEIRA, 1968; FLEIG; SCHNEIDER; BRUM, 1993; STEIN; TONIETTO, 1997). Desde os meados de 1930 a acácia negra tem se destacado como uma importante atividade florestal, tirando o Brasil da condição de grande importador de tanino e conferindo-lhe autossuficiência (SCHNEIDER; TONINI, 2003). As plantações de acácia negra em território brasileiro abrangem cerca de 140,000 a 200,000 hectares (HIGA; RESENDE, 1994; STEIN; TONIETTO, 1997; ILDIS, 2002, 2007; NAIR, 2007; ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013). Estima-se que aproximadamente 60% das plantações de acácia negra no país sejam cultivadas por pequenos produtores, fato esse que contribui para a elevação sócio econômica regional (ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013). As plantações são

encontradas principalmente nos locais próximos aos centros consumidores da casca, concentrando-se nos municípios vizinhos a Montenegro, RS (SCHNEIDER et al., 2000). A floresta plantada de acácia negra, juntamente com as espécies de seringueira, teca e araucária ocupa o terceiro lugar de destaque no Brasil, perdendo somente para eucalipto e pinus (ABRAF, 2013).

2.2 Acácia negra e sua importância econômica

Mundialmente a espécie é conhecida como a maior fonte de extração de tanino condensado (BOLAND, 2006; SHERRY, 1971). A casca, segundo Sherry (1971), apresenta conteúdo de tanino superior a 30%, mas considerando talhões de acácia negra com idade de 3 a 8 anos, o percentual pode variar entre 9,4% e 18,7% (SCHNEIDER; TONINI, 2003). Apesar do tanino ser explorado como a principal matéria prima empregado no setor curtumeiro, o extrato vegetal é também utilizado em grande escala como agente floculante e produto base na indústria farmacêutica (MAESTRI, 1992; SEIGLER, 2002). Battestin, Matsuda e Macedo (2004), também enfatizaram o uso do tanino na fabricação de colas fenólicas e no processo de clarificação de bebidas alcoólicas. Por apresentar uma madeira densa e resistente, cavacos de acácia negra são exportados, principalmente para a indústria japonesa (LISBOA, 2009). A essência florestal também pode ser empregada como fonte de combustível, além de servir como produto base na síntese de carvão vegetal (BOLAND, 2006). Devido ao seu baixo teor de lignina, atualmente a espécie vem sendo explorada na produção de celulose (MARTINEZ, 2006), sendo também promissora na fabricação de chapas aglomeradas estruturais em mistura com *Pinus elliotii* e *Eucalyptus grandis*, conferindo maiores vantagens quando misturadas (HILLIG; HASELEIN; SANTINI, 2002).

2.3 Pragas de Acácia negra

A ocorrência de insetos praga em *Acacia mearnsii* foi documentada por Nair (2007) na Austrália, África do Sul, Quênia, China, Índia, com dois relatos relevantes para o Brasil. Um inquérito realizado na África do Sul, demonstrou presença significativa de insetos fitófagos associados com *Acacia* spp. (HEPBURN 1966; SWAIN; PRINSLOO, 1986), sendo muitos deles pertencentes à ordem Coleoptera

(46,1%), Lepidoptera (35,7%), Hemiptera (11,8%), Isoptera (3,6%), Psocoptera (1,4%), Orthoptera (0,9%) e Thysanoptera (0,5%). Govender (2007) registrou a existência de 14 grupos de insetos responsáveis pela mortalidade em aproximadamente de 60% em mudas de acácia negra. Foram constatadas espécies pertencentes à ordem Coleoptera, incluindo a família Scarabaeidae e a subfamília Rutelinae e Melolonthinae, integrando o grupo taxonômico dominante. A entomofauna da acacicultura brasileira está associada com os diferentes estágios fenológicos da planta (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014). Insetos são vistos como um grande problema fitossanitário, no qual os danos são quantificados de acordo com a densidade populacional e o tamanho da área cultivada (STEIN; TONIETTO, 1997). As injúrias causadas pelas pragas atingem todo o complexo vegetal, desde tecidos foliares, casca, madeira, sementes e até raízes (SEARLE, 1997). As ordens de insetos de maior predomínio sobre o cultivo de acácia negra no Brasil são Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014). Contudo, os maiores danos e perdas econômicas nessa cultura estão diretamente associados ao cerambicídeo *Oncideres impluviata* (AMANTE et al., 1976).

2.4 *Oncideres impluviata*

O gênero *Oncideres* é pertencente à família Cerambycidae, sendo considerado o grupo taxonômico mais importante e predominante nas plantações de acácia negra do Brasil (BAUCKE, 1958; AMANTE et al., 1976; MONNÉ, 2002; GALILEO, MARTINS, 2006; ONO; FERREIRA; GODOY, 2014). *Oncideres impluviata*, embora seja a principal praga da acácia negra também infesta outras plantas hospedeiras pertencentes às famílias Mimosaceae, Caesalpiniaceae e Aquifoliaceae, com relatos de ocorrência em diversos estados brasileiros, além de outros países, como Paraguai, Argentina e Uruguai. Porém, a concentração da praga ocorre principalmente no estado do Rio Grande do Sul (BAUCKE, 1958; AMANTE et al., 1976; GALILEO, MARTINS, 2006; SEFFRIN et al., 2006), provavelmente em decorrência da grande área de plantio de acácia negra (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014).

Os representantes do gênero *Oncideres* possuem hábito bastante peculiar, caracterizado por roletar os galhos de árvores em pleno vigor, razão pela qual são

denominados serradores (LIMA, 1955; LINSLEY, 1959). A fêmea do inseto, após a cópula, serra a casca da árvore com a ajuda da mandíbula até atingir a região do alburno, onde realiza incisões secundárias para efetuar posturas e estabelecer um ambiente propício ao desenvolvimento da larva (AMANTE et al., 1976; PEDROZO, 1980), provocando dessa forma o enfraquecimento do galho e posteriormente sua queda (AMANTE et al., 1976).

Este comportamento interrompe o fluxo de seiva, substância com grande concentração de nutrientes resultantes do processo de fotossíntese, que favorece o crescimento e o desenvolvimento da larva, que se alimenta de madeira seca em decomposição, criando galerias longitudinais no interior dos galhos (PEDROSA-MACEDO et al., 1993). A duração do período larval atinge cerca de um ano e os adultos geralmente são encontrados entre os meses de Outubro a Janeiro, quando há nova infestação da praga (BAUCKE, 1958; AMANTE et al., 1976; GALILEO, MARTINS, 2006).

O inseto ao seccionar o galho, além de interferir no fluxo de seiva, também quebra a dominância apical e altera a arquitetura da planta, que em resposta ao dano passa a emitir galhos laterais (CALDERÓN-CORTÉS; QUESADA; ESCALERA-VASQUÉZ, 2011). Com a necrose do tecido vegetal, plantações de acácia negra com idade inferior a cinco anos podem ser dizimadas. Contudo, a injúria tende a ser mais frequente em plantas com idade mais avançada, que adquirem o formato de forquilha, denunciando a presença da praga (AMANTE et al., 1976). Mesmo demonstrando preferencia por plantas mais velhas, que exibem diâmetro dos galhos maior, o que favorece o desenvolvimento larval, *O. impluviata* pode atacar plantas de acácia negra de todas as idades. Estudos prévios tem demonstrado que a densidade populacional do inseto atua como fator influente na escolha do diâmetro do galho a ser roletado pelas fêmeas (COSTA; MARQUES, 1988; LINK; COSTA, 1993, LINK; COSTA; THUM, 1994).

A área de plantio anual de acácia negra no Rio Grande do Sul tem decrescido em ritmo significativo ultimamente, em resposta ao dano causado por *O. impluviata*, que não tem sido suficientemente controlado conforme determina a legislação específica para a região. O método de controle de *O. impluviata* mais comumente empregado é a coleta manual dos galhos caídos e infestados seguido da sua queima, durante os meses de Abril a Julho. (AMANTE et al., 1976). Este método, apesar de intensamente utilizado, não tem se mostrado totalmente eficaz, pois, além

de dificilmente cobrir 100% da área, também elimina os potenciais inimigos naturais do cerambicídeo (KIRCH, 1983).

Entretanto, apesar de ainda não se conhecer implementações sistemáticas direcionadas para o controle biológico, há registros de potenciais inimigos naturais atuando no sistema (KIRCH, 1983). Himenópteros, principalmente da família Braconidae, tem se mostrado com potencial para o combate ao serrador (BAUCKE, 1958). Costa (1986) já relatou predadores de insetos da família Formicidae, larvas de *Cregya difformis* (Cleridae) e uma concentração de insetos da ordem Dermaptera atuando no galho de forma eficiente. O controle químico também pode ser empregado, fazendo uso de inseticidas, porém há poucas referências sobre sua ação (BAUCKE, 1958).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Dinâmica de galhos quebrados por *Oncideres impluviata*

3.1.2 Áreas e período de Estudo

As plantações florestais de acácia negra no Brasil estão concentradas no estado do Rio Grande do Sul, onde são cultivadas em áreas independentes e distribuídas em municípios pertencentes ao mesmo estado. Os dados de galhos quebrados utilizados neste estudo foram obtidos das áreas de plantios de acácia negra pertencentes à TANAGRO S/A (Figura 1) localizada nos municípios de Cristal (30° 59' 59" Sul, 52° 02' 54" Oeste, temperatura média anual= 18,8°C e precipitação média pluviométrica= 1387 mm), Encruzilhada do Sul (30° 32' 38" Sul, 52° 31' 19" Oeste, temperatura média anual= 17,8°C e precipitação média pluviométrica= 1645 mm) e Piratini (31° 26' 53" Sul, 53° 06' 15" Oeste, temperatura média anual= 17,20°C e precipitação média pluviométrica anual= 1412 mm). Um total de 15 fazendas com plantações de acácia negra tiveram os seus dados de registros de coleta de galhos selecionados para a realização desse estudo. O critério de escolha das fazendas foi a homogeneidade na extensão temporal dos dados obtidos, perfazendo um total de oito anos de coleta, de 2006. O registro do número de galhos cortados foi realizado seguindo o protocolo de monitoramento da empresa, fundamentado nas variáveis: área de plantio de acácia negra, ano, número de galhos coletados, número de funcionários responsáveis pela coleta, área de efetivo plantio (ha), galhos/hectare, hectares/homem/dia e galhos/homem/dia.

Figura 1- Municípios do Rio Grande do Sul onde os galhos foram obtidos.
(A) Cristal, (B) Encruzilhada do Sul e (C) Piratini

3.1.3 Análise estatística

A dinâmica de galhos quebrados foi analisada pela avaliação da série temporal dentro dos três municípios acima mencionados. A série temporal foi analisada pelas funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, considerando “lags” nos passos de tempo de 1 a 4 e 7 a 10. Periodogramas (CRAWLEY, 2007) foram construídos e a análise espectral foi realizada para respectivamente investigar a ocorrência de ciclos e surtos, com projeções teóricas da probabilidade de ocorrência futura de surtos. Foram empregados também testes de correlação de Pearson e Spearman, com o intuito de verificar a correlação entre o número de galhos roletados e a temperatura ou precipitação das regiões de ocorrência. Os dados foram fornecidos pela empresa TANAGRO S/A, compilados e analisados no software R.

3.1.4 Modelo ecológico

A equação de Ricker (1942) em tempo discreto foi utilizada para analisar e comparar a dinâmica de flutuação de galhos roletados por *O. impluviata* nos municípios de Cristal, Encruzilhada do Sul e Piratini. A taxa de crescimento (r) foi

estimada a partir das sucessivas abundâncias de galhos quebrados em diferentes passos de tempo estruturados como $t, t+1, t+2... t+n$ (GOTELLI, 2009). A estimativa da capacidade suporte (K) foi feita com base no maior número de galhos quebrados durante o período analisado, ou seja, de 2006 a 2013, refletindo assim a maior densidade do inseto presente na área. O processo migratório de *O. impluviata* ($m_{i,j}$) entre diferentes áreas foi introduzido na equação de Ricker, com estruturação espacial dada por i e j indicando a fazenda doadora e a receptora de indivíduos respectivamente.

Cinco fazendas produtoras de acácia negra ($N1$ a $N5$) com séries obtidas ao longo dos oito anos foram selecionadas para a implementação do modelo de mapas acoplados em reticulado, atrelado à equação de Ricker. Assim, cada população de insetos roletando galhos em cada fazenda assumiu uma taxa migratória representada por m e uma fração não migratória dada por $1-m$. As cinco equações que descrevem o acoplamento entre populações locais preservando os atributos demográficos da equação de Ricker aparecem a seguir, sendo $m12$ a fração de indivíduos que migra do sitio 1 para o 2, $m13$ a fração de indivíduos que migra do sitio 1 para o 3 e assim sucessivamente. Os parâmetros r e K , respectivamente taxa de crescimento e capacidade suporte, foram numerados conforme cada um dos sítios populacionais e tiveram valores atribuídos de acordo com a variação da abundância populacional de cada fazenda.

$$N1_{t+1} = (1 - m12 - m13 - m14 - m15)[N1_t e^{r1(1-\frac{N1_t}{K1})}] + m21[N2_t e^{r2(1-\frac{N2_t}{K2})}] + m31[N3_t e^{r3(1-\frac{N3_t}{K3})}] + m41[N4_t e^{r4(1-\frac{N4_t}{K4})}] + m51[N5_t e^{r5(1-\frac{N5_t}{K5})}]$$

$$N2_{t+1} = (1 - m21 - m23 - m24 - m25)[N2_t e^{r2(1-\frac{N2_t}{K2})}] + m12[N1_t e^{r1(1-\frac{N1_t}{K1})}] + m32[N3_t e^{r3(1-\frac{N3_t}{K3})}] + m42[N4_t e^{r4(1-\frac{N4_t}{K4})}] + m52[N5_t e^{r5(1-\frac{N5_t}{K5})}]$$

$$N3_{t+1} = (1 - m31 - m32 - m34 - m35)[N3_t e^{r3(1-\frac{N3_t}{K3})}] + m13[N1_t e^{r1(1-\frac{N1_t}{K1})}] + m23[N2_t e^{r2(1-\frac{N2_t}{K2})}] + m43[N4_t e^{r4(1-\frac{N4_t}{K4})}] + m53[N5_t e^{r5(1-\frac{N5_t}{K5})}]$$

$$N4_{t+1} = (1 - m41 - m42 - m43 - m45)[N4_t e^{r4(1 - \frac{N4_t}{K4})}] + m14[$$

$$N1_t e^{r1(1 - \frac{N1_t}{K1})}] + m24[N2_t e^{r2(1 - \frac{N2_t}{K2})}] + m34[N3_t e^{r3(1 - \frac{N3_t}{K3})}] + m54[N5_t e^{r5(1 - \frac{N5_t}{K5})}]$$

$$N5_{t+1} = (1 - m51 - m52 - m53 - m54)[N5_t e^{r5(1 - \frac{N5_t}{K5})}] + m15[($$

$$N1_t e^{r1(1 - \frac{N1_t}{K1})}] + m25[N2_t e^{r2(1 - \frac{N2_t}{K2})}] + m35[N3_t e^{r3(1 - \frac{N3_t}{K3})}] + m45[N4_t e^{r4(1 - \frac{N4_t}{K4})}].$$

A estimativa dos parâmetros acima mencionados foi utilizada para atribuir valores a equação de Ricker, modelo representativo de crescimento populacional dependente da densidade. Cada fazenda do município representa nesse estudo uma população local. A análise da migração foi feita pressupondo a conexão entre as populações locais, resultando em um sistema metapopulacional teórico, com movimentação espacial implícita.

Para analisar a sensibilidade da migração local (m) entre as cinco fazendas recorreu-se à implementação algébrica da teoria de bifurcação (MAY; OSTER, 1976), com algoritmo computacional escrito em linguagem R. O diagrama de bifurcação é uma forma de sumarizar o comportamento dinâmico da população por levar em conta a relação direta entre a variável independente desejada, no presente estudo a migração, e a variação dependente, dada aqui pela abundância de galhos quebrados. A variação deste parâmetro pode causar mudanças qualitativas no comportamento dinâmico da população, adquirindo diferentes padrões de flutuações e estabilidade (VANDERMEER; GOLDBERG, 2003).

Assim, os valores dos parâmetros definem as regiões onde os pontos fixos podem ser atratores ou repulsores. O ponto fixo é, por definição, o estado de equilíbrio onde o tamanho da população não varia de uma geração para outra e a capacidade de atração ou repulsão do ponto depende da magnitude do valor do parâmetro. Cada fazenda do município representa nesse estudo uma população local. A análise da migração foi feita pressupondo a conexão entre as populações locais de insetos migrando entre fazendas e resultando, portanto, em um pequeno sistema metapopulacional teórico. Com esse procedimento foi investigado o espaço paramétrico do parâmetro migração local entre cinco fazendas de cada município.

3.2 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados por *Oncideres impluviata*

3.2.1 Áreas de coleta dos galhos quebrados

O município de Encruzilhada do Sul-RS (30° 32' 38" Sul, 52° 31' 19" Oeste) apresentou alta densidade de galhos quebrados de acácia negra durante oito anos consecutivos, razão pela qual foram selecionadas duas fazendas produtoras de acácia negra e pertencentes à empresa TANAGRO S/A para investigar a diversidade de cerambycídeos. A fazenda Carlos Azambuja (30° 26' 22" Sul, 52° 25' 07" Oeste) tem área de plantio de 97,07 hectares, enquanto que a fazenda José Potiguara 95,76 hectares. O presente estudo foi realizado em área delimitada em 2000 m² para cada fazenda objetivando a coleta dos galhos quebrados.

3.2.2 Períodos da realização da coleta, características e volume de galhos

A coleta dos galhos quebrados ocorreu durante os meses de Outubro e Novembro de 2013 e 2014, época de alta infestação do cerambycídeo. Os galhos foram coletados manualmente e aleatoriamente dentro de cada fazenda produtora de acácia negra, tendo como critério de coleta aqueles que tinham base arredondada e pequenas incisões indicando o ataque do inseto (Figura 2). O diâmetro médio dos galhos quebrados variou entre 2,5 cm, e 0,9 cm, enquanto que o comprimento oscilou entre valores mínimos de 25 cm e não ultrapassando o valor máximo de 60 cm (Figura 2). Os galhos coletados eram acondicionados em caixas de papelão medindo 33 cm x 32 cm x 62 cm com volume de 65.472 cm³ de forma a esgotar completamente o volume da caixa. Um total de doze caixas foram preenchidas com galhos, sendo seis de cada fazenda.

Figura 2 - Galhos de acácia negra roletados por *Oncideres impluviata*. (A) Diferentes diâmetros e base arredondada, evidenciando o ataque do serrador. (B) Infestação de *O. impluviata*, números 1- 4 indicam incisões feita pela fêmea do cerambicídeo para oviposição

3.2.3 Acomodação e manutenção dos galhos roletados

Os galhos foram conduzidos até o laboratório de Ecologia e Entomologia Florestal ESALQ/USP Piracicaba SP, onde foram devidamente acomodados em gaiolas de madeira teladas e mantidos em câmara climatizada (Fitotron), em temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotoperíodo 12:12.

3.2.4 Identificação dos adultos emergidos

Os adultos pertencentes à família Cerambycidae emergidos dos galhos foram identificados pelo Prof. Dr. Sinval Silveira Neto do Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP e pelo Prof. Dr. Ubirajara Ribeiro Martins de Souza.

3.2.5 Análises estatísticas

Os resultados pertinentes à abundância relativa das espécies de Cerambycidae encontrados foram ilustrados de forma gráfica, como proposto por Whittaker (1965), classificando as espécies da mais abundante para a menos abundante.

Para calcular a diferença e similaridade entre as áreas, a diversidade Alfa para cada uma delas foi medida utilizando o índice H' de Shannon-Wiener (SPELLERBERG; FEDOR, 2003), dado por:

$$H' = -\sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

Na expressão acima n_i é o número de indivíduos do táxon i e n o número total de indivíduos. A riqueza de espécies foi calculada através do índice de Magalef (D_{Mg}), dado por:

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

Nesta expressão S determina o número de espécies coletadas e N o número total de indivíduos. A equitabilidade foi calculada através do índice de Pielou (J'), que pode ser interpretada como a razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima (H'_{max}). A riqueza esperada foi determinada pelo estimador Bootstrap.

3.2.6 Similaridade entre as áreas

A similaridade entre as áreas em relação à presença e ausência de espécies foi medida por meio do índice de Jaccard (LUDWING; REINOLDS, 1988), dado por:

$$S_j = a/(a + b + c)$$

Neste índice a representa o número de espécies encontradas na diferentes áreas, A e B , b o número de espécies na área B , mas não em A , c é o número de espécies na área A , mas não em B . Análises de correspondência foram aplicadas para avaliar a semelhança entre duas áreas, em relação à distribuição e preferência por espécies. As análises foram realizadas com software PAST 1.73 (Paleontological Statistics) (HAMMER; HAPPER; RYAN, 2007).

4 RESULTADOS

4.1 Dinâmica de galhos quebrados de acácia negra por *Oncideres impluviata*

O número de galhos quebrados por *O. impluviata* teve aumento significativo durante os oito anos de registros, com os mais altos valores de danos causados pelo cerambicídeo nos três municípios analisados ao final do período (Figura 3). Apesar da tendência exponencial para a quebra de galhos notada nos três municípios, os valores observados em Piratini foram muito menores que nas outras localidades, dada as diferentes escalas apresentadas nas figuras (Figura 3).

Figura 3 - Dinâmica do número total de galhos quebrados por *O. impluviata*

O conjunto de dados analisados pelo *plot "ts"* do pacote *série temporal* (R Project) evidenciou visualmente a possibilidade de ciclos para galhos quebrados por *O. impluviata* nos três municípios pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul (Figura 4). Contudo, a função de autocorrelação aplicada aos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Piratini indicou fraca tendência para ocorrência de ciclos, visto que os intervalos de confiança foram raramente atingidos (Figura 5). O mesmo resultado foi observado para a função de autocorrelação parcial (Figura 6).

Figura 4 - Série temporal para galhos quebrados por *O. impluviata* nos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Piratini

Figura 5 - Autocorrelação para galhos quebrados por *O. impluviata* nos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Piratini

Figura 6 - Autocorrelação parcial para galhos quebrados por *O. impluviata* nos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Piratini

Os resultados analisados sugerem que apesar da fraca tendência para ciclos indicada pelas duas funções de autocorrelação, a abundância de galhos quebrados no tempo expressa alto nível de infestação do cerambicídeo, suficiente para causar danos significativos nas plantações florestais de acácia negra na região Sul do Brasil. A análise espectral comparativa indicou diferentes espectros para os três municípios, com diferentes projeções de tempo para a ocorrência de picos similares aos encontrados (Figura 7). A análise sugere que os altos picos observados podem ocorrer novamente em intervalos de tempo variando de dois a quatro anos nos respectivos municípios (Figura 7, ver legenda).

Figura 7 - Análise spectral nos três municípios demonstrando a tendência de novos picos de ocorrência (Cristal, $1/0.36 = 2,77$ anos; Encruzilhada do Sul, $1/0,28 = 3,57$ anos; Piratini, $1/0,27 = 3,7$ anos).

O padrão de comportamento dinâmico observado nas fazendas Ouro Verde e Santa Clara sugere comportamento caótico devido às oscilações imprevisíveis ao longo da série temporal, diferindo do padrão encontrado em Passo da Guarda que apresentou oscilação estável entre dois pontos. Nas fazendas Timbaúva e Umbu o comportamento observado foi a tendência monotônica, porém, com equilíbrio estável em Timbaúva e crescimento ilimitado em Umbu (Figura 8).

Figura 8 - Dinâmica de galhos quebrados sem migração nas cinco fazendas pertencentes ao município de Cristal. Ouro Verde ($N_0 = 81$, $r = 5,64$, $K = 36438$); Passo da Guarda ($N_0 = 322$, $r = 2,43$, $K = 8655$); Santa Clara ($N_0 = 864$, $r = 3,02$, $K = 31137$); Timbaúva ($N_0 = 1330$, $r = 0,46$, $K = 15710$), Umbu ($N_0 = 1072$, $r = 0,01$, $K = 12626$)

O efeito estabilizador da migração (m) foi observado pela comparação dos diagramas de bifurcação entre as fazendas Ouro Verde, Passo da Guarda e Santa Clara (Figura 9). Contudo o espaço paramétrico difere no que diz respeito ao ponto da bifurcação. Dessa forma a estabilização na fazenda Ouro Verde ocorre com $m \geq 0,9$. Já em Passo da Guarda a estabilização foi atingida com m muito próximo de zero, enquanto que em Santa Clara a mudança de ciclo limite de dois pontos para equilíbrio estável foi observada com $m \geq 0,1$. Em Timbaúva e Umbú os resultados não indicam bifurcação, mostrando que as populações crescem ilimitadamente com o aumento da taxa de migração (Figura 9).

Figura 9 – Diagrama de bifurcação para a dinâmica de galhos das cinco fazendas de Cristal levando em conta o número de galhos quebrados em resposta a migração (m)

Figura 10 – Dinâmica de galhos quebrados sem migração em cinco fazendas pertencentes ao município de Encruzilhada do Sul. Alfredo Moreira ($N_0=1105$, $r=5,49$, $K=183200$); Cerro Partido ($N_0=9066$, $r=2,87$, $K=216018$), Da Armada ($N_0=1277$, $r=0,89$, $K=3649$); José Potiguara ($N_0=12086$, $r=3,72$, $K=624400$), Parceria Guilherme ($N_0=53$, $r=13,62$, $K=133809$)

O comportamento dinâmico observado em Encruzilhada do Sul tendeu ao regime caótico, exceto na fazenda Da Armada, onde o equilíbrio estável de um ponto foi registrado (Figura 10). Este resultado foi provavelmente encontrado em razão da alta variação em r (taxa de crescimento) registrada no município, o que gera comumente valores de alta magnitude, caracterizando oscilações caóticas.

Em Encruzilhada do Sul o efeito estabilizador da migração também se fez presente claramente nas populações das fazendas Alfredo Moreira, Cerro Partido e José Potiguara, visto que a variação nos valores populacionais tendentes ao ciclo limite promoveu convergência para o equilíbrio estável de um ponto (Figura 11). A fazenda Da Armada exibiu crescimento linear e ilimitado a área

Parceria Guilherme valores muito próximos a zero, sugerindo risco de extinção local. (Figura 11).

Figura 11 – Diagrama de bifurcação para a dinâmica de galhos das cinco fazendas de Encruzilhada do Sul levando em conta o número de galhos quebrados em resposta a migração (m).

Figura - 12 - Dinâmica de galhos quebrados sem migração em cinco fazendas pertencentes ao município de Piratini. Camboatá ($N_0= 378$, $r= 0,98$, $K= 12967$), Cerro Branco ($N_0= 140$, $r= 0,44$, $K= 160$), Cerro da Tuna ($N_0= 25$, $r= 0,7$, $K= 217$), Santa Cruz ($N_0= 3$, $r= 3,06$, $K= 146$), Serraria ($N_0= 12$, $r= 1,32$, $K= 448$)

A dinâmica de galhos quebrados estimada a partir de Piratini foi caracterizada por equilíbrio monotônico na maioria das fazendas analisadas, exceto em Santa Cruz, onde o comportamento foi caracterizado como caótico, resultado esse provavelmente determinado pela alta variação nos valores de r (Figura 12). Com a introdução da dimensão migração entre populações locais, o cenário monotônico prevaleceu, exceto para a fazenda Santa Cruz que indicou ciclo limite para valores baixos de m , sucedido por equilíbrio estável (Figura 13). É interessante destacar que a fazenda Camboatá exibiu equilíbrio estável descendente, resultado oposto à ascendência observada nas fazendas Cerro Branco, Cerro da Tuna e Serraria (Figura 13).

Figura 13 – Diagrama de bifurcação para dinâmica de galhos quebrados em cinco fazendas pertencentes ao município de Piratini levando em conta o número de galhos quebrados em resposta a migração (m)

5 DISCUSSÃO

5.1 Dinâmica de galhos quebrados de acácia negra por *Oncideres impluviata*

Apesar da acacicultura ser atividade de importância socioeconômica no Rio Grande do Sul, a área de plantio anual decresceu em ritmo significativo ultimamente, reflexo do dano causado pelo cerambícideo *Oncideres impluviata*, evidenciado neste estudo pelo aumento de galhos quebrados nos três municípios observados durante os anos de 2006 a 2013. O aumento da infestação do serrador em plantações comerciais de acácia negra no Sul do Brasil reflete a insuficiência do controle mecânico proposto pela legislação local, provavelmente decorrente da baixa adesão dos produtores da região, associado com a restrita ação dos inimigos naturais (AMANTE et al., 1976; KIRCH, 1983; COSTA; LINK; PEDROSA-MACEDO, 1992). Mesmo com características ambientais similares entre os municípios, Piratini apresentou menor número de galhos quebrados quando comparado aos outros municípios.

A relação significativa entre a quantidade de galhos quebrados e os fatores ambientais foi constatada em um único registro ocorrido na fazenda Ouro Verde, pertencente ao município de Cristal, que apresentou precipitação negativa correlacionada com o número médio de galhos quebrados ($r = -0,71$; $p = 0,0478$). Nas demais fazendas a relação não foi significativa, indicando que os fatores abióticos isolados, não são provavelmente os únicos responsáveis pelo contraste visível na quantidade de galhos roetados por *O. impluviata*. De acordo com Leckey et al. (2014) injúrias florestais nem sempre estão associadas à fatores climáticos, como por exemplo alterações de temperatura ou precipitação. Sistemas florestais são caracterizados por alto nível de complexidade estrutural se comparados a cultivos não perenes, ainda que sejam florestas plantadas, com possibilidade de maior riqueza de espécies, o que aumenta o grau de dependência de outros fatores como, por exemplo, as interações tróficas (THOMPSON et al., 2014). Aparentemente, os resultados encontrados sugerem que a ação de *O. impluviata* no corte dos galhos de acácia negra não está diretamente ligada a temperatura e

precipitação dos municípios. É possível ainda que a ação simultânea de fatores ambientais e bióticos tenha influência significativa sobre os resultados encontrados nas séries temporais de galhos quebrados.

Apesar da ausência de constatação de relação entre variáveis ambientais e abundância de galhos quebrados, as injúrias causadas por *O. impluviata* tem se mostrado sazonais, certamente em função do ciclo anual do inseto, com predomínio entre o final da primavera, se estendendo até o verão, onde as fêmeas roletam os galhos para depositarem seus ovos (AMANTE et al., 1976). Esta constatação indica que o período mais favorável à infestação parece estar entre os meses mais quentes. A alta disponibilidade de acácia negra em resposta à atividade monocultural, certamente intensifica os surtos frequentes nessas áreas (CABI, 2005).

Esse estudo foi fundamentado na tentativa de investigar os padrões ecológicos envolvidos na dinâmica de quebra de galhos ao longo da sua série temporal. Apesar de não resultar em forte tendência para exibir ciclo, como demonstrado nas funções de autocorrelação, a análise da série temporal de galhos quebrados ressalta, ainda que indiretamente pela análise espectral, a existência de alto nível de infestação pelo serrador, capaz de produzir danos significativos e por vezes irreversíveis para o cenário da acicultura brasileira.

Para cenários com alta abundância recorrente de pragas, como o encontrado neste estudo, o risco de áreas progressivamente infestadas é alto, levando não somente a prejuízos ocasionais, mas também à dizimação das populações de árvores (BERRYMAN, 1987). Séries temporais extensas são geralmente escassas, mas o emprego delas é essencial compreender os padrões ecológicos inerentes dos sistemas, bem como possíveis efeitos dos fatores climáticos ou biológicos que atuam sobre a instabilidade do ambiente (ALFARO et al., 2014; KLAPWIJK et al., 2013).

Infestações periódicas em florestas são mais comumente documentadas para espécies da ordem Lepidoptera, provavelmente devido a herbivoria e a habilidade em desfolhar uma gama diferente de plantas (BALTENSWEILER, 1989; MYERS, 1990; WILLIAMS; LIEBHOLD, 2000; JOHNSON et al., 2005). Ciclos de insetos que se comportam de forma a produzir surtos têm sido estudados intensamente, com o intuito de compreender melhor a dinâmica populacional e projetar tendências no tempo e no espaço (CUSHING et al., 2003; DESHARNAIS, 2005; ESTAY et al.,

2012). De modo semelhante, apesar de ser estudo pioneiro, em se tratando de dinâmica de galhos quebrados por fêmeas de *O. impluviata*, este trabalho não só destaca a força da infestação do cerambicídeo, causando danos em plantações comerciais de acácia negra, como também sugere a ocorrência de altos picos populacionais em um período de dois a quatro anos nos municípios analisados. Dessa forma, o tipo de abordagem aqui apresentada, tem relevância, pois, altos picos populacionais de pragas além de intensificar os danos causados nas culturas também implicam em altos custos financeiros em intervenções periódicas no sistema de manejo de pragas (HILKER; WESTERHOFF, 2007).

Peridogramas são usados particularmente para caracterizar a frequência presente em uma série temporal extensa, identificando o comportamento cíclico dominante, principalmente em casos de ciclos não associados à sazonalidade mensal ou trimestral (POURAHMADI, 2001). Os resultados encontrados com os peridogramas foram utilizados para mostrar o período dominante de cada série nos três municípios. Análises anteriores indicam a existência de periodicidade real em 50% dos casos, como por exemplo, na série temporal da lagarta, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera, Tortricidae) em Quebec (JARDON; MORIN; DUTILLEUL; 2003). Usualmente, fatores associados à dinâmica local envolvem fatores dependentes da densidade (ROYAMA, 1984), assim, esses fatores podem provavelmente influenciar e interferir na presença e persistência de *O. impluviata*, nos três municípios examinados neste trabalho.

Ciclos populacionais em insetos desempenham papel importante no cenário da dinâmica populacional, o que justifica o emprego de outras ferramentas, além da análise da série temporal, proporcionando melhor compreensão da relação entre a ocorrência de ciclos e suas possíveis causas (HUNTER; PRICE, 1998), especialmente para casos onde as evidências de ciclos não estão explícitas. Dessa forma, os modelos de crescimento populacional em tempo discreto e as ferramentas destinadas à análise de sensibilidade de parâmetros, como os diagramas de bifurcação, atuam como instrumentos importantes, capazes de ajudar a compreender a relação entre o comportamento populacional e a magnitude dos parâmetros demográficos em

insetos (CASWELL, 2007; FEITOIU et al., 2010; DING; SU.; WANG, 2011; MORETTI; GODOY, 2013).

As variações de oscilações encontradas nas fazendas sugerem que a dinâmica de galhos remete a ideia de que há diferença na capacidade suporte e magnitude na taxa de crescimento presente em cada ambiente. Os diferentes resultados contrastando o regime caótico com ciclos limite e equilíbrio estável entre diferentes fazendas são o reflexo direto dos valores estimados para taxa de crescimento (r) e capacidade suporte (K). Áreas com altos valores de r indicam caos determinístico e o oposto reflete a estabilidade. Os valores de r estão diretamente associados à variação do parâmetro no tempo, evidenciada neste estudo pela variação no número de galhos roletados pelo cerambicídeo. O efeito estabilizador da migração encontrado nesse estudo condiz com outras análises dessa natureza (GOTELLI, 2009). A migração de populações de inseto tem sido investigada nos mais diversos grupos taxonômicos usando modelagem matemática para avaliar a influência sobre a dinâmica populacional e a extinção local (HASSEL et al., 1991; GODOY; COSTA, 2005; REIGADA; AGUIAR, 2012; MORETTI; GODOY, 2013).

Modelos que evidenciam o movimento de indivíduos entre uma área e outra levam em conta a dimensão espacial, que permite melhor compreensão da persistência populacional devido à ação do efeito resgate exercido (ETIENNE, 2000). Apesar da variação populacional de indivíduos estar mais comumente associada aos problemas de conservação (MILLS; ALLENDORF, 2005), a dimensão do manejo de pragas também pode ser investigada com as mesmas ferramentas analíticas, pois o local de migração da praga pode diretamente influenciar no limiar econômico, bem como na estimativa de dano econômico (LIMA; FERREIRA; GODOY, 2009).

O modelo usado neste estudo (RICKER, 1942) possui características que podem ser aplicadas em vários sistemas, não sendo, portanto, um modelo desenvolvido especificamente para investigar a dinâmica de quebra de galhos por *O. impluviata*. Além disso, no presente estudo, o número limitado de municípios e fazendas produtoras de acácia negra diminui a complexidade metapopulacional e certamente os resultados encontrados somente podem ser analisados levando em conta a natureza artificial e fechada do sistema. Contudo, ainda assim, as informações obtidas são descrições de padrões ecológicos obtidos a partir de dados reais e estimadas em ambiente natural, o que garante a validade do estudo como

ponto de partida para a identificação de áreas críticas de quebra de galhos, e consequentemente da descrição de infestação por *O. impluviata*.

O presente trabalho demonstrou que a migração local dos cerambicídeos pode exercer importante papel no processo de estabilização de quebra de galhos. A grande quantidade de galhos quebrados está diretamente associada aos surtos de *O. impluviata* nas fazendas. Portanto, a movimentação dos insetos, sobretudo no que diz respeito à distribuição de fêmeas em talhões de idades diferentes, certamente tem impacto significativo na dinâmica de quebra de galhos. O presente estudo pode servir como base para a implantação de novas estratégias, assim como também a escolha de áreas para plantios, priorização de coleta e queima de galhos, bem como avaliação da adequabilidade do manejo aplicado regularmente nas fazendas produtoras de acácia negra que apresentam histórico de alto risco de infestação.

6 RESULTADOS

6.1 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados de acácia negra

Um total de 437 indivíduos de 15 espécies de Cerambycidae foi encontrado nos galhos de acácia negra nas duas áreas de coleta (Tabela 1). A maior abundância foi observada em Carlos Azambuja, com 296 indivíduos adultos (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de correspondência com as porcentagens de espécies de Cerambycidae relacionadas com as duas áreas de coleta

Espécies coletadas	Áreas de coleta	
	Carlos Azambuja	José Potiguara
<i>Achryson surinamum</i> (Linnaeus, 1767)	75.0	25.0
<i>Ancylocera cardinalis</i> (Audinet- Serville, 1834)	77.8	22.2
<i>Chrysoprasia chalybea</i> (Redtenbacher, 1868)	36.4	63.6
<i>Chrysoprasia linearis</i> (Bates, 1870)	55.6	44.4
<i>Chydarteres dimidiatus dimidiatus</i> (Fabricius, 1787)	70.3	29.7
<i>Compsa monrosi</i> (Prosen, 1961)	0.0	100.0
<i>Compsocerus violaceus</i> (White, 1853)	53.1	46.9
<i>Eburodacrys sexmaculata</i> (Oliver, 1790)	100.0	0.0
<i>Engyum quadrinotatum</i> (Thomson, 1864)	60.9	39.1
<i>Nesozineus alphoides</i> (Lane, 1977)	89.4	10.6
<i>Retrachyderes thoracicus</i> (Oliver, 1790)	73.7	26.3
<i>Ygapema delicata</i> (Gounelle, 1911)	30.6	69.4
<i>Oncideres impluviata</i> (Germar, 1824)	66.7	33.3
<i>Rhopalessa clavicornis</i> (Bates, 1873)	50.0	50.0
<i>Paromoeocerus barbicornis</i> (Fabricius, 1793)	100.0	0.0

O número de espécies de Cerambycidae coletados nas duas áreas foi muito semelhante, tendo Carlos Azambuja S=14 e José Potiguara S=13, (Tabelas 1 e 2), apesar da ligeira maior abundância registrada em Carlos Azambuja. Os cerambycídeos, *O. impluviata* e *Nesozineus alphoides* foram as espécies mais abundantes em Carlos Azambuja, representando 31,42% e 29.05% das espécies coletadas respectivamente. Enquanto que em José Potiguara, *O. impluviata* e *Ygapema delicata* foram as espécies de Cerambycidae mais coletadas, representando 30,50% e 17,73% das espécies coletadas respectivamente (Tabela 1, Figura 14).

Figura 14 - Abundância de espécies de Cerambycidae coletadas em galhos de *Acacia mearnsii* em duas fazendas de Encruzilhada do Sul

As curvas de rarefação geradas nas duas áreas indicam estabilização, sugerindo que o esforço de coleta realizada foi suficiente e a diversidade devidamente amostrada (Figura 15).

Figura 15 - Curva de rarefação para as fazendas Carlos Azambuja (A) e José Potiguara (B)

Os índices de diversidade e riqueza foram semelhantes nas duas áreas de coleta (Tabela 2) e a equitabilidade alta nas duas áreas (Tabela 2). Esse índice varia entre 0 a 1, e quanto mais próximo for de 1, mais heterogênea é a distribuição da abundância. Esse resultado provavelmente foi devido à heterogeneidade da abundância das espécies nas duas áreas, com poucas espécies muito abundantes e muitas espécies pouco abundantes.

Tabela 2 - Número de espécies (S), Abundância (A), diversidade (Shannon - H'), riqueza (Margalef - D_{Mg}), equitabilidade (Pielou J') e riqueza esperada, para espécies de Cerambycidae coletados em galhos de *Acacia mearnsii*, Encruzilhada do Sul, RS

Índices	Áreas de Coleta	
	Carlos Azambuja	José Potiguara
S	14	13
A	296	141
H'	1.978	2.145
D_{Mg}	2.285	2.425
J'	0.749	0.836
Riqueza esperada	13,88 $\pm$ 1,14	12,81 $\pm$ 1,15

Houve similaridade significativa na composição de espécies entre as duas áreas de coleta, sendo que a Distância de Jaccard, que mede a similaridade das áreas sob esse aspecto, foi $J = 0.800$. As duas áreas compartilharam 12 espécies de cerambycídeos (Tabela 1). Os cerambycídeos *Eburodacrys sexmaculata* e *Paramoecerus barbicornis* ocorreram somente em Carlos Azambuja e o Cerambycidae *Compsa monrosi* foi exclusivamente encontrado em José Potiguara (Tabela 1).

7 DISCUSSÃO

7.2 Diversidade de Cerambycidae em galhos quebrados de acácia negra

Os resultados obtidos neste estudo foram similares aos demais levantamentos faunísticos de artrópodes habitando galhos quebrados por outros cerambicídeos serradores. Hovore e Penrose (1982) encontraram dezenove espécies de cerambicídeos emergidos em galhos de *Leucaena pulverulenta* (Schltdl.) Benth. (Fabaceae), roletados por *Oncideres pustulata*. Dezesete espécies pertencentes à família Cerambycidae, também foram encontrados por Lemes et al. (2015) nos galhos de *Acacia mangium* Willd., roletados por *Oncideres saga*. Quatro espécies de cerambicídeos foram associadas a galhos de *Prosopis glandulosa* (Fabaceae), infestados por *Oncideres cingulata* (ROGERS, 1977) e cinco espécies pertencentes à família Cerambycidae foram encontrados nos galhos de *Acacia mangium*, atacados por *Oncideres saga* (CORDEIRO; ANJOS; CARVALHO, 2010). Apenas uma espécie de cerambicídeo foi identificada nos galhos de *Miconia sellowiana* Naudin (Melastomataceae), roletados por *Oncideres humeralis* (PAULINO NETO; VASCONCELLOS-NETO; CARMELO GUERREIRO, 2006).

Nas duas áreas de coleta de galhos quebrados *O. impluviata* foi encontrado em maior número. Dentre as 15 espécies de cerambicídeos identificadas neste trabalho, apenas *Achryson surinamum* (Cerambycinae), *Eburodacrys sexmaculata* (Cerambycinae) e *Paromoeocerus barbicornis* (Cerambycinae) foram comumente associados aos galhos quebrados de acácia negra em estudos prévios (BAUCKE, 1962; GALILEO; MARTINS, 2006). *Oncideres impluviata* é considerado como a principal praga da acacicultura brasileira (AMANTE et al., 1976; ONO; FERREIRA; GODOY, 2014). Suas larvas necessitam de madeira seca para o desenvolvimento e os adultos cortam os galhos das árvores, causando severos danos às plantações de acácia negra (LINSLEY, 1959; AMANTE et al., 1976). Este comportamento é típico e característico das espécies do gênero *Oncideres* (LINSLEY, 1959; GALILEO; MARTINS, 2006). Vários insetos herbívoros podem criar novos habitat e alterar o recurso disponível para outros organismos, simplesmente

por modificarem as propriedades estruturais e nutritivas dos tecidos vegetais (MARQUIS; LILL, 2007).

Oncideres impluviata, ao roletar e destacar os galhos de acácia negra, além de modificar a arquitetura da planta também pode proporcionar o estabelecimento e o desenvolvimento de um novo nicho para outros artrópodes broqueadores e até mesmo, inimigos naturais (AMANTE et al., 1976; KIRCH, 1983; FELLER; MATHIS 1997; CALDERÓN-CORTÉS; QUESADA; ESCALERA-VASQUÉZ, 2011). Galhos roletados possuem alta concentração de nitrogênio e outras substâncias resultantes do processo de fotossíntese (HANKS, 1999), funcionando assim como atrativo para as distintas espécies de cerambicídeos em galhos de acácia negra anelados por *O. impluviata*, já que larvas cerambiciformes são ápodas e necessitam de um nicho que assegurem a sua sobrevivência (PEDROSA-MACEDO et al., 1993). Dessa forma, a escolha do local de oviposição pela fêmea é essencial para o sucesso do ciclo biológico de outras espécies da família Cerambycidae (HANKS, 1999; FLAHERTY et al. 2011).

A emissão de voláteis em galhos roletados por *O. impluviata* pode ter influenciado de alguma forma a riqueza de espécies de cerambicídeos encontrados neste trabalho (HANKS; MILLAR, 2012). De acordo com Galileo e Martins (2006) a espécie *Eburodacrys sexmaculata* (Cerambycinae) possui preferência por galhos recém cortados pelo serrador *O. impluviata*. A seleção da planta hospedeira envolve uma combinação de fatores que inclui a atração e condições do hospedeiro que favorece o desenvolvimento das larvas, bem como condições ambientais (LINSLEY, 1959; MONNÉ; BEZARK, 2010). A adaptação a essa diversidade de hospedeiros resultou provavelmente em grande variação no comportamento e na ecologia desses besouros, estando relacionada paralelamente com a evolução das angiospermas (LINSLEY, 1959; FARREL; MITTER, 1998). Algumas espécies de cerambicídeos estão associadas aos danos em árvores ornamentais e pomares, como também à madeira abatida. Entretanto, a maioria das espécies da família Cerambycidae está presente em ambientes florestais ou em áreas não cultivadas e funcionam como bioindicadores de grande importância ecológica (LINSLEY, 1959). Insetos broqueadores atuam na manutenção florestal desempenhando um papel fundamental na ciclagem de nutrientes (FELLER, 2002), onde cada estágio de decomposição da madeira pode atrair diferentes espécies à procura de alimento e abrigo (LINSLEY, 1959).

Berouros da família Cerambycidae podem coabitar galhos roletados por *O. impluviata* possibilitando evidenciar ocorrência de efeito “*bottom-up*”, seja pela atração de predadores ou de parasitoides, devido à disponibilidade de presas (MARTÍNEZ; LÓPEZ-PORTILLO; GOLUBOV, 2009; CALDERÓN-CORTÉS; QUESADA; ESCALERA-VASQUÉZ, 2011). Os predadores encontrados neste estudo, *Enoclera* sp. e *Axina* sp., pertencentes a família Cleridae, podem estar atuando como inimigos naturais de larvas de *O. impluviata* (KIRCH, 1983).

Em se tratando de manejo integrado de pragas, conhecer a fauna e as forças exercidas sobre as interações tróficas no ambiente florestal é de extrema importância, principalmente, em cenários como o da acacicultura brasileira, onde as únicas medidas de controle de *O. impluviata* são a coleta, queima de galhos e eventuais aplicações de produtos químicos.

8 CONCLUSÕES

- A infestação por *Oncideres impluviata* no Rio Grande do Sul é alta e crescente nos municípios analisados, contudo, em Piratini a infestação é substancialmente menor que nos outros municípios.
- Não há evidência clara de ciclos populacionais de *O. impluviata* nos municípios investigados.
- A migração espacial é importante e pode contribuir com a estabilização da dinâmica de galhos quebrados, minimizando os danos causados por *Oncideres impluviata*.

REFERÊNCIAS

- ALFARO, R.; FADY, B.; VENDRAMIN, G.G.; DAWSON, I.K.; FLEMING, R.A.; SÁENZ-ROMERO, C.; LINDIG-CISNEROS, R.A.; MURDOCK, T.; VINCETI, B.; NAVARRO, C.M. Role of forest genetic resources in adaptation to biotic and abiotic factors in a changing climate. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 333, p. 76–87, 2014.
- AMANTE, E.; BERLATO, M.A.; GESSINGER, G.I.; DIDONÉ, I.A.; RODRIGUES, I. C. Biologia do “serrador” da acácia-negra, *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) no Rio Grande do Sul. I Etologia. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 1-56, 1976.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**. Ano base 2012. 2013. 130p.
- ATTIAS, N.; SIQUEIRA, M.F., BERGALLO, H.G. Acácias australianas no Brasil: histórico, formas de uso e potencial de invasão. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 3, n.2, p.74-96, 2013.
- BALTENSWEILER, W. The folivore guild on larch (*larix decidua*) in the Alps. In: BARANCHIKOV, Y.N.; MATTSON, W.J.; HAIN, F.P.; PAYNE, T.L. (Ed.). **Forest insect guilds: patterns of interaction with host trees**. US Forest Service General Technical Report NE- 153, Albany, p. 145-164, 1989. Disponível: <http://originwww.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr_ne153/gtr_ne153_145.pdf> Acesso em: 04 jun.2015.
- BART, J.; FLIGNER, M.A.; NOTZ W. I. **Sampling and Statistical Methods for Behavioral Ecologists**. Cambridge University Press, Cambridge, 1998. 330p.
- BASSANEZI, R.C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. Contexto, São Paulo, 2002. 389p.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G.A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.
- BAUCKE, O. **Biologia e Controle do “Serrador da Acácia Negra” *Oncideres impluviata* (Germ., 1842) (Cerambycidae- Lamiinae- Onciderini)**. 1958. 67p. Tese (Doutorado) – Escola de Agronomia “Eliseu Maciel”, Porto Alegre, 1958.
- BAUCKE, O. O Inseto-fauna da Acácia Negra no Rio Grande do Sul. Biologia e controle as pragas mais importantes. **Secretaria da Agricultura, Seção de informações e publicidade agrícola**, Porto Alegre, 1962. 32p.

BERRYMAN, A. A. The theory and classification of outbreaks. In: BARBOSA P.; SCHULTZ J.C. (Ed.). **Insect Outbreaks**. San Diego:Academic Press, 1987.p. 3-30.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B. P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINING, D.A.; TURNER, J.D. Forest trees of Australia. **Thomas Nelson Australia & CSIRO**, Melbourne, 2006. 768p.

BOOTH, T.H. Climatic factors. In: BROWN, A.G.; HO, C.K. (Ed.). **Black Wattle and Its Utilisation**. Rural Industries Research & Development Corporation, Kingston, n. 97/77, p. 2-13, 1997.

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

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

COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAU INTERNATIONAL. **Forestry Compendium**. Wallingford, UK: CABInternational, 2005. 1 CDROOM.

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

COSTA, E.C.; MARQUES, E.N. Aspectos etológicos de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) em bracatinga. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 18, n. 3/4, p. 219-228,1988.

COSTA, E.C. **Artrópodes associados à bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)** 1986. 290p. Tese (Doutorado na área de Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

COSTA, E.C.; LINK, D.; PEDROSA-MACEDO, J.H. Distribuição das posturas, de larvas e de inimigos naturais de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Col., Cerambycidae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, n.1, p. 59-66, 1992.

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

CUSHING, J.M.; COSTANTINO, R.F.; DENNIS B.; DESHARNAIS, R.A.; HENSON, S.M. **Chaos in ecology: experimental nonlinear dynamics**. New York: Academic Press, 2003. 225p.

DING, X.H.; SU, H.; WANG, L.S. Bifurcation analysis of the flour beetle population growth equations. **Journal of Difference Equations and Applications**, Abingdon, v.17, n.1, p. 43-55, 2011.

DESHARNAIS, R.A. **Advances in Ecological Research: Population Dynamics and Laboratory Ecology**. Amsterdam : Elsevier Academic Press, 2005. 374p.

ENDRESS, P.K. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. **Cambridge University Press**. Cambridge, 1994. 284p.

ESTAY, S.A.; LIMA, M. LABRA, F.A.; HARRINGTON, R. Increased outbreak frequency associated with changes in the dynamics behaviour of population of two aphid species. **Oikos**, Hoboken, n.121, p.614–622, 2012.

ETIENNE, R.S. Local populations of different sizes, mechanistic rescue effect and patch preference in the Levins metapopulation model. **Bulletin of Mathematical Biology**, New York, v.62, p.943-958, 2000.

FARREL, B.D.; MITTER, C. The timing of insect/plant diversification: might *Tetrapopes* (Coleoptera: Cerambycidae) and *Asclepias* (Asciadaceae) have co-evolved? **Biological Journal of the Linnean Society**, Hoboken, v. 63, p.553-577, 1998.

FEITOIU, M.; ISTRATIE V.; VLADUT, G.; VINATORU, M; COMSA, C. Study Case of Direct Sensitivity Analysis Applied to Host Pathogen Cycles in Self-Regulated Forest Insect Systems. **Automation Quality and Testing Robotics (AQTR), 2010 IEEE International Conference on**, Napoca, Romania, 2010. Disponível: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5520772>>. Acesso: 17 maio 2015.

FELLER, I.C.; MATHIS, W.N. Primary herbivory by wood-boring insects along an architectural gradient of *Rhizophora mangle*. **Biotropica**, Hoboken, v. 29, n. 4, p. 440-451, 1997.

FELLER, I.C. The role of herbivory by wood-boring insects in mangrove ecosystems in Belize. **Oikos**, Hoboken, v. 97, p.167–176, 2002.

FLAHERTY, L.; SWEENEY, J.D.; PURESWARAN, D. QUIRING, D.T. Influence of host tree condition on the performance of *Tetropium fuscum* (Coleoptera: Cerambycidae). **Environmental Entomology**, Cary, v.40, p.1200- 1209, 2011.

FLEIG, F.D.; SCHNEIDER, P.R.; BRUM, E.T. Análise econômica dos sistemas de produção com acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wil.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p. 203-240, 1993.

FOELKEL, C. **The Eucalyptus and the Leguminosae**. Part 1 *A. mearnsii*. *Eucalyptus* Book and Newsletter. 2008. Disponível:<<http://www.eucalyptus.com.br>>. Acesso: 17 maio 2015.

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

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

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

GORDILLO, L.F. Pest persistence and eradication conditions in a deterministic model for sterile insect release. **Journal of Biological Dynamics**, England, v.1, p. 64-78, 2014.

GOTELLI, N.J. A primer of ecology. **Sinauer Associates Incorporated**, Sunderland, 2001. 265p.

GOTELLI, N.J. **Ecologia**. Tradução de G. Ferraz, H. Micheletti. 4. ed. Londrina: Editora Planta, 2009. 287p.

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

GRIFFIN, A.R.; MIDGLEY, D; CUNNINGHAM, P.J.; RINAUDO, A.T. Global uses of Australian acacias- recent trends and future prospects. **Diversity and Distributions**, New Jersey, n.17, p. 837–847, 2011.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological Statistics**, 2007, ver 1.73. Persistent URL <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 10 fev.2014.

HANKS, L.M. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. **Annual Review of Entomology**, California, v. 44, p.483- 505, 1999.

HANKS, L.M.; MILLAR, J.G. Field bioassays of cerambycid pheromones reveal widespread parsimony of pheromone structures, enhancement by host plant volatiles, and antagonism by components from heterospecifics. **Chemoecology**, Basel, v. 23, p.21- 44, 2012.

HASSEL M.P.; PACALA, S.; MAY, R.M.; CHESSON, P.L. The persistence of host-parasitoid associations in patchy environments. I. A general criterion. **American Naturalist**, Chicago, v.138, p.568-583, 1991.

HEPBURN, G.A. **A revised list of wattle insects and spiders of southern Africa. In: WRI Annual Research Report Wattle Research Institute**. Local; University of Natal Press, 1966. p.67-83.

- HIGA A.R.; RESENDE M.D.V. Breeding *Acacia mearnsii* in Southern Brazil [Rio Grande do Sul. In: BROWN, A.G. (Ed.) Australian Tree Species Research in China. In: INTERNATIONAL WORKSHOP HELD AT ZHANGZHOU, 1994. Fujian Province, China. **Proceedings...** Fujian Province, China. 1994, p.158-160.
- HILLIG, É; HASELEIN, C.R.; SANTINI, E.J. Propriedades mecânicas e chapas aglomeradas estruturas fabricadas com madeiras de Pinus, Eucalipto e Acácia negra. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 59-70, 2002.
- HILKER, F.M.; WESTERHOFF, F.H. Preventing Extinction and Outbreaks in Chaotic Populations. **The American Naturalist**, Chicago, v. 170, n. 2, p. 232-241, 2007.
- HOVORE, F.T.; PENROSE, R.L. Notes on Cerambycidae co-inhabiting girdles of *Oncideres pustulata* LeConte (Coleoptera: Cerambycidae). **The Southwestern Naturalist**, Oklahoma, v. 27, p.23 – 27, 1982.
- HUNTER, M.; PRICE, P. Playing chutes and ladder: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. **Ecology**, Washington, v. 73, p.724-723, 1992.
- ILDIS. **International Legume Database and Information Service**. University of Southampton, UK. 2002. Disponível: <at:http://www.ildis.org/database/>. Acesso: 10 nov.2014, 2002.
- ILDIS. **International Legume Database and Information Service**. Reading, UK: School of Plant Sciences, University of Reading. 2007. Disponível:<http://www.ildis.org/>.Acesso10 nov.2014.
- JARDON, Y.; MORIN, H.; DUTILLEUL, P. Périodicité et synchronisme des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.33, v.10, p.1947–1961, 2003.
- JOHNSON, D.M.; LIEBHOLD, A.M.; BJØRNSTAD, O.N.; MCMAUS, M.L. Circumpolar variation in periodicity and synchrony among gypsy moth populations. **Journal of Animal Ecology**, Hoboken, v.74, p. 882-892, 2005.
- JOLY, A.B. **Botânica**: Introdução à Taxonomia Vegetal. 12.ed. São Paulo:Nacional,1998. 777p.
- KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1 - *Acacia mearnsii* De Willd. **Ciencia e Investigación Forestal**, Chile, v. 4, n. 2, p. 198-212, 1990.
- KIRCH, E. **Estudo dos inimigos naturais de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) em *Mimosa scabrella* Benth.** 1983. 65p. Tese (Mestrado na área de Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.
- KLAPWIJK, M.J.; CSÓKA, G.; HIRKA, A.; BJÖRKMAN, C. Forest insects and climate change: long-term trends in herbivore damage. **Ecology and Evolution**, Hoboken, n.3, p.4183-4196, 2013.

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

LEMES, P.G.; CORDEIRO, G.; JORGE, I.R.; ANJOS, N.; ZANUNCIO, J.C. Cerambycidae and other coleóptera associated with branches girdled by *Oncideres saga* Dalman (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae: Onciderini). **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v.69, n.1, p.159-166, 2015.

LIMA, A.M.C. Insetos do Brasil v.9: (Coleópteros). **Escola nacional de agronomia série didática**, Rio de Janeiro, v.9, n.11, p.121-124, 1955.

LIMA, E.A.B.F.; FERREIRA, C.P.; GODOY, W.A.C. Ecological modeling and pest population management: a possible and necessary connection in a changing world. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 699-707, 2009.

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

LINK, D.; COSTA, E.C.; THUM, A.B. Binomia comparada dos serradores, *Oncideres saga* (Dalman, 1823) e *Oncideres dejeani* (Thomson, 1868) (Coleoptera: Cerambycidae) em *Parapiptadenia rígida*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, p.137-144, 1994.

LINSLEY, E.G. Ecology of Cerambycidae. **Annual Review of Entomology**, California, v.4, p. 99-138, 1959.

LISBOA, R.S. **Estratégias de suprimento e governança no setor florestal: um estudo de caso múltiplo na indústria de base florestal do Rio Grande do Sul**. 2009. 128p. Dissertação (Mestrado na área de Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

LUDWING, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology**: a primer on methods and computing. New York: John Wiley , 1998. 337p.

MAESTRI, R. **Estimativa de produção presente e futura de volume de madeira e peso de casca para povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. 1992. 102p. Dissertação (Mestrado na área de Ciências Florestais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.

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

MARQUIS, R.J.; LILL, J.T. Effects of arthropods as physical ecosystem engineers on plant-based trophic interaction webs. In: OHGUSHI, T.; CRAIG, T.P.; PRICE, P.W. (Ed.). **Ecological communities**: plant mediation in indirect interactions webs. New York: Cambridge University Press, 2007. p. 246–274.

MARTINEZ, D.T. **Seleção genética de *Acacia mearnsii* De wild. (acácia-negra) visando o aumento da qualidade e produtividade de madeira e tanino no rio grande do sul.** 2006. 92p. Dissertação (Mestrado na área de Ciências Florestais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MARTÍNEZ, A.J. J.; LÓPEZ-PORTILLO, A.E.; GOLUBOV, J. Cerambycid girdling and water stress modify mesquite architecture and reproduction. **Population Ecology**, Chiyoda, v. 51, p.533- 541, 2009.

MILLS, L.S.; ALLENDORF, F.W. The one- migrant- per- generation rule in conservation and management. **Conservation Biology**, Hoboken, v.10, n.6, p. 1509-1518, 2005.

MONNÉ, M.A. Catalogue on the neotropical cerambycidae (coleoptera) with known host plant. pt 4: Subfamily Lamiinae, tribes Batocerini to Xenofreini. **Publicações Avulsas do museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 94, p.1-92, 2002.

MONNÉ, M.A.; BEZARK, L.G. **Checklist of the Cerambycidae and related families (Coleoptera) of the Western Hemisphere.** 470p, 2011. Disponível: <<http://plant.cdfa.ca.gov/bycidb/checklists/WestHemiCerambycidae2011.pdf>> Acesso em: 19 maio 2015.

MORETTI, T.C.; GODOY, W.A.C. Spatio- temporal dynamics and preference for type of bait in necrophagous insects, particularly native and introduced blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, Cary, v. 50, n.2, p.415-424, 2013.

MYERS, J. Population cycles of western tent caterpillars: experimental introductions and synchrony of fluctuations. **Ecology**, Washington, v.71, n. 3, p. 986–995, 1990.

NAIR, K.S.S. **Tropical Forest Insect Pests: Ecology, Impact, and Management.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 404p.

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

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

PAULINO NETO, H.F.; VASCONCELLOS-NETO. J; CARMELO GUERREIRO, S.M. The biology of *Oncideres humeralis* Thoms (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) and new Cerambycidae Melastomataceae host-plant associations. Studies on Neotropical. **Fauna and Environment**, Abingdon, v. 41, p.227- 233, 2006.

PEDROSA-MACEDO, J.H.; BERTI FLIHO, E.; SANTOS, H.R.; COSTA, E.C.; MARQUES, E.N.; PERES FILHO, O.; MUELLER, J.A.; FAVA, H.H.P.; ROCHA, M.P.; PITROWSKI, V.; NASCIMENTO, E.N.; SILVA, L.K.F. **Manual de pragas em florestas. Pragas florestais do sul do Brasil.** Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudo Florestais, 1993. v. 2, 111p.

PEDROZO, D.J. **Contribuição ao estudo de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) e seus danos em bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth).** 1980. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

POURAHMADI, M. **Foundation of Time Series Analysis and Prediction Theory.** New York: John Willy, 2001. 448p.

REIGADA, C.; AGUIAR, M.A.M. Host-parasitoid persistence over variable spatio-temporally susceptible habitats: bottom-up effects of ephemeral resources. **Oikos**, Hoboken, v. 121, p. 1665-1679, 2012.

RICKER, W.E. The rate of growth of bluegill sunfish in lakes of northern Indiana. **Investigation of Indiana lakes and streams**, v.2, n.12, p.161–214, 1942.

RICE, M.E. Winter Mortality of *Oncideres pustulatus* LeConte (Coleoptera: Cerambycidae) Larvae Induced by Freezing Temperatures. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 59, p. 423-427, 1986.

ROGERS, C.E. Bionomics of *Oncideres cingulate* (Coleoptera: Cerambycidae) on mesquite. **Journal of Kansas Entomological Society**, Lawrence, v.50, p. 222-228, 1977.

ROYAMA, T. Population dynamics of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana*. **Ecological Monographs**, Washington, v.54, p.429-462, 1984.

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

SCHNEIDER, P.R.; FLEIG, F.D.; FINGER, C.A.G; KLEIN, J.E.M. Crescimento da acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 101-112, 2000.

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

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

SEFFRIN, R.C.A.S.; COSTA, E.C.; COUTO, M.R.M.; LOPES, S.J. Medidas morfométricas de fêmeas e machos de *Oncideres dejeani* Thompson, 1868 (Coleoptera: Cerambycidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.1313-1316, 2006.

SHERRY, S.P. **The Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild).** Pietermaritzburg: University of Natal Press, 1971. 402p.

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

SOUTHWOOD, T.R.E.; HENDERSON, P.A. **Ecological Methods**. Paperback, EUA, 2000. 592p.

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

SPELLERBERG, I.F.; FEDOR, P.J. A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the ‘Shannon Wiener’ Index. **Global Ecology and Biogeography**, Hoboken, USA, v. 12, n. 3, p. 177-179, 2003.

SUJII, E.R.; TIGANO, M.S.; SOSA-GOMES, D. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p.1551-1558, 2002.

SWAIN, V.M.; PRINSLOO, G.L. A List of the Phytophagous Insects and Mite on Forest Trees and Shrubs in South Africa. **Department of Agricultural Technical Services**, Pretoria, v. 66, p.1-91, 1986.

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

VANDERMEER, J.H.; GOLDBERG, D.H. **Population ecology**: first principles. Princeton: Princeton University Press, 2003. 280p.

WILLIAMS, D.W.; LIEBHOLD, A.M. Spatial synchrony of spruce budworm outbreaks in eastern North America. **Ecology**, Washington, v.81, n.10, p.2753-2766, 2000.

WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, Washington, n.147, p.250–260, 1965.

YAZAKI, Y. *Acacia storyi*: a potential tannin-producing species. **Australian Forestry**, Australia, v.60, p. 24-28, 1997.