

ROSYLAINE APARECIDA PEREIRA

**SCOLYTIDAE EM POVOAMENTO DE *PINUS* SPP.
EM TELÊMACO BORBA/PR**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

CURITIBA
2006

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Lúcia Massutti de Almeida pela orientação, apoio e compreensão, que fizeram com que eu pudesse realizar este trabalho.

Ao Prof^o. Dr^o. Carlos A. H. Flechtmann, por toda a orientação, que teve início na graduação e que foi fundamental para minha formação acadêmica, e também pela paciência durante todos estes anos de convivência e aprendizado.

À Klabin S.A., por ter propiciado todas as condições para que o experimento pudesse ser instalado e conduzido em sua área de reflorestamento, e em especial à pessoa do chefe da Proteção Florestal Luiz Cordeiro.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo concedida.

Ao curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, pela formação.

Aos meus amigos, que durante estes dois anos foram extremamente importantes, dando-me calma e apoio nos momentos em que precisei.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram incondicionalmente em tudo o que decidi fazer.

A todas as demais pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho pudesse ter sido realizado.

ÍNDICE

AGRADECIMENT.....	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.1. Família Scolytidae	2
3.2. Biologia	2
a) Hábitos Alimentares	3
b) Organização Social	4
c) Ciclo de Vida	6
d) Seleção Hospedeira	17
3.3. Ecologia	9
a) Fatores Abióticos.....	9
b) Fatores Bióticos	11
3.4. Importância Econômica	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1. Local do Experimento	15
4.2. Coletas	16
4.3. Variáveis Climáticas	17
4.4. Análise dos Dados	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1. Espécies Capturadas	18
5.2. Influência da Vegetação Vizinha à Área Experimental	20
5.3. Flutuação Populacional	21
5.4. Correlação e Regressão com Dados Climáticos	22
6. CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área experimental, locando armadilhas instaladas e talhões vizinhos à área de estudo. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A39
- Figura 2.** Armadilha ESALQ-84 instalada na área de estudo. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A.40
- Figura 3.** Número médio \pm EPM de espécies das tribos Bothrosternini, Cryphalini, Corthylini e Xyleborini (Scolytidae), capturadas em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)41
- Figura 4.** Número médio \pm EPM de indivíduos das tribos Bothrosternini, Cryphalini, Corthylini e Xyleborini (Scolytidae), capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)42
- Figura 5.** Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e total de Scolytidae capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de maio a agosto de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)43
- Figura 6.** Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e *Corthylus* sp. 1 capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a abril e de setembro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)44
- Figura 7.** Número médio \pm EPM de *Corthylus* sp. 2 e total de Scolytidae capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a abril e de setembro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)45
- Figura 8.** Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e *Corthylus* sp. 1 capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*, Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de

janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra para cada espécie não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)46

Figura 9. Número médio \pm EPM de *Corthylus* sp. 2 e total de Scolytidae capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey)47

Figura 10. Dados de umidade relativa do ar (%), temperatura média (BC) e precipitação pluvial (mm) em área da Klabin S.A. e flutuação populacional de Scolytidae, capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscada com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 200448

Figura 11. Flutuação populacional de *Hypothenemus eruditus* e *Xyleborus ferrugineus* capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 200449

Figura 12. Flutuação populacional de *Corthylus* sp. 1 e *Corthylus* sp. 2 capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 200450

LISTA DE TABELAS

- Tabela I.** Coeficientes de determinação obtidos através de correlação linear de Pearson para as distintas espécies de Scolytidae, em função dos fatores climáticos, com dados obtidos em coletas em Telêmaco Borba, PR, de 2 de janeiro a 30 de dezembro de 200428
- Tabela II.** Modelos obtidos através de cálculo de regressão linear passo a passo para distintas espécies de Scolytidae, em função dos fatores climáticos, com dados obtidos em coletas em Telêmaco Borba, PR, de 2 de janeiro a 30 de dezembro de 200428

RESUMO

Besouros da família Scolytidae são uma das principais pragas em florestas temperadas no mundo, enquanto no Brasil vêm aumentando em importância em florestas de *Pinus* e *Eucalyptus* (exóticos), onde podem vir a se tornarem pragas. Desta forma, é importante o estudo da biologia e ecologia das espécies que aqui ocorrem e que possam causar problemas para o setor florestal. Os objetivos do trabalho foram, a) fazer um levantamento qualitativo e quantitativo de Scolytidae em plantio de *Pinus* spp. em Telêmaco Borba/PR; b) verificar a influência da vegetação vizinha aos talhões na captura de Scolytidae; c) verificar a flutuação sazonal dos indivíduos das espécies mais capturadas e d) verificar a influência dos fatores climáticos na captura destas. Para isso, foram instaladas 25 armadilhas de interceptação de vôo modelo ESALQ-84, iscadas com etanol a 95%, espaçadas 100 m entre si e dispostas em cinco linhas com cinco armadilhas por linha, em talhões de *P. taeda* e do híbrido *P. taeda* x *P. elliotti*, pertencente à Klabin S.A. A frequência de coleta de Scolytidae foi semanal (de janeiro a dezembro de 2004). As variáveis climáticas (temperaturas média, mínima e máxima, umidade relativa do ar e precipitação) foram correlacionadas com os dados de captura das espécies mais coletadas. Foram capturados mais de 2800 exemplares de Scolytidae, em mais de 40 morfo-tipos. *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus*, *Corthylus* sp. 1 e *C.* sp. 2 foram as espécies mais coletadas e somente para estas realizou-se análises. A tribo Cryphalini foi a mais representativa quanto ao número de exemplares e a Corthylini quanto ao número de espécies. A vegetação vizinha influenciou mais as espécies *H. eruditus* e *X. ferrugineus* que foram estatisticamente mais coletadas em armadilhas próximas às áreas de mata nativa e um pouco menos naquelas próximas às áreas de *Pinus* mais velho. As correlações entre fatores climáticos e dados de captura foram bastante baixas, apesar de significativas, explicando pouco a captura dos besouros. As espécies analisadas apresentaram picos de captura logo após os meses mais frios (maio a julho), quando tanto a temperatura quanto precipitação aumentaram.

ABSTRACT

Scolytidae beetles are amongst the most important pests of temperate forests around the world, while in Brazil they are growing up in importance in *Pinus* and *Eucalyptus* forests, all exotic, with a good possibility of turning into pests. Hence, it is important to understand the biology and ecology of the occurring species, which might in the future inflict damage to the forest industry. The objectives of the present research were (a) to survey the Scolytidae species occurring in a *Pinus* plantation in Telêmaco Borba, state of Paraná, Brazil, (b) to investigate the influence of neighboring stands on trap captures, (c) to study the seasonal fluctuation of most abundant species and (d) to measure the influence of climatic factors on their flight activity. Twenty five flight intercept traps model ESALQ-84, spaced 100 m apart and baited with 95% ethanol were deployed in a 5 x 5 grid apart in stands of *Pinus taeda* and the hybrid *P. taeda* x *P. elliotti* belonging to KLABIN S.A. Beetles were collected weekly from January until December 2004. The climatic variables minimum, average and maximum temperatures, relative air humidity and rainfall were correlated with catches of most abundant beetle species. Over 2,800 Scolytidae specimens were trapped, in more than 40 species. *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus*, *Corthylus* sp. 1 and *C.* sp. 2 were the most abundant species trapped, and considered in the analyses. Tribe Cryphalini had the highest number of trapped specimens, while Corthylini presented the largest number of species. The neighboring vegetation appears to have an influence of *H. eruditus* and *X. ferrugineus* trap catches; traps closer to an old *P. taeda* stand and a native vegetation fragment exhibited statistically the highest number of collected specimens. Correlation values of climatic factors and beetle catches were low, however significant, and regression models explained little of trapped numbers. Flight peaks were observed right after the coldest months (May through July), when both temperature and rainfall increased.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil originalmente era vegetado por florestas de vários tipos, que ocupavam grande parte do território nacional. Desde a colonização do país, a devastação destas áreas foi bastante intensa, ocasionando uma significativa redução das áreas de florestas nativas.

Devido à crescente demanda por produtos florestais e na tentativa de diminuir o intenso desmatamento, o governo federal, em meados dos anos 60, criou a lei de incentivos fiscais, que beneficiava a implantação de florestas plantadas no Brasil, iniciando-se assim os programas de reflorestamento (Leão 2000).

Nestes programas, dois gêneros de plantas, *Pinus* e *Eucalyptus*, ambos exóticos, se destacaram, devido seu rápido crescimento e qualidade da madeira para fins industriais, cobrindo atualmente extensas áreas de cultivo em diversas regiões do país (Remade 2001).

Florestas de *Eucalyptus*, desde sua introdução e até os dias atuais, sofreram com o ataque de pragas de diversas ordens e famílias de insetos (Iede 1985). Já florestas de *Pinus*, surpreendentemente, permaneceram livres de pragas por muitos anos (Schönherr 1991), possivelmente por não haver em nossa flora nativa espécies deste gênero, e que eventualmente abrigariam potenciais pragas desta cultura (Flechtmann *et al.* 1999a).

Hoje, no entanto, o que se percebe para as florestas de *Pinus*, é que alguns grupos de insetos estão tornando-se adaptados, com grande potencial de tornarem-se pragas. Dentre estes grupos, encontram-se as coleobrocas da família Scolytidae, que são consideradas umas das principais pragas de coníferas no mundo, causando danos incalculáveis ao setor florestal (Wood 1982).

Insetos desta família podem ser divididos de acordo com seu hábito alimentar em seis grupos, dentre os quais, os fleófagos (besouros da casca) e xilomicetófagos (besouros da ambrosia) são aqueles mais importantes para as florestas implantadas, devido ao hábito de broquearem sua árvore hospedeira, onde depositam suas larvas, que se alimentam da madeira ou de fungos cultivados e transportados pelo adulto até o novo hospedeiro (Wood 1982).

Besouros da casca são mais comuns em países de clima temperado, onde causam prejuízos vultosos, que podem chegar a alguns milhões de dólares. Besouros da ambrosia, por sua vez, são mais comuns em países tropicais (Beaver 1979) e causam danos comparativamente menores, mas que são muito difíceis de se quantificar (Borden & McLean 1981).

No Brasil, acredita-se que em futuro não muito distante, besouros desta família venham a causar problemas, pois desde levantamentos que tiveram início na década de 70 e que permanecem até os dias atuais, estes aumentaram tanto em número de espécies como de indivíduos nas áreas de reflorestamento de *Pinus* (Flechtmann *et al.* 1999a).

Portanto, devido à grande importância que besouros desta família apresentam em todo o

mundo e à grande possibilidade de se tornarem pragas potenciais em nosso país, há necessidade de mais trabalhos relacionados ao grupo, de forma a se conhecer as espécies que aqui ocorrem e que possam se adaptar e saber como é o comportamento destas em nossas condições.

2. OBJETIVOS

Este projeto teve como principais objetivos, fazer um levantamento das espécies de Scolytidae em plantio de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii* através de armadilhas de interceptação de vôo iscadas com etanol, de forma a se saber quais as espécies que ocorrem na área de estudo e em que quantidades; verificar a influência de vegetação vizinha ao talhão na captura de Scolytidae; verificar a flutuação sazonal das espécies mais capturadas e, por fim, verificar a influência dos fatores climáticos na flutuação destas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Família Scolytidae

A família Scolytidae é constituída de pequenos insetos pertencentes à ordem Coleoptera, subordem Curculionoidea, com aproximadamente 6000 espécies conhecidas atualmente, distribuídas em 181 gêneros (Wood 1982).

Seus representantes apresentam corpo bastante esclerotizado, geralmente cilíndrico, e a porção terminal dos élitros quase sempre truncada ou com declive acentuado. Os olhos são geralmente grandes, achatados, reniformes ou ovais e as antenas freqüentemente geniculadas. Os élitros apresentam uma grande quantidade de cerdas ou escamas e são providos de estrias mais ou menos distintas (Lima 1956).

A família é dividida em duas subfamílias, Scolytinae e Hylesininae, com um total de 25 tribos. A subfamília Scolytinae apresenta a margem basal dos élitros não armada, e forma uma linha quase que estreita e transversal cruzando o corpo. Já a subfamília Hylesininae apresenta a margem basal dos élitros levemente elevada e armada por crenulações ou raramente por uma costa contínua (Wood 1982).

A subfamília Scolytinae inclui a tribo Xyleborini, que é um dos grupos economicamente mais importantes de Scolytidae nos trópicos (Beaver 1976).

3.2. Biologia

a) Hábitos Alimentares

De acordo com o hábito alimentar que possuem, as espécies de Scolytidae podem ser divididas em seis grupos, espécies herbívoras, espermívoras, mielívoras, xilívoras, fleívoras (besouros da casca) e espécies xilomicetívoras (besouros da ambrosia) (Beaver 1977; Browne 1961; Wood 1982). Dentre estes seis hábitos alimentares, dois deles (xilomicetofagia e fleofagia) se destacam por causarem imensos danos ao setor florestal (Gray 1974; Rudinsky 1962).

Espécies herbívoras são aquelas que se alimentam diretamente dos tecidos de plantas herbáceas, sendo um hábito raro em Scolytidae (Wood 1982). Exemplos deste grupo são encontrados nos gêneros *Thamnurgus*, *Liparthrum*, *Aphanarthrum*, *Xylocleptes* e *Lanurgus* (Browne 1961).

Espermívoras inclui espécies que se alimentam de sementes ou em menor grau de camadas mais superficiais dos frutos (Browne 1961; Wood 1982), sendo encontrada nos gêneros *Coccotrypes* e *Poecilips* (Browne 1961). Este hábito é mais comum e distribuído entre os gêneros tropicais (Wood 1982). *Hypothenemus hampei*, a broca do café, uma das principais pragas desta cultura no mundo, possui este hábito alimentar (Browne 1961).

Espécies mielívoras alimentam-se do interior de pequenos galhos e pecíolos, sendo mais comuns nos trópicos americanos que em qualquer outra parte do mundo, sendo algumas delas extremamente agressivas e danosas. Quase todas as espécies de Bothrosternini, todos os *Cryptocarenum*, vários *Hypothenemus* e algumas espécies de *Araptus*, *Chramesus*, *Scolytodes* e *Tricolus* possuem este hábito (Wood 1982).

Xilofagia inclui espécies que vivem e se alimentam diretamente do xilema de tecidos lenhosos (Browne 1961; Wood 1982). Embora quase todos os besouros da ambrosia possam ser parcialmente xilívoros, estes são excluídos desta categoria, já que seu principal alimento não é o xilema (Wood 1982). Este hábito ocorre nos Micracini e nos gêneros *Diamerus*, *Rhopalopselion*, *Strombophorus* e *Dendrosinus* (Browne 1961).

Besouros fleívoros, comumente conhecidos como besouros da casca, vivem e se alimentam de tecidos internos do floema. É um dos hábitos mais comuns de Scolytidae e usualmente associado com a família; entretanto, pouco menos que a metade das espécies da família é fleívora (Browne 1961; Wood 1982). Este hábito ocorre na maioria dos Hylesininae, sendo constante nas tribos Xylostonini e Ipinini e comum nos Cryphalini e Crypturgini (Browne 1961).

Besouros xilomicetívoros, conhecidos como besouros da ambrosia, vivem em túneis que eles mesmos constroem na região do xilema, mas se alimentam de fungos que crescem nas paredes de suas galerias (Browne 1961; Wood 1982).

A xilomicetofagia é constante em alguns grupos como Corthylini, Trypodendrini e Xyleborini. Não tem sido encontrada nos Hylesininae, embora haja uma suspeita de que ocorra em *Hyorrrynchus* (Browne 1961).

Em florestas tropicais, besouros da ambrosia são os predominantes. Já nas florestas temperadas os fleófagos são os mais comuns (Beaver 1977), provavelmente por estas não apresentarem condições ideais para o crescimento do fungo das espécies xilomicetófagas (Beaver 1977; Beaver 1979).

Algumas espécies de Scolytidae não podem ser enquadradas em nenhum destes grupos, por apresentarem mais de um hábito alimentar, ou por se alimentarem de algum outro tipo de parte vegetal devido à falta do tecido ou da planta preferenciais (Browne 1961). *Hypothenemus eruditus* Westwood, 1836, por exemplo, é capaz de viver em quase qualquer forma de material vegetal, exceto em madeira completamente lignificada, por isso pode ser colocado em qualquer uma das categorias, com exceção de xilomicetofagia (Browne 1961).

b) Organização Social

Os Scolytidae são insetos que possuem uma organização baseada na unidade de famílias relativamente pequenas, cada uma habitando um ninho separado, na qual a progênie recebe cuidado parental que pode se estender até o estágio adulto em alguns grupos (Browne 1961).

A presença dos progenitores ou somente da fêmea em algumas espécies, é essencial para o desenvolvimento bem-sucedido dos descendentes, havendo em alguns casos uma divisão de trabalho para o cuidado da prole (Browne 1961).

De acordo com a organização social que possuem, os Scolytidae podem ser divididos em três grupos, onde a razão sexual é normalmente adaptada à esta organização. Estes três grupos são monogamia, poligamia moderada ou normal (heterosangüínea) e poligamia extrema (consangüínea) (Browne 1961; Beaver 1977; Wood 1982).

A monogamia é a mais comum e distribuída organização social (Wood 1982). Nos monógamos os machos podem voar ao encontro de alguma fêmea, podendo até ocorrer mais de um macho no ninho, mas a permanência de mais de um é desconhecida (Browne 1961).

Nesta organização ambos progenitores desempenham alguma função, sendo a da mãe usualmente a confecção das galerias, a formação de nichos de ovos, oviposição e o cuidado do jovem (Wood 1982).

O macho, nesta organização, mantém a câmara nupcial e túnel de entrada limpos, expelindo serragem da entrada do orifício. Este permanece próximo à entrada do ninho, que ele fecha e assim protege com a parte posterior do corpo contra predadores e outros intrusos (Wood 1982; Browne 1961).

A divisão de trabalho entre macho e fêmea dentro do ninho, tem freqüentemente levado à evolução de dimorfismo sexual acentuado dentro das espécies (Browne 1961; Wood 1982). A maioria destas características ocorre tanto na cabeça como na declividade do élitro, que podem servir também para identificação do parceiro (Wood 1982).

Na poligamia moderada, cada macho tem várias companheiras, usualmente de duas a cinco co-habitando o mesmo ninho, sendo uma organização relativamente rara (Browne 1961; Wood 1982) na qual os machos voam para o novo hospedeiro e quase sempre escavam o túnel de entrada e câmara nupcial. As funções de ambos os sexos são quase as mesmas das espécies monógamas (Wood 1982) e poucas modificações morfológicas têm sido freqüentemente desenvolvidas (Browne 1961).

Poligamia extrema ocorre em todos os Scolytidae das tribos de besouros da ambrosia como Xyleborini, e também em alguns gêneros fleófagos e espermófagos de outras tribos (Browne 1961).

Nas espécies extremamente polígamas, a razão de fêmeas para machos é bastante alta, chegando até 50 fêmeas por macho. Os machos são de vida curta, incapazes de voar e conseqüentemente, quase nunca deixam a câmara de criação (Browne 1961; Beaver 1977; Wood 1982).

Os machos são deformados, pequenos, haplóides, atingem sua maturidade sexual e copulam muito cedo (Wood 1982), desenvolvendo-se mais rapidamente que as fêmeas, através da redução do número de ínstar larvais. Um ou mais machos adultos podem ser encontrados na galeria entre as pupas de fêmeas, esperando pela muda final destas (Browne 1961; Beaver 1977). Estes morrem logo após a cópula, antes mesmo de se tornarem completamente pigmentados (Wood 1982).

As fêmeas são fertilizadas antes que voem para encontrar outro hospedeiro, onde a responsabilidade de construir a galeria e cuidar dos descendentes recai toda sobre elas (Browne 1961; Beaver 1977), que combinam em seu corpo todas as modificações necessárias para estes propósitos (Browne 1961).

O macho, cuja função termina com a cópula, apresenta algumas modificações que são inexplicáveis com base em suas funções atuais e podem sugerir que estes evoluíram recentemente de outro sistema, no qual este deveria participar de algumas funções (Browne 1961).

Na poligamia extrema a consangüinidade é a regra, exceto quando a infestação é muito alta e dois ou mais ninhos se juntam. Vários autores sugerem que a partenogênese ocorre ou pode ocorrer na ausência de sucesso na cópula dentro desta organização social (Browne 1961), produzindo somente machos haplóides por partenogênese arrenótoca facultativa (Beaver 1977; Wood 1982), que copulam com sua mãe e sua irmãs para produzir fêmeas diplóides. Assim,

fêmeas copuladas ou não, são capazes de colonizar uma nova área (Wood 1982).

c) Ciclo de Vida

Os Scolytidae são insetos que possuem metamorfose completa (holometábolos), passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos, que possuem formato ovóide, são brancos, translúcidos, delicados e sem ornamentações, variando em tamanho de um grupo a outro (Browne 1961; Wood 1982). Seu número dentro de uma galeria varia de 3 até cerca de 200 (Wood 1982).

O número de ovos tende a ser maior entre as espécies que habitam regiões frias e menor em besouros da ambrosia e naquelas espécies que habitam florestas tropicais úmidas (Browne 1961; Wood 1982).

As larvas são curculioniformes e se alimentam constantemente, exceto durante a ecdise e hibernação (quando esta ocorre). A larva cresce consideravelmente durante os ínstars, principalmente no último, porém não muda muito sua forma com o crescimento. Geralmente os ínstars variam de dois a cinco (Browne 1961; Wood 1982). A duração do período larval pode variar de 12 dias a mais de dois anos (Wood 1982).

A fase de pupa pode ter uma duração de três a 30 dias, mas tende a ter uma média de seis a nove dias em condições ideais (Wood 1982). A pupa apresenta quase o mesmo tamanho da larva de último ínstar (Browne 1961).

O adulto, assim que emerge, possui o corpo amarelo pálido e muito mole. Vários dias são necessários até que a parte quitinosa torne-se endurecida e pigmentada (Browne 1961). Algumas espécies podem abandonar o ninho parental antes mesmo de completamente pigmentadas, ou podem requerer um período de maturação alimentar antes de sua dispersão (Wood 1982).

Algumas espécies de Scolytidae são capazes de completar seu ciclo de vida em cerca de 20 dias e outras requerem ao menos dois anos, sendo que este período depende de condições climáticas e microclima do ninho (Browne 1961; Wood 1982). Em regiões de inverno muito severo, o ciclo pode ser prolongado pela hibernação e em regiões de clima tropical o período deste pode ser reduzido em cerca de 50% (Browne 1961).

Em regiões com inverno frio e definido, a hibernação é uma parte da vida dos Scolytidae, onde ao menos um dos estágios imaturos pode ficar dormente durante o inverno (Browne 1961). Nos trópicos são as estações secas e úmidas as mais importantes (Wood 1982).

Após o completo desenvolvimento do adulto, as espécies voam em busca de um novo hospedeiro para procriação (Wood 1982). Os Scolytidae gastam apenas pequena parte de sua vida no vôo, sendo que nos besouros de clima tropical este ocorre apenas uma única vez (Browne 1961).

Mesmo para as espécies de vida longa de clima temperado, o vôo ocorre em somente quatro situações. Vôo do ninho parental para outra árvore para alimentação de maturação; vôo para um novo hospedeiro para procriação; vôo para um local de hibernação e vôo para o hospedeiro definitivo e nova procriação (Browne 1961).

d) Seleção Hospedeira

A maioria dos Scolytidae é restrita no número de hospedeiros nos quais podem se reproduzir com sucesso. Em geral, espécies fleófagas tendem a ser mais restritas ou específicas em sua seleção ao hospedeiro que as espécies xilomicetófagas. A aparente razão para esta diferença é que as espécies fleófagas alimentam-se diretamente do tecido hospedeiro, enquanto as espécies xilomicetófagas alimentam-se do fungo que cultivam (Browne 1961; Wood 1982).

Uma vez que os Scolytidae emergem de suas plantas hospedeiras, estes necessitam encontrar novos hospedeiros adequados (Wood 1982). Esta seleção do material hospedeiro é governada geralmente por dois componentes, um químico, atuando a distâncias maiores, e um físico, que atua quando o inseto se encontra mais próximo da planta (Flechtmann *et al.* 1995).

O componente químico inclui uma atração primária, que pode ser seguida ou não por uma atração secundária. Na atração primária, componentes voláteis emitidos pela planta hospedeira (caïromônios) podem ser utilizados pelo besouro na localização desta (Lindgren 1990).

Se o hospedeiro for adequado, pode ocorrer uma atração secundária, onde o besouro emite feromônios (que pode estar associado ou não com caïromônios) para atrair conspecíficos à planta hospedeira (Byers 1989).

A atração primária é fundamental para os besouros que primeiro chegam à árvore hospedeira. O besouro pioneiro, portanto, é guiado por odores do hospedeiro. Quando tais odores estão no ar o vôo é orientado e usualmente contra o vento em direção à fonte. Quando os odores não são detectados, a dispersão tende a ser ao acaso (Samaniego & Gara 1970; Wood 1982).

O vôo do pioneiro original pode ser feito tanto pelo macho quanto pela fêmea, dependendo da espécie, mas independente do sexo este hábito é consistente para as espécies (Wood 1982). Usualmente, quando estes pioneiros são machos, a espécie é polígama, e quando são fêmeas, a espécie é monógama (Gil *et al.* 1985).

Árvores caídas, danificadas ou que sofreram algum tipo de estresse, costumam volatilizar compostos caïromônios que são utilizados para localização pelos besouros (Byers 1989). Dentre estes compostos, pode-se citar as oleoresinas, os terpenos, álcoois, além de outras substâncias (Gil *et al.* 1985).

As oleoresinas possuem como principais elementos atrativos, componentes derivados de

terpenos, como monoterpenos (hidrocarbonetos monoterpenos), sesquiterpenos e produtos derivados destes, como monoterpenos oxigenados e produtos originários da fermentação anaeróbica ocorrida no vegetal, produzindo álcoois, como por exemplo o etanol (Gil *et al.* 1985).

Os hidrocarbonetos monoterpênicos, como o α -pineno, o β -pineno, o limoneno, mirceno, entre outros (Gil *et al.* 1985) são encontrados em maior quantidade no hospedeiro assim que estes são cortados, havendo uma brusca diminuição logo após as primeiras semanas depois do corte (Flechtmann *et al.* 1999 b).

Estes compostos, embora se apresentem como atrativos para algumas espécies de besouros da casca, aparentemente não funcionam como caimônios para besouros da ambrosia (Kelsey & Joseph 1997).

Dentre o grupo dos álcoois, encontram-se o etanol, metanol e outros, destacando-se entre eles o etanol, composto caimonal mais importante para as espécies secundárias (aquelas que não são capazes de atacar hospedeiros saudáveis) (Byers 1989). O etanol pode ser produzido em plantas vivas (Kelsey 1994), mas ocorre em maior quantidade naquelas árvores estressadas, doentes, caídas ou derrubadas, como resultado da fermentação anaeróbica (Gil *et al.* 1985).

Moeck (1970) verificando a atratividade do etanol a *Trypodendron lineatum* em testes realizados no laboratório e no campo, verificou que este se mostrou atrativo não somente para a espécie estudada, como também a outras espécies de Scolytidae. No entanto, esta atratividade depende da concentração em que este é usado (Moeck 1971). O trabalho de Moeck (1970) foi o primeiro a provar a atratividade de etanol a espécies de Scolytidae, agindo como um caimônio.

As espécies de Scolytidae, quanto à resposta que possuem ao etanol, podem ser separadas em: (1) espécies fortemente atraídas por este composto, sendo este o principal atraente. Estas espécies geralmente não são agressivas; (2) naquelas para as quais o etanol sinergiza odores do hospedeiro, possuindo importância relativa; (3) naquelas em que o etanol pode sinergizar feromônios e/ou caimônios, dependendo de sua dosagem, podendo ser agressivas ou não, e (4) naquelas em que o etanol geralmente não influencia na atração, podendo até mesmo reduzir a resposta. Estas espécies são aquelas mais agressivas e consideradas de maior importância (Klimetzek *et al.* 1986; Gil *et al.* 1985).

A atração secundária por sua vez, ocorre a partir do momento em que o inseto pioneiro, guiado por caimônios (atração primária), encontra um hospedeiro favorável e assim libera feromônios sexuais e/ou de agregação, para atrair o sexo oposto e/ou conspecíficos, que auxiliam na quebra da resistência natural imposta pela árvore hospedeira (Wood 1982).

Esta atração secundária ocorre geralmente em espécies de besouros da casca (Wood 1982), sendo somente conhecida para os besouros da ambrosia em alguns poucos Corthylini (*Gnathotrichus*) e Xyloterini (*Trypodendron*) (Byrne *et al.* 1974). Em Xyleborini, tribo mais importante de besouros da ambrosia nos trópicos (Beaver 1977), aparentemente não há a

produção de feromônios (Klimetzek *et al.* 1986).

Em espécies de poligamia extrema, onde se enquadram os representantes da tribo Xyleborini, aparentemente não há produção de feromônios, já que estas espécies não atacam árvores sadias, dispensando a utilização de feromônios de agregação para vencer a resistência da árvore e não precisam atrair o sexo oposto, dispensando a produção de feromônios sexuais (Beaver 1977).

Em relação ao componente físico na seleção hospedeira, este está mais relacionado à características físicas da planta hospedeira, tais como tamanho, forma, inclinação, espessura da casca e cor, principalmente (Flechtmann *et al.* 1995).

3.3. Ecologia

A população e o comportamento de Scolytidae, assim como de qualquer inseto ou ser vivo, podem ser influenciados por diversos fatores, que podem ser classificados como abióticos (clima, solo, topografia) e bióticos (disponibilidade de alimento, competição, inimigos naturais).

a) Fatores Abióticos

Fatores do clima, como temperatura, precipitação pluvial, umidade, luminosidade e vento são de extrema importância para determinar a distribuição e abundância de besouros da casca e da ambrosia e dos predadores, parasitos e outros organismos com os quais são associados (Wood 1982).

Temperatura e umidade são os dois fatores de maior importância e tendem a ser maiores no microclima do ninho, mas menos sujeitos às flutuações violentas do meio externo (Browne 1961; Wood 1982).

Temperaturas muito altas ou muito baixas, tais como aquelas encontradas durante a estação seca tropical ou o inverno rigoroso das regiões temperadas, causam uma redução na atividade dos besouros ou até mesmo, em alguns casos, a mortalidade destes, quando estas ultrapassam certos limites (Wood 1982).

A temperatura pode influenciar também na determinação do início do vôo e na sua duração, além de diminuir ou aumentar o ciclo de vida do inseto (Wood 1982). Em zonas equatoriais, onde as temperaturas são mais altas, há uma redução no ciclo de vida. Em zonas frias, a temperatura baixa é o mais importante fator climático de controle, matando os insetos ou retardando seu desenvolvimento devido a hibernação (Browne 1961).

Marques (1984) em levantamento de Scolytidae em povoamentos homogêneos de *Pinus taeda* em Telêmaco Borba/PR, estudou a correlação dos fatores climáticos com os dados de

captura dos besouros e verificou uma correlação positiva entre temperatura e quantidade de Scolytidae coletados.

Flechtmann *et al.* (1995) em experimento realizado no município de Agudos/SP em talhões de pinheiros tropicais, observou redução na quantidade de indivíduos capturados entre os meses de maio a julho, que coincidiram com um período de temperaturas mais baixas (média inferior a 18°C).

A umidade também é um dos principais fatores que influencia a população e a atividade de Scolytidae e que determina o início e duração do vôo (Browne 1961), podendo influenciar a população de Scolytidae de forma direta (afetando a sobrevivência dos besouros) e indireta (por afetar a suscetibilidade da árvore hospedeira).

A umidade é bastante importante tanto para besouros da casca como para besouros da ambrosia. Em besouros da casca esta é bastante importante na atração hospedeira, influenciando na produção de atrativos pela árvore (ação indireta). No entanto também existe uma influência sobre o besouro (ação direta), apesar desta ser maior para os besouros da ambrosia (Browne 1961).

Para os besouros da ambrosia o conteúdo de umidade é um fator de extrema importância para a sobrevivência dos besouros, já que é um fator limitante ao crescimento do fungo que serve de alimento para estes (Rudinsky 1962).

O fungo da ambrosia requer uma alta umidade para desenvolvimento, sendo o seu não estabelecimento uma das principais causas de mortalidade dos besouros (Beaver 1977). Por esse motivo, somente toras com alto conteúdo de umidade são atacadas (Chandra 1981). Entretanto, níveis de umidade extremos na casca também podem causar mortalidade (Rudinsky 1962).

Em besouros da ambrosia a umidade também afeta a atração hospedeira já que níveis muito altos ou muito baixos de umidade pode tornar uma árvore suscetível ao ataque, fazendo com que esta produza voláteis atrativos aos besouros.

A precipitação pluvial também faz parte do conjunto de fatores climáticos que influenciam a população e o comportamento de Scolytidae e esta influência pode ser também direta ou indireta (Hicks Jr. 1980).

Moser & Dell (1979), em experimento realizado em talhão de *Pinus taeda* de 29 anos, analisaram o efeito da temperatura e precipitação pluvial sobre a atividade de vôo de *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868, e observaram que a ocorrência de chuvas durante o período de coleta ocasionava uma redução no número de besouros capturados.

Dorval (2002) em levantamento da fauna de Scolytidae realizado no estado do Mato Grosso encontrou resultado semelhante. A precipitação pluvial, juntamente com temperatura média e umidade foram os fatores meteorológicos que mais afetaram o comportamento das espécies estudadas, onde altas precipitações parecem afetar negativamente a abundância de

Scolytidae.

Flechtmann *et al.* (1995), no entanto, em trabalho realizado no estado de São Paulo em talhões de pinheiros tropicais, encontrou resultado diferente, onde o pico de captura de Scolytidae coincidiu com as chuvas de maior intensidade, após a passagem dos meses mais secos do ano.

Quanto ao efeito da luminosidade, este é muito importante para o vôo de Scolytidae. Muitas espécies apresentam um vôo crepuscular ou noturno e relativamente direcionado, sendo a incidência luminosa um fator que influencia sua direção. A maioria dos Scolytidae é fototrópica positiva durante seu período de vôo, tornando-se indiferente ou negativa após sua ocorrência (Browne 1961; Beaver 1977).

Somente intensidade luminosa adequada, entretanto, não é suficiente para que o vôo de Scolytidae seja estimulado. Existe uma interação entre intensidade luminosa e temperatura, havendo necessidade de uma faixa ótima destes dois fatores para que o vôo ocorra (Rudinsky & Schneider 1969).

O vento é bastante importante para a percepção de substâncias voláteis atrativas (caimônios e feromônios) presentes no meio (Salom & McLean 1991). Estes insetos voam contra o vento quando este está em baixa velocidade (Beaver, 1977) em direção à fonte atrativa, localizando novos hospedeiros ou futuros parceiros.

Além da influência na orientação dos besouros, o vento ainda auxilia na dispersão. Scolytidae geralmente apresentam uma baixa capacidade de dispersão, mas que pode ser grandemente aumentada pela ação deste (Lam & McLean 1992; Browne 1961). No entanto, o vento pode ser um fator limitante ao vôo de Scolytidae, quando este ultrapassa certos limites de intensidade (Salom & McLean 1991).

Outros fatores como topografia, textura, fertilidade, profundidade e pH do solo, também fazem parte do conjunto de fatores abióticos que influenciam a população de Scolytidae, mas estão mais relacionados com a mudança na suscetibilidade do hospedeiro, quando causam estresse e permitem um ataque bem sucedido (Hicks Jr. 1980).

b) Fatores Bióticos

Dentre os fatores bióticos, a presença de material de desenvolvimento adequado e em quantidade suficiente, é o maior fator que influencia a dinâmica populacional de Scolytidae (Rudinsky 1962).

Esta disponibilidade de hospedeiros adequados ocorre quando um talhão é enfraquecido ou dizimado por tempestades, inundação, vento, seca, doenças, fogo, desfolhação ou durante operações de corte (Drooz 1985).

Durante tempestades, raios ou ventos fortes podem danificar ou derrubar árvores, que se tornam locais favoráveis ao desenvolvimento de várias espécies e podem servir como centro de epidemia onde os insetos depois se movem para árvores sadias (Wood 1982).

O fogo é bastante utilizado no manejo florestal para diversos fins. No entanto, árvores danificadas por esta atividade, tornam-se altamente atrativas e servem como ponto de foco para o desenvolvimento de epidemias (Wood 1982).

Resíduos de corte também influenciam no nível populacional de Scolytidae, pois servem como reservatórios para procriação dos besouros e a remoção destes reduzem infestação do restante do talhão (Hicks Jr. 1980; Marques 1984).

Fatores relacionados à árvore hospedeira e à características do talhão, como idade, produção de resina, diâmetro, espessura do floema (Paine & Stephen 1987), densidade de árvores e crescimento radial também afetam a população de Scolytidae (Hicks Jr. 1980).

Talhões muito densos aumentam infestação de Scolytidae pois reduzem o vigor das árvores, predispondo-as ao ataque. Árvores pouco vigorosas, expressam um reduzido crescimento radial, e são associadas com alta infestação de besouros (Hicks Jr. 1980).

Além da disponibilidade de material hospedeiro suscetível e de características da árvore hospedeira e talhão, fatores como predação, parasitismo, doenças ou competição, também influenciam o nível populacional de Scolytidae. Predação pode ocorrer por pássaros e outros insetos durante a dispersão, mas isso ocorre em pequeno número. Durante a colonização são frequentemente atacados por formigas antes que façam o orifício da galeria (Beaver 1977).

Insetos da ordem Coleoptera são os predadores de maior importância (Wood 1982), incluindo as famílias Carabidae, Cleridae, Colydiidae, Cucujidae, Elateridae, Histeridae, Malachiidae, Ostomidae, Pythidae, Rhizophagidae, Silvanidae e Tenenbrionidae (Browne 1961).

Predadores têm sido utilizados em algumas partes do mundo para o controle de algumas espécies de Scolytidae e em alguns casos, como ocorreu na Austrália e Inglaterra os resultados foram bastante positivos, principalmente com a utilização de espécies de Cleridae, como por exemplo, *Thanasinus dubius* (Dahlsten & Whitmore 1985).

Espécies de Scolytidae podem ser parasitadas por estágios imaturos de Hymenoptera e espécies de Brentidae e Curculionidae podem invadir galerias de Scolytidae, usando-as para sua própria descendência, resultando na morte dos imaturos ali existentes (Beaver 1977).

Embora muitos vírus e doenças sejam conhecidos em insetos, pouco tem sido estudado em Scolytidae. Numerosos fungos, alguns patogênicos, têm sido observados nas galerias de algumas espécies, mas seu efeito sobre a população é desconhecido (Wood 1982).

Devido seu pequeno tamanho e inabilidade em superar alterações do microambiente, besouros da casca e da ambrosia usualmente são pouco eficientes em competir por alimento. A maioria das espécies evita conflitos sendo as primeiras a infestar seus hospedeiros e criam sua

prole antes da maioria dos ovos de seus competidores eclodir (Wood 1982).

A competição pode ser intra ou interespecífica. A competição intra-específica é um dos maiores fatores no controle populacional de besouros da casca. Esta começa dentro da família e depende do tipo de estrutura do ninho confeccionado pela espécie, já que o ninho deveria ter como aumentar com o aumento da família (Browne 1961).

Competição interespecífica é menos severa que competição dentro da espécie, sendo os tipos mais severos aqueles que ocorrem com insetos de outras famílias ou ordens (Browne 1961).

3.4. Importância Econômica

Em uma floresta natural um dos maiores obstáculos é a reciclagem e a remoção de plantas mortas ou morrendo. A demora na remoção deste material, tira o ecossistema inteiro do equilíbrio. Besouros da casca e da ambrosia são os primeiros agentes que atacam árvores recentemente caídas, e neste sentido são extremamente importantes, pois além de consumirem os tecidos de seus hospedeiros, ainda introduzem ou fornecem meios para a entrada de agentes saprofíticos que aceleram a deterioração deste material (Wood 1982).

No entanto, sua atividade entra em conflito direto com o homem a partir do momento em que este utiliza os produtos florestais para sua economia ou sistema cultural. Portanto, o efeito econômico de Scolytidae vai desde benefícios até enormes perdas econômicas (Wood 1982).

Os Scolytidae procuram normalmente como hospedeiros, árvores estressadas, danificadas, mortas ou à morte (Beaver 1977; Wood 1982). No entanto, quando o suprimento de hospedeiros adequados não está em quantidade necessária ou disponível, algumas espécies se tornam agressivas, atacando árvores sadias (Browne 1961).

Dentre os Scolytidae, as espécies fleófagas (besouros da casca) são aquelas que causam maiores problemas para a silvicultura mundial, especialmente para países de clima temperado (Browne 1961; Beaver 1977; Gray 1972), ocasionando mais danos econômicos que qualquer outro grupo da família (Browne 1961).

Nos Estados Unidos, besouros da casca causavam danos de em média 25,5 milhões de metros cúbicos de madeira para serraria e celulose anualmente, o que chegava a 90% de toda a mortalidade de árvores causada por insetos e 60% de todas as perdas ocasionadas à madeira (Drooz 1985).

A maior parte da mortalidade de árvores ocasionada pelos besouros da casca é causada por indivíduos dos gêneros *Dendroctonus*, *Ips* e *Scolytus*. Outros gêneros ocasionalmente podem danificar árvores e indiretamente causar mortalidade pelo transporte de patógenos causadores de doenças (Drooz 1985).

Como regra geral, os besouros da casca atacam árvores enfraquecidas ou à morte, devido

a fatores de estresse, tais como seca, doenças, injúrias mecânicas e outros. Também são atraídos por madeira recém-cortada e que ainda possua casca.

Em *Pinus*, uma determinada quantidade de resina é produzida pela planta quando há tentativa de ataque por estes besouros, na qual são aprisionados e morrem. Uma árvore saudável produz quantidade suficiente de resina para prevenir um ataque bem sucedido destas pragas. No entanto, quando uma grande quantidade de besouros ataca uma única árvore, estes são capazes de danificar e matar até mesmo árvores saudáveis (Day 1996).

Uma vez que a população excede o limiar na qual a resistência hospedeira é um fator limitante, a mortalidade de árvores continua até que o suprimento de hospedeiros seja exaurido ou eventos naturais, como inverno rigoroso, doenças ou predação, reduzam a população (Drooz 1985).

Besouros da ambrosia, por sua vez, causam danos comparativamente menores, mas que são mais difíceis de quantificar (Borden & McLean 1981). Estes são predominantes nos estágios iniciais de decomposição da madeira, sendo bastante difícil extrair toras comerciais livres do ataque destes besouros, a menos que estas recebam tratamento químico assim que forem cortadas (Gray 1972).

Segundo Borden & McLean (1981), as perdas econômicas ocasionadas pelos besouros da ambrosia podem ser divididas em 5 grupos:

- degradação: quando os besouros infestam de 5 a 8 cm da parte externa do tronco, provocando a redução do volume de tábuas e compensados, dano este que nunca teve como ser calculado;
- problemas na exportação: produtos que apresentam sintomas de ataque por besouros da ambrosia apresentam restrições em casos de exportação;
- reprocessamento e reempacotamento: quando a madeira que foi processada apresentar severo dano causado por estes besouros, esta deve ser frequentemente reprocessada, aumentando o custo de trabalho e hora máquina;
- necessidade de um rápido inventário florestal, devido à vulnerabilidade da madeira úmida que vem da floresta, e
- custo do controle direto.

Os danos ocasionados pelos besouros da ambrosia consistem primariamente de galerias que estes perfuram na madeira, e secundariamente por manchas disformes ao redor destas galerias causadas pela expansão das hifas de seus fungos associados (Browne 1961).

Espécies como *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1795) e *Gnathotrichus sulcatus* (Le Conte, 1868), por exemplo, causam significativas perdas à indústria florestal em British Columbia, no Canadá, sendo o prejuízo estimado em US\$ 63 milhões por ano nesta região (Lindgren & Fraser 1994).

No Brasil, a presença de espécies da família Scolytidae está se tornando relativamente

comum em plantações florestais, e sua importância e abundância têm aumentado, principalmente para as espécies de besouros da ambrosia (Flechtmann *et al.* 2001).

Muitos trabalhos, como os de Zanuncio *et al.* (2005), Flechtmann & Gaspareto (1997) e Abreu *et al.* (2002) por exemplo, demonstram a importância de Scolytidae no Brasil, danificando tanto árvores de pé, quanto madeira estocada em serrarias.

Além disso, Pedrosa-Macedo (1991) cita algumas espécies exóticas de Scolytidae bastante danosas ao setor florestal e que podem ser introduzidas no Brasil, principalmente por já estarem presentes em outros países da América do Sul, como por exemplo, *Blastophagus piniperda*, que em altos níveis populacionais ataca árvores saudáveis, jovens e maduras.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Monte Alegre de propriedade da Klabin S.A., localizada no município de Telêmaco Borba, estado do Paraná. A fazenda Monte Alegre possui uma área total de 126737 ha, sendo as principais culturas, *Pinus* spp. com 42138,8 ha, *Eucalyptus* spp. com 19096,6 ha e *Araucaria angustifolia* com 7737,6 ha.

A madeira produzida na área da fazenda é utilizada em sua grande maioria para o abastecimento da fábrica para a produção de papel e celulose e o excedente é utilizado para produção de combustível e serraria.

As áreas de plantio da Fazenda Monte Alegre são divididas em “guardas florestais”, que por sua vez são divididas em talhões. O experimento foi instalado em uma área que ocupou parte de três talhões (266, 281 e 282) pertencentes à guarda florestal Agronomia (fig. 1), localizada a 24°12'42" de latitude sul, 50°33'26" de longitude oeste e altitude de 885,2 m acima do nível do mar.

O talhão 266, com uma área de 33,5 ha, é composto por um híbrido de *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*, plantado em março de 1998, com um espaçamento de 3,0 x 2,5 m, totalizando 1333 árvores por ha.

O talhão 281, composto por *Pinus taeda* plantado em fevereiro de 1998, possui uma área de 25,1 ha. As árvores foram plantadas com espaçamento de 2,5 x 2,5 m de distância uma da outra, totalizando 1600 árvores por ha.

O talhão 282, por sua vez, possui uma área de 13,4 ha, sendo composto por *Pinus taeda*, plantado em março do mesmo ano dos demais, com um espaçamento de 3,0 x 2,5 m, com um total de 1333 árvores por ha.

Áreas de plantio de *Pinus* sp. com diferentes idades (7, 21 e 30 anos) e áreas de florestas nativas fazem fronteira com os talhões do experimento (fig. 1). O solo da área experimental é do tipo latossolo vermelho escuro, textura argilosa e o relevo suave ondulado.

A região apresenta um clima do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes; geadas pouco frequentes; precipitação anual média de aproximadamente 1500 mm, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano e temperatura média de 20° C (Köppen 1948).

4.2. Coletas

Foram instaladas na área experimental 25 armadilhas de interceptação de vôo, modelo ESALQ-84 (Berti Filho & Flechtmann, 1986) (fig. 2), espaçadas 100 m entre si e dispostas em cinco linhas, com cinco armadilhas por linha. As armadilhas mais externas neste quadrilátero de 500 x 500 m ficaram a uma distância mínima de 50 m dos limites dos talhões (fig. 1). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso.

As armadilhas foram suspensas a um metro do solo, tendo como ponto de referência a parte superior do funil coletor, e foram iscadas com etanol comercial 95%, contido em frasco próprio, com uma razão de liberação de 0,52 g/dia a 21°C, determinada gravimetricamente através da utilização de estufa.

As coletas foram realizadas semanalmente, sendo a primeira realizada no dia 02 de janeiro e a última no dia 31 de dezembro, todas no ano de 2004, totalizando 52 semanas de amostragem. A cada coleta, após a retirada dos insetos o conteúdo do frasco contendo a isca (etanol) era completado; as armadilhas sujas eram limpas e aquelas quebradas substituídas.

Nos frascos coletores havia uma mistura de detergente e água, servindo o primeiro para quebrar a resistência da água, permitindo que os insetos afundassem e fossem portanto, mortos por afogamento. Esta mistura também era trocada a cada coleta.

A coleta e manutenção das armadilhas foram realizadas por funcionários da empresa, que colocavam todo o material em frascos devidamente rotulados e os enviava para o Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para serem triados.

Os Scolytidae foram identificados ao nível de espécie (sempre que possível), utilizando-se como referência a coleção do Museu de Entomologia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP (MEFEIS) e parte do material foi enviada para o especialista no grupo, Dr. Stephen L. Wood, da Brigham Young University, Provo, Utah, Estados Unidos.

Após a identificação, os espécimes foram montados, etiquetados e os dados de captura colocados em planilhas do Excel®, confeccionadas para posteriores análises estatísticas.

4.3. Variáveis Climáticas

Dados climáticos de temperatura (média, mínima e máxima em °C), umidade relativa do ar (em %) e precipitação pluvial (em mm) foram medidos diariamente, durante o período do experimento.

Os valores de umidade relativa do ar e temperatura foram obtidos de uma estação meteorológica localizada na Fazenda Monte Alegre, a 37 km da área experimental e os dados de precipitação pluvial, através de um pluviômetro instalado na guarda-florestal onde o experimento foi instalado.

4.4. Análise dos Dados

Para efeito de análise estatística, os dados de captura de Scolytidae foram transformados em $\sqrt{x+0.5}$, para a realização das análises necessárias.

Como as estações do ano não são bem definidas na região do experimento em relação à temperatura e umidade, convencionou-se dividir o ano em somente duas estações, uma estação quente, compreendendo os meses de setembro a abril e uma estação fria, compreendendo os meses de maio a agosto (Flechtmann *et al.* 1995; Flechtmann *et al.* 2001).

Os dados de número de espécies e de indivíduos coletados em cada tribo, foram avaliados através de análise de variância e teste de Tukey para separação das médias, para saber se havia diferenças estatísticas entre as tribos encontradas.

Para analisar a influência da vegetação próxima ao talhão, os dados de captura das armadilhas foram agrupados de acordo com a proximidade que possuíam dos diferentes tipos de vegetação existentes.

Foram feitos três agrupamentos: “newpine”, por estar próximo a uma área de *Pinus* de idade semelhante ao do talhão do experimento; “woods”, estando próximo a uma área de floresta nativa de galeria e; “opinwoo”, estando próximo a talhões de *Pinus* de 21 e 30 anos (*Pinus* velho) e área nativa.

Estes agrupamentos foram estudados através de análise de variância e as médias separadas através do Teste de Tukey ao nível de 5%. As análises foram feitas para as espécies mais capturadas e também para o total de Scolytidae, utilizando-se tanto os dados anuais como aqueles separados por estação.

Para as espécies mais capturadas, verificou-se a flutuação populacional destas durante o ano e utilizando-se dos dados meteorológicos, realizou-se as análises de correlação e de regressão. Para a correlação de Pearson utilizou-se os dados de temperaturas média, mínima e máxima semanais, umidade relativa do ar semanal e precipitação média semanal,

correlacionando-os com os dados de captura nas armadilhas.

A análise de regressão foi realizada passo a passo (“Stepwise Procedure”), onde se determinou o melhor modelo para cada espécie, fixando-se uma significância mínima de 15% para a permanência de cada variável climática no modelo, com o intuito de se poder prever sua variação sazonal.

Tanto para as análises de correlação quanto de regressão, somente as espécies mais capturadas foram analisadas e, seus dados de captura também foram transformados em $\sqrt{(x+0.5)}$. Todas as análises foram realizadas através do programa SAS (SAS Institute, 1990 a/b).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Espécies Capturadas

Durante o período do experimento, foram capturados 43 morfo-tipos de Scolytidae, pertencentes a quatro tribos, Cryphalini, com 7 espécies (16,3%), Corthylini, com 23 (53,4%), Xyleborini, com 12 (28%) e Bothrosternini, com 1 espécie (2,3%), sendo estes valores estatisticamente diferentes ao nível de 1% de significância (Fig. 3).

As tribos Corthylini e Xyleborini foram estatisticamente igualmente coletadas. Já Cryphalini e Bothrosternini, apresentaram médias de captura estatisticamente inferiores às demais (fig. 3).

Flechtmann *et al.* (2000) em experimento realizado no mesmo local do presente estudo, encontraram uma predominância de espécies destas mesmas tribos, concordando com os resultados aqui obtidos.

Foram coletados 2826 exemplares de Scolytidae, sendo a tribo Cryphalini a mais representativa, com 55,1% dos espécimes capturados. A tribo Corthylini foi a segunda mais capturada, com 31,3%, seguida de Xyleborini com 13,5% e por último Bothrosternini com 0,07% dos indivíduos coligidos.

Todas as tribos apresentaram médias de captura de exemplares significativamente diferentes umas das outras ao nível de 1% de significância. A tribo Cryphalini foi significativamente mais coletada que todas as demais (fig. 4).

Dorval & Peres Filho (2001), em levantamento realizado em área de cerrado em Mato Grosso, também encontraram uma predominância de indivíduos das tribos Cryphalini, com 72,61% e Xyleborini, com 16,34%.

Flechtmann & Ottati (1996), avaliando fauna de Scolytidae em área de cerrado, também encontraram uma predominância de espécimes de Cryphalini e Xyleborini, além de terem

coletado uma única espécie de Bothrosternini.

Flechtmann *et al.* 2001, em levantamento de Scolytidae em talhões de *Pinus* e de *Eucalyptus* em Telêmaco Borba/PR, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho, com predominância das tribos Xyleborini, Cryphalini e Corthylini.

Os dados da literatura confirmam os resultados encontrados no presente trabalho, onde as tribos Corthylini, Cryphalini e Xyleborini são aquelas mais encontradas nos reflorestamentos e áreas de florestas nativas no Brasil, tanto para o número de espécies quanto para o número de indivíduos coletados.

A média maior de captura da tribo Cryphalini quanto ao número de espécimes, deveu-se à grande quantidade de *Hypothenemus eruditus* capturados durante o experimento, que ultrapassou 50% do total coletado.

As espécies mais coletadas durante o período do experimento foram *Hypothenemus eruditus* Westwood, 1836 (Cryphalini), com 1515 indivíduos coletados (53,6%), *Corthylus* sp. 1 (Corthylini), com 451 indivíduos (15,9%), *Corthylus* sp. 2 (Corthylini), com 310 indivíduos (10,9%) e *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801) (Xyleborini), com 229 indivíduos (8,1%).

As duas espécies de *Corthylus* (*Corthylus* sp. 1 e *Corthylus* sp. 2), muito provavelmente se chamarão *Corthylus nigricans* e *Corthylus punctifrons*, respectivamente, assim que Stephen L. Wood, especialista no grupo, terminar sua revisão e publicar um catálogo com os nomes atribuídos às espécies.

Os membros do gênero *Hypothenemus* são primariamente broqueadores de casca ou brotos, a maioria ocorrendo em caules com menos de 3 cm de diâmetro. Algumas espécies atacam frutos e sementes e hastes de folhas e frutos (Beaver 1974).

Dentro do gênero *Hypothenemus*, existem espécies que atacam *Pinus*, como por exemplo, *H. seriatus* e *H. crudiae*. *Hypothenemus eruditus* possui como hospedeiros milhares de espécies vegetais. Seu hábito é ajustado ao alimento disponível, por isso pode ser encontrada atacando desde livros até fungos (Wood 1982).

Flechtmann *et al.* (1999a) avaliando a atratividade de pinheiros tropicais a besouros da ambrosia no estado de São Paulo, também encontraram uma predominância de *H. eruditus*.

Flechtmann *et al.* 2001, estudando população de besouros da casca e da ambrosia em Telêmaco Borba/PR, encontraram novamente uma predominância desta mesma espécie, que também foi encontrada em maior quantidade em trabalhos realizados por Silva (2000) e Carrano-Moreira & Pedrosa-Macedo (1994), que se mostra bastante comum e com alta abundância nos reflorestamentos brasileiros.

Esta grande abundância de *Hypothenemus eruditus* provavelmente se deve à grande polifagia que apresenta, sendo capaz de viver em milhares de hospedeiros diferentes (Wood 1982). Além disso, esta espécie apresenta uma alta capacidade de tolerar baixa umidade do

hospedeiro, podendo por isto ser encontrada em material bastante seco.

Espécies do gênero *Corthylus* selecionam para ataque galhos quebrados ou recém cortados. São encontrados atacando pequenos caules de até 12 cm de diâmetro. Algumas de suas espécies hospedeiras são *Cecropia* spp., algumas espécies de bambu, *Acacia* sp., *Crotalaria* sp., *Theobroma cacao*, além de outras (Wood 1982).

Corthylus columbianus, uma importante espécie do gênero, ataca *Acer rubrum*, *A. saccharinum*, *Castanea dentata*, *Liriodendron tulipifera*, *Platanus occidentalis*, *Quercus alba*, *Ulmus* sp. (Wood 1982).

Aparentemente não há espécies de *Corthylus* que possuam espécies do gênero *Pinus* como hospedeiro (Wood 1982), mas ainda assim é um dos principais gêneros de Scolytidae encontrados em reflorestamentos desta essência (Pedrosa-Macedo 1985). Provavelmente espécies deste gênero devam estar se desenvolvendo em plantas de sub-bosque encontradas nas áreas de reflorestamento.

O gênero *Xyleborus*, segundo Chandra (1981) está entre um dos mais destrutivos grupos dentre os Scolytidae, podendo atacar tanto árvores em pé, mudas até árvores recém caídas ou cortadas, provocando danos que aparecem na forma de pequenos orifícios e marcas ou linhas pretas na superfície serrada, causadas pela associação com o fungo da ambrosia.

Clavería (2000) cita como hospedeiras de *Xyleborus ferrugineus* as seguintes essências florestais, *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus dunnii*, *Ficus elastica*, *Pinus* sp., *Theobroma cacao*, entre outros (Clavería 2000). Esta é provavelmente a espécie de Scolytidae mais destrutiva em áreas tropicais, atacando quase que qualquer planta lenhosa, que possua mais de 10 cm de diâmetro (Wood 1982).

Muitos trabalhos realizados no Brasil com levantamento de Scolytidae, apresentaram uma abundância bastante grande de representantes do gênero *Xyleborus*, principalmente *X. ferrugineus* (Flechtmann *et al.* 1999a; Flechtmann *et al.* 2001; Lopez *et al.* 1984; Flechtmann *et al.* 1995; Farias 1996), sendo esta uma espécie bastante comum no Brasil.

Tanto *H. eruditus* quanto *X. ferrugineus* são espécies nativas da América tropical, e encontradas em quase todo o mundo (Wood 1977). As duas espécies de *Corthylus*, provavelmente também são nativas da região neotropical.

5.2. Influência da Vegetação Vizinha à Área Experimental

Os resultados obtidos demonstram que tanto a espécie *H. eruditus*, quanto *X. ferrugineus*, foram significativamente mais coletadas em armadilhas mais próximas à área de vegetação nativa ($P < 0,001$), tanto para a estação quente como para o ano todo (Figs. 6 e 8).

Durante a estação fria, devido à baixa quantidade de qualquer uma das espécies de

Scolytidae coletadas, a estatística não é suficientemente sensível para detectar diferenças (Fig. 5).

A maior captura de *H. eruditus* e *X. ferrugineus* nas armadilhas próximas às áreas de mata nativa, se deve provavelmente ao fato de que áreas de mata geralmente possuem uma maior quantidade de material que pode servir como local de desenvolvimento, como restos vegetais, tocos e galhos quebrados, que fornecem condições para o crescimento populacional destas brocas, que acabam migrando para outras áreas.

As duas espécies de *Corthylus* analisadas, foram estatisticamente igualmente coletadas em armadilhas de qualquer uma das posições (Figs. 6, 7, 8 e 9). Talvez, se houvesse um maior número de armadilhas, o coeficiente de variação apresentado seria mais baixo e as análises poderiam ser mais sensíveis, detectando possíveis diferenças.

O número total de Scolytidae seguiu o mesmo padrão observado para as espécies *X. ferrugineus* e *H. eruditus*, provavelmente pelo número bastante elevado de *H. eruditus* capturados (> 50%) (Figs. 5, 7 e 9).

De forma geral, as armadilhas mais próximas às áreas mais bem formadas (*Pinus* mais velho), capturaram numericamente mais Scolytidae. No entanto, estas diferenças não foram significativas.

Muitas espécies de Scolytidae possuem dificuldade em colonizar árvores mais novas de *Pinus*, devido à liberação de resina, que é maior quanto mais nova a árvore. O sucesso no ataque dos besouros é intimamente correlacionado com baixo fluxo de resina, que facilita o estabelecimento do inseto (Vité 1961).

Além disso, áreas com árvores mais velhas possuem uma quantidade maior de material residual proveniente de galhos quebrados, árvores mortas e resíduos de desbaste/corte, que ocasionam um aumento populacional de Scolytidae na área.

O efeito de resíduos de corte ou desbaste fica bastante evidenciado em trabalho de Pereira e Flechtmann (2001), que encontraram um pico de captura de Scolytidae no primeiro ano após o corte raso de uma área de *Pinus*, na qual os resíduos foram deixados. A quantidade de Scolytidae capturada foi diminuindo assim que os restos florestais ali presentes foram se decompondo.

Por isso, é fundamental a utilização de práticas de manejo que mantenham a higiene florestal, já que estes resíduos servem como foco de epidemia, das quais os besouros acabam migrando para áreas vizinhas, onde em altas populações conseguem atacar até mesmo árvores saudáveis.

5.3. Flutuação Populacional

Para as espécies mais capturadas na área experimental houve uma redução ou ausência de

coleta para algumas na estação fria (figs. 11 e 12). Isto se deve provavelmente ao fato de que durante estes meses mais frios, a temperatura média (em torno de 15°C) não é adequada ao vôo de Scolytidae, visto que Samaniego & Gara (1970) estabeleceram como sendo de 21°C o limiar mínimo para que espécies de *Xyleborus* iniciem seu vôo.

H. eruditus mostrou dois picos de coleta (Fig. 11). O primeiro deu-se nos meses de março a abril e o segundo entre setembro a dezembro. *X. ferrugineus* apresentou resposta similar (fig. 11), também com dois picos, sendo o primeiro no mês de abril e o segundo entre setembro e novembro.

O segundo pico, para ambas as espécies foi maior que o primeiro e este coincidiu com um aumento na temperatura depois de alguns meses de temperaturas mais baixas e também com o aumento na precipitação.

Dall'Oglio & Peres Filho (1997) encontraram um pico de captura de *H. eruditus* entre os meses de julho a novembro e para *X. ferrugineus* entre os meses de setembro a março em plantio homogêneo de seringueira.

Dorval & Peres Filho (2001), analisando a flutuação populacional destas duas espécies em vegetação de cerrado em Cuiabá/MT, encontraram picos máximos de captura entre os meses de setembro a outubro para *H. eruditus* e em maio e setembro para *X. ferrugineus*.

Estes resultados se assemelham aos encontrados no presente trabalho, mesmo em locais bastante distantes e com vegetação distintas. Isto evidencia que atingido um certo limiar de temperatura, precipitação e/ou umidade relativa nos quais o vôo ocorre, estas espécies se comportam de forma semelhante.

Informações deste tipo são bastante importantes, principalmente para se poder traçar épocas mais prováveis de pico de ocorrência de Scolytidae, que são úteis na escolha do momento da realização de desbastes e cortes.

Flechtmann *et al.* (1995), por exemplo, indicaram que operações de corte e desbaste deveriam ser feitas nas épocas em que se esperaria ter os menores picos populacionais de Scolytidae, como nos meses mais frios do ano, obtendo-se redução no ataque às toras.

5.4. Correlação e Regressão com Dados Climáticos

Para as quatro espécies de Scolytidae mais capturadas, *Hypothenemus eruditus*, *Corthylus* sp. 1, *Corthylus* sp. 2 e *Xyleborus ferrugineus* verificou-se a correlação dos dados de captura com as variáveis climáticas temperatura (média, mínima e máxima), precipitação pluvial e umidade relativa do ar, para determinar-se quais os fatores correlacionado e com os resultados obtidos ajustou-se modelos com a finalidade de prever sua captura.

Os coeficientes de correlação (r) para as espécies analisadas se apresentaram bastante

baixos, sendo os da espécies *H. eruditus* os maiores, que foi a única espécie para a qual se obteve correlação significativa com todas as variáveis climáticas analisadas (tab. I).

X. ferrugineus foi significativamente correlacionada somente com temperatura (média, mínima e máxima) e *Corthylus* sp. 2 com umidade relativa (tab. I).

Tabela I. Coeficientes de correlação obtidos através de correlação linear de Pearson para as distintas espécies de Scolytidae, em função dos fatores climáticos, com dados obtidos em coletas em Telêmaco Borba, PR, de 2 de janeiro a 30 de dezembro de 2004.

Dados climáticos	eru		fer		csp.1		csp.2	
	r	Sign.	r	Sign.	r	Sign.	r	Sign.
SPPT	-0,0598	0,0295	0,0226	0,4107	-0,0295	0,2831	-0,044	0,1058
Tmax	0,2918	0,0001	0,1443	0,0001	0,0348	0,2059	0,0523	0,0569
Tmin	0,1692	0,0001	0,1230	0,0001	0,0119	0,6647	0,0152	0,5798
Tmed	0,2634	0,0001	0,1483	0,0001	0,0207	0,4517	0,0343	0,2123
UR	-0,2479	0,0001	-0,009	0,7393	-0,068	0,0133	-0,109	0,0001

eru - *Hypothenemus eruditus*, fer - *Xyleborus ferrugineus*, csp.1 - *Corthylus* sp. 1, csp.2 - *Corthylus* sp. 2.

SPPT - soma precipitação total, Tmax - temperatura máxima, Tmin - temperatura mínima, Tmed - temperatura média, UR - umidade relativa do ar.

Para todas as espécies, os coeficientes de determinação (R^2) dos modelos foram bastante baixos, explicando pouco a captura das espécies, apesar de todos os modelos serem significativos ao nível de 1% (tab. II).

Tabela II. Modelos obtidos através de cálculo de regressão linear passo a passo para distintas espécies de Scolytidae, em função dos fatores climáticos, com dados obtidos em coletas em Telêmaco Borba, PR, de 2 de janeiro a 30 de dezembro de 2004.

Modelos	Sign.	R^2
$(eru + 0,5)^{1/2} = 1,272 + 0,017 \text{ sppt} + 0,044 \text{ Tmax} - 0,018 \text{ UR}$	0,0001	0,1132
$(fer + 0,5)^{1/2} = -0,118 + 0,003 \text{ sppt} - 0,045 \text{ Tmin} + 0,056 \text{ Tmed} + 0,005 \text{ UR}$	0,0001	0,0399
$(csp.1 + 0,5)^{1/2} = 0,7403 - 0,0003 \text{ UR}$	0,013	0,0046
$(csp.2 + 0,5)^{1/2} = 0,7533 - 0,0005 \text{ UR}$	0,0001	0,0119

Provavelmente as variáveis climáticas influenciam na captura das espécies com as quais se trabalhou, haja vista os altos valores de significância dos modelos obtidos (tab. II) e dos coeficientes de correlação da maioria das espécies (tab. I).

No entanto, os baixos valores dos coeficientes, se devem provavelmente ao fato de que os Scolytidae capturados ao longo de uma semana, eram totalizados ao sétimo dia. Desta forma, importantes variações na captura ocorridas ao longo destes dias foram indistintamente homogeneizadas, com conseqüente perda de acurácia na tentativa de se estabelecer a influência de fatores climáticos na captura destes besouros.

Marques (1989) estudando a população de Scolytidae em talhões homogêneos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, verificou que as correlações entre o número de indivíduos coletados e umidade relativa do ar, temperatura máxima, média e mínima não foram significativos, porém suas coletas foram quinzenais, o que dificulta ainda mais a tentativa de se correlacionar captura com os fatores climáticos.

O mesmo ocorreu em experimento de Murari (2005), correlacionando os dados de captura quinzenal de Scolytidae com as variáveis climáticas e encontrou que as correlações do número de indivíduos capturados com os principais fatores ambientais, apresentaram valores baixos, sendo que somente para a umidade relativa do ar houve valores estatisticamente significativos ao nível de 5%, evidenciando a importância de coletas com intervalos menores ou talvez por uma quantidade maior de tempo.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no experimento, pode-se concluir que:

- na área experimental existe uma predominância de espécies da tribo Corthylini, no entanto, a tribo Cryphalini é a mais abundante, principalmente devido à alta quantidade de *Hypothenemus eruditus* capturada.
- *Xyleborus ferrugineus* e *Hypothenemus eruditus* são mais capturados em armadilhas mais próximas à área de mata nativa, principalmente devido à maior disponibilidade de material hospedeiro nesta área para as duas espécies. Daí a importância de se manter práticas que mantenham a higiene florestal.
- as duas espécies de *Corthylus* analisadas, estatisticamente são igualmente coletadas em

armadilhas próximas a qualquer uma das áreas, no entanto, o número de exemplares capturados destas espécies foi bastante baixo para que possíveis diferenças possam ser notadas.

- fatores do clima provavelmente influenciam na atividade e comportamento de Scolytidae, mas para que estes possam ser utilizados com maior precisão como preditores de captura, talvez houvesse a necessidade de coletas com intervalos menores ou por um maior período.

- as espécies analisadas apresentaram seus maiores picos de captura logo depois dos meses mais frios, assim que a temperatura e a precipitação começaram a aumentar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.L.S.; C. SALES-CAMPOS; R.E. HANADA; F.J. VASCONCELLOS & J.A. FREITAS. 2002. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Árvore** 26: 789-796.
- BEAVER, R.A. 1973. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). II. The tribe Bothrosternini. **Papéis Avulsos de Zoologia** 26: 227-236.
- BEAVER, R.A. 1974. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). IV. The tribe Cryphalini. **Studies on the Neotropical Fauna** 9: 171-178.
- BEAVER, R.A. 1976. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). V. The tribe Xyleborini. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie** 80: 15-30.
- BEAVER, R.A. 1977. Bark and ambrosia beetles in tropical forests. **In: Biotrop Special Publication. Bogor: Biotrop Seameo Regional Center for Tropical Biology**, Biotrop Special Publication 2: 133-149.
- BEAVER, R.A. 1979. Host specificity of temperate and tropical animals. **Nature** 281: 139-141.
- BERTI FILHO, E. & C.A.H. FLECHTMANN. 1986. A model of ethanol trap to collect Scolytidae and Platypodidae (Insecta, Coleoptera). **IPEF** 34: 53-56.

- BORDEN, J.H. & J.A. MCLEAN. 1981. Pheromone-based suppression of ambrosia beetles in industrial timber processing areas. **In: International Colloquium on Management og Insect Pests with Semiochemicals**, Gainesville: 133-154.
- BROWNE, F.G. 1961. **The Biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae**. The Malayan Forest Records 22: 255 p.
- BYERS, J.A. 1989. Chemical ecology of bark beetles. **Experientia** 43: 271-283.
- BYRNE, K.J.; A.A. SWIGAR; R.M. SILVERSTEIN; J.H. BORDEN & E. STOKKINK. 1974. Sulcatol: population aggregation pheromone in the scolytid beetle, *Gnathotrichus sulcatus*. **Journal of Insect Physiology** 20: 1895-1900.
- CARRANO MOREIRA, A.F. & J.H. PEDROSA MACEDO. 1994. Levantamento e análise faunística da família Scolytidae (Coleoptera) em comunidades florestais no estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 23: 115-126.
- CHANDRA, A. 1981. Bioecology of wood destroying *Xyleborus* and their control (Insecta: Scolytidae). **Indian Journal of Forestry** 4: 286-289.
- CLAVERÍA, A.S. 2000. *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801) Coleoptera: Scolytidae - Plaga cuarentenaria para Chile. Informativo fitossanitário, n. 7: 3 p.
- DALL'OGGIO, O. T. & O. PERES FILHO. 1997. Levantamento e flutuação populacional de coleobrocas em plantios homogêneos de seringueira em Itiquira - MT. **Scientia Forestalis** 51: 49-58.
- DAY, E.1996. **Bark beetle**. Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg. Disponível em: <http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/barkbeet.html> . Acessado em: 21 de setembro de 2003.
- DORVAL, A. & O. PERES FILHO. 2001. Levantamento e flutuação populacional de coleopteros em vegetação do cerrado da baixada cuiabana, MT. **Ciência Florestal** 11: 171-182.

- DORVAL, A. 2002. Levantamento populacional de coleópteros com armadilhas etanólicas em plantios de *Eucalyptus* spp. e em uma área com vegetação de cerrado no município de Cuiabá, estado de Mato Grosso. 141 p. (Tese Mestrado).
- DROOZ, A.T. 1985. Insects of Eastern Forests. USDA. Department of Agriculture. Forest Service. Insects of eastern forests. Washington, 1985. 608 p. (Miscellaneous Publications, 1426).
- FARIAS, E.N.M. 1996. Estudos populacionais de Scolytidae em reflorestamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em Antônio Dias, Minas Gerais. Tese Mestrado apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 55 p.
- FLECHTMANN, C.A.H.; H.T.Z. DO COUTO; C.L. GASPARETO & E.B. FILHO. 1995. **Manual de pragas em florestas - Scolytidae em reflorestamento com pinheiros tropicais**. Programa Cooperativo de Manejo de Pragas Florestais PCMIOP/IPEF xix+ 201 p.
- FLECHTMANN, C.A.H. & A.L.T. OTTATI. 1996. Scolytidae em Área de Mata Nativa de Cerrado em Selvíria, MS, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 25: 365-368.
- FLECHTMANN, C.A.H & C.L. GASPARETO. 1997. Scolytidae em pátio de serraria da fábrica Paula Souza (Botucatu/SP) e fazenda Rio Claro (Lençóis Paulista/SP). **Scientia Forestalis** 51: 61-75
- FLECHTMANN, C.A.H.; A.L.T. OTTATI & C.W. BERISFORD. 1999a. Attraction of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) to different tropical pine species in Brazil. **Environmental Entomology** 28: 649- 658.
- FLECHTMANN, C.A.H.; M.J. DALUSKY & C.W. BERISFORD. 1999b. Bark and ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) responses to volatiles from aging loblolly pine billets. **Environmental Entomology** 28: 630-648.
- FLECHTMANN, C.A.H.; A.L.T. OTTATI & C.W. BERISFORD. 2000. Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian *Eucalyptus grandis* stands. **Journal of Economic Entomology** 93: 1701- 1707.

- FLECHTMANN, C.A.H.; A.L.T. OTTATI & C.W. BERISFORD. 2001. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. **Forest Ecology and Management** 142: 183-191.
- GIL, J.; J. PAJARES & M.G. VIEDMA. 1985. Estudios acerca de la atracción primaria en Scolytidae (Coleoptera) parásitos de coníferas. **Boletín de la Estación Central de Ecología** 14: 107-125.
- GRAY, B. 1972. Economic tropical forest entomology. **Annual Review of Entomology** 17: 313-354.
- GRAY, B. 1974. Observations on insect flight in a tropical forest plantation. IV. Flight activity of Scolytidae (Coleoptera). **Zeit. Ang. Ent.** 75: 178-186.
- HICKS JR., R.R. 1980. The southern pine beetle. Chapter 4: Climatic, site and stand factors. Disponível em: <http://www.bugwood.org/barkbeetles/spb/spbbook/Chapt4.html#1>. Acessado em: dezembro de 2005.
- IEDE, E.T. 1985. **Perspectivas da pesquisa na área de entomologia para controle de pragas florestais no sul do Brasil.** In: PROCEEDINGS, IUFRO WORKSHOP ON PROTECTION OF FORESTS IN THE TROPICS, 24-30 de novembro, Universidade Federal do Paraná, Curitiba:129-134.
- KELSEY, R.G. 1994. Ethanol and ambrosia beetles in Douglas Fir logs with and without branches. **Journal of Chemical Ecology** 20: 3307-3317.
- KELSEY, R.G. & G. JOSEPH. 1997. Ambrosia beetle host selection among logs of Douglas Fir, Western Hemlock, and Western Red Cedar with different ethanol and α -pinene concentrations. **Journal of Chemical Ecology** 23: 1035-1051.
- KLIMETZEK, D.; J. KÖHLER; J.P. VITÉ & U. KOHNLE. 1986. Dosage response to ethanol mediates host selection by “secondary” bark beetles. **Naturwissenschaften** 73: 270-277.
- LAM, D.K.W. & J.A. MCLEAN. 1992. Seasonal abundance and distribution of ambrosia beetles on the North Arm of the Fraser River, British Columbia. **Journal of Entomologist Society**

of **British Columbia** 89: 48-53.

LEÃO, R.M. 2000. **A Floresta e o Homem**. IPEF, Piracicaba 1: 434 p.

LIMA, A.C. 1956. **Insetos do Brasil**. Itaguaí, Escola Nacional de Agronomia. (T. 10, cap. 29: Coleópteros) (Série Didática, 12).

LINDGREN, B.S. 1990. Semiochemical technology offers potential management tool. **Journal of Forestry** 88: 8-11.

LINDGREN, B.S. & R.G. FRASER. 1994. Control of ambrosia beetle damage by mass trapping at a dryland log sorting area in British Columbia. **The Forestry Chronicle** 70: 159-163.

LOPEZ, B.A.D.; S.A. MACHADO; J.H. PEDROSA-MACEDO; J.B. JUVILAR; C.C. MACHADO; J.R. MALINOVSKI & C.B. REISSMANN. 1984. Riscos da não retirada de resíduos florestais. **In: V Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal**, Curitiba, 1984, FUPEF: 40-49.

MARQUES, E.N. 1984. Scolytidae e Platypodidae em *Pinus taeda*. 65p. (Tese Mestrado-UFPR).

MARQUES, E.N. 1989. Índices faunísticos e grau de infestação por Scolytidae em madeira de *Pinus* spp. 103 p. (Tese-doutorado - UFPR).

MOECK, H.A. 1970. Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). **The Canadian Entomologist** 102: 985-995.

MOECK, H.A. 1971. Field test of ethanol as a scolytid attractant. **Bi-Monthly Research Notes**, Canadian Forest Service, Department of Fisheries and Forestry, Ottawa 27: 11-12.

MOSER J.C. & T.R. DELL. 1979. Predictors of Southern Pine Beetle activity. **Forest Science** 25: 217-222.

MURARI, A.B. 2005. Levantamento populacional de Scolytidae (Coleoptera) em povoamento de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). Tese Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

PAINE, T.D. & F.M. STEPHEN. 1987. The relationship of tree height and crown class to the induced plant defenses of loblolly pine. **Canadian Journal of Botanic** 65: 2090-2092.

PEDROSA-MACEDO, J.H. 1985. Insect Pests and their control in pine plantations in Brazil. **In: Proceedings, IUFRO Workshop on Protection of Forests in the Tropics**, 24 a 30 de novembro, UFPR, Curitiba: 149-161.

PEDROSA-MACEDO, J.H. 1991. Proteção Florestal - O perigo vem de fora? **In: Proceedings, Simpósio Internacional O Desafio das Florestas Neotropicais**. Brasil, Curitiba, 7 a 12 de abril de 1991.

PEREIRA, R.A. & C.A.H. FLECHTMANN. 2002. Dinâmica populacional de Scolytidae em refloretamentos jovens de *Pinus taeda*. **In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP**, 14, 2002, Presidente Prudente. Anais ... Presidente Prudente: UNESP. (CD-ROM)

REMADE, 2001. **O eucalipto e suas origens**. v. 59, n. 11. Disponível em: <http://www.remade.com.br/ed59.asp>. Acessado em: 21/setembro/2003.

RUDINSKY, J.A. 1962. Ecology of Scolytidae. **Annual Review of Entomology** 7: 327-348.

RUDINSKY, J.A. & I. SCHNEIDER. 1969. Effects of light intensity on the flight pattern of two *Gnathotrichus*

SALOM, S.M. & J.A. McLEAN. 1991. Flight behavior of scolytid beetle in response to semiochemicals at different wind speeds. **Journal of Chemical Ecology** 17: 647-661.

SAMANIEGO, A. & R.I. GARA. 1970. Estudios sobre la actividad de vuelo y selección de huéspedes por *Xyleborus* spp. y *Platypus* spp. (Coleoptera: Scolytidae y Platypodidae). **Turrialba** 20: 471-477.

SAS Institute. 1990a. SAS/STAT User's guide, vol. 1. SAS Institute, Cary, NC.

SAS Institute. 1990b. SAS/STAT User's guide, vol. 2. SAS Institute, Cary, NC.

SCHÖNHERR, J. 1991. **Proteção florestal: duas décadas de pesquisa em Curitiba**. In: SIMPÓSIO: O DESAFIO DAS FLORESTAS NEOTROPICAIS, 7-12 de abril, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 188-203.

- SILVA, C.A.M. 2000. Diversidade de Scolytidae (Coleoptera) em fragmentos florestais da região de Mogi Guaçu, SP. Tese de Mestrado, apresentada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- VITÉ, J.P. 1961. The influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*. **Contributions from Boyce Thompson Institute** 21: 37-66.
- WOOD, S.L. 1977. Introduced and exported american Scolytidae (Coleoptera). **Great Basin Naturalist** 37: 67-74.
- WOOD, S.L. 1982. **The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph**. Great Basin Naturalist Memoirs, Provo, vi+1361p.
- WOOD, S.L. 1986. **A reclassification of the genera of Scolytidae (Coleoptera)**. Great Basin Naturalist Memoirs 10: 1-126.
- ZANUNCIO, J.C.; M.F.SOSSAI; C.A.H. FLECHTMANN; T.V. ZANUNCIO; E.M. GUIMARÃES & M.C. ESPINDULA. 2005. Plants of an *Eucalyptus* clone damage by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 40: 513-515.



Figura 1. Área experimental, locando armadilhas instaladas e talhões vizinhos à área de estudo. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A

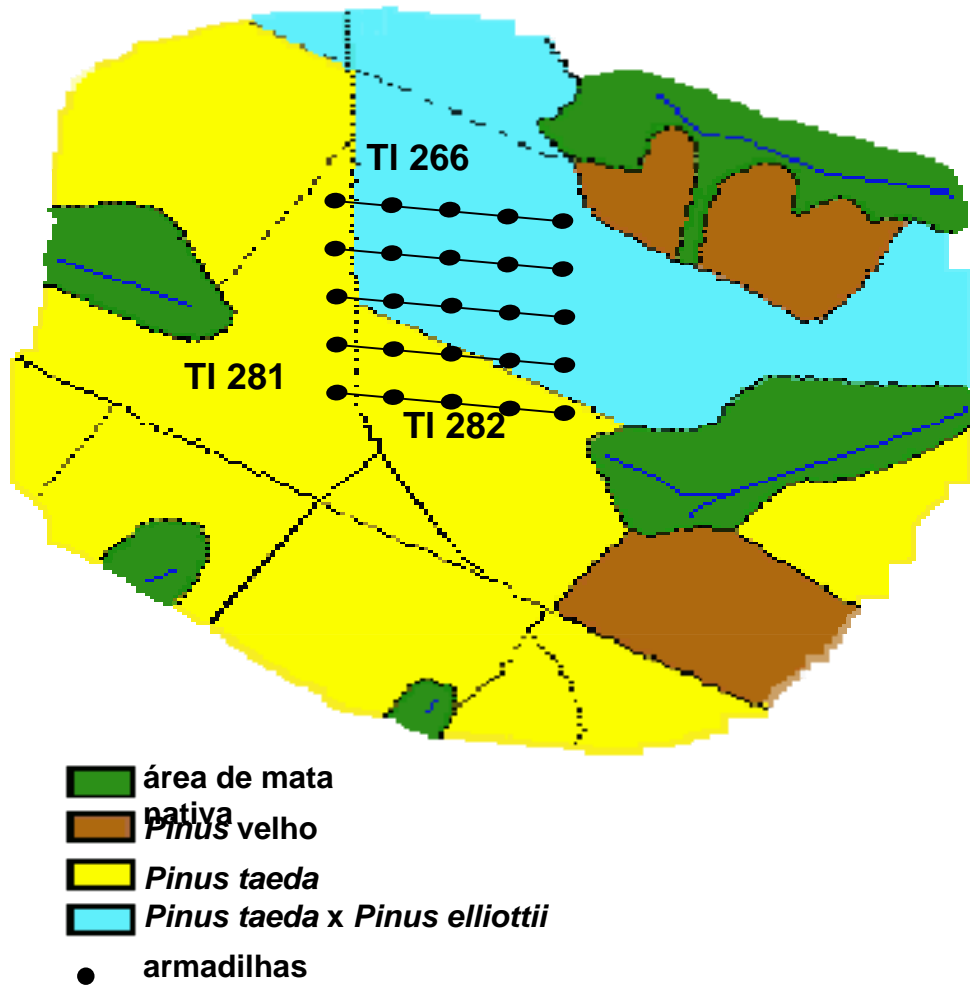


Figura 2. Armadilha ESALQ-84 instalada na área de estudo. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A.

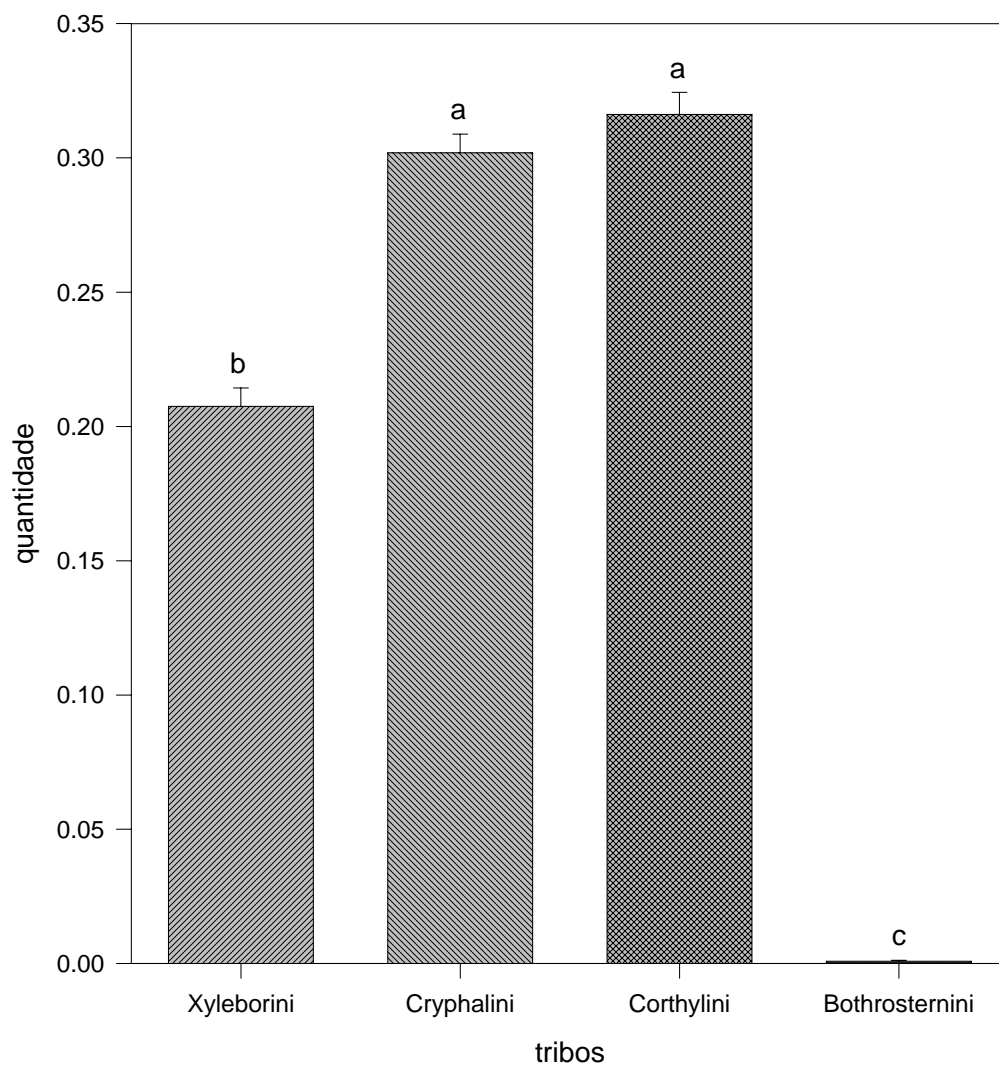


Figura 3. Número médio \pm EPM de espécies das tribos Bothrosternini, Cryphalini, Corthylini e Xyleborini (Scolytidae), capturadas em armadilhas de interceptação de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliotii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

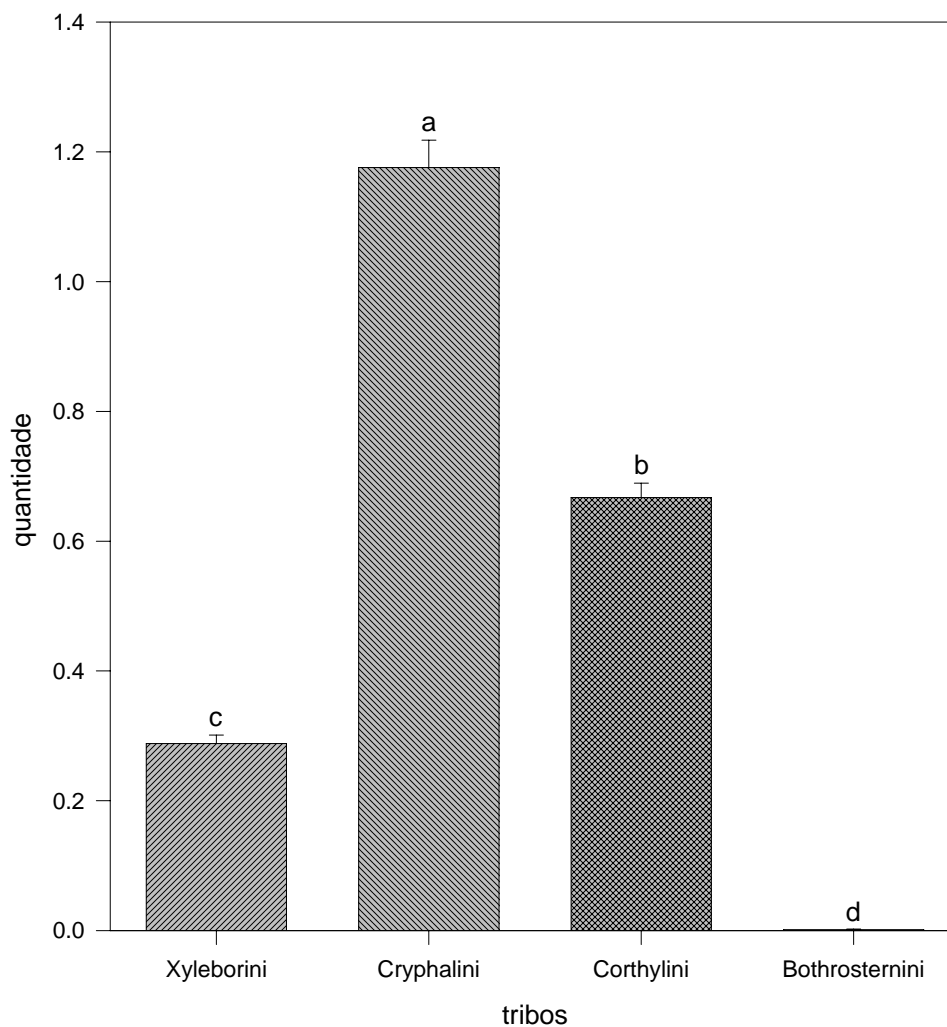


Figura 4. Número médio \pm EPM de indivíduos das tribos Bothrosternini, Cryphalini, Corthylini e Xyleborini (Scolytidae), capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

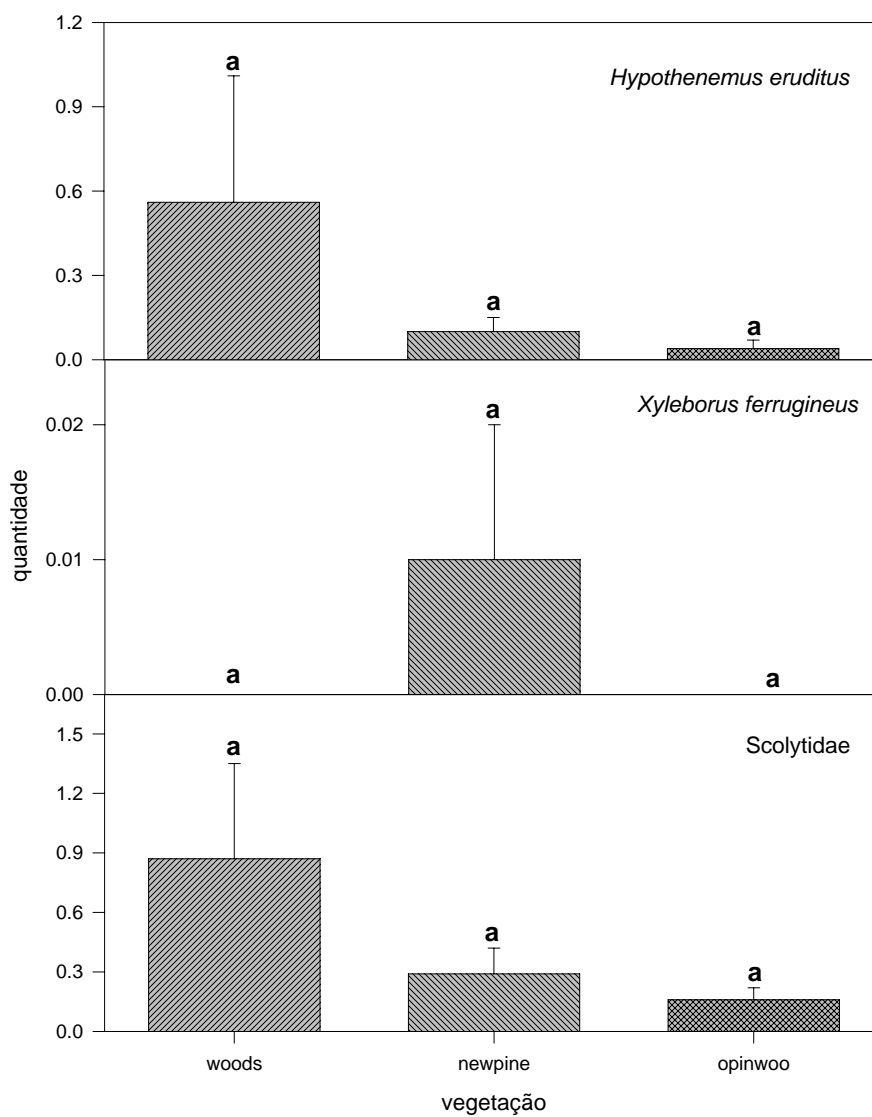


Figura 5. Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e total de Scolytidae capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de maio a agosto de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

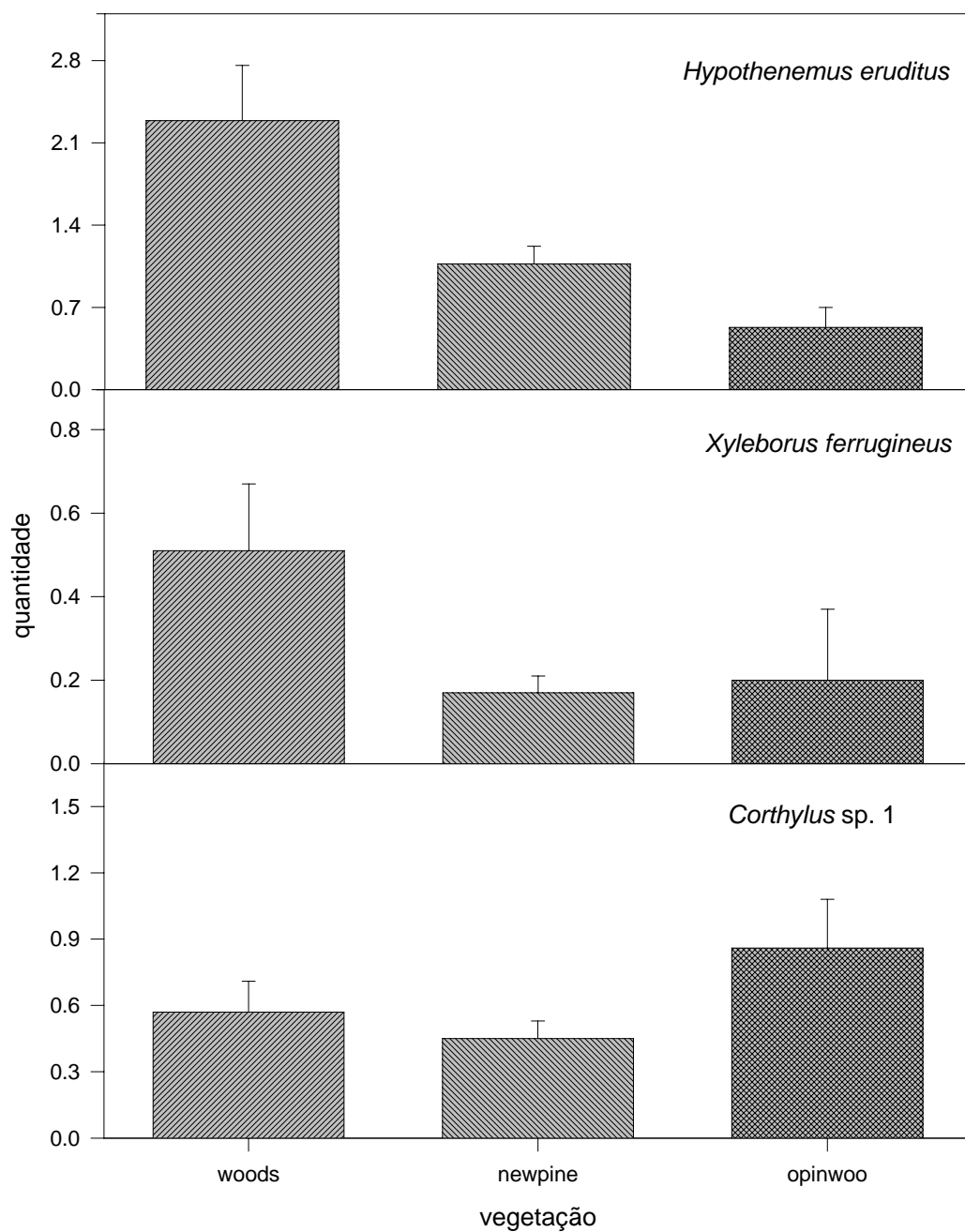


Figura 6. Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e *Corthylus* sp. 1 capturados em armadilhas de interceptação de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a abril e de setembro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

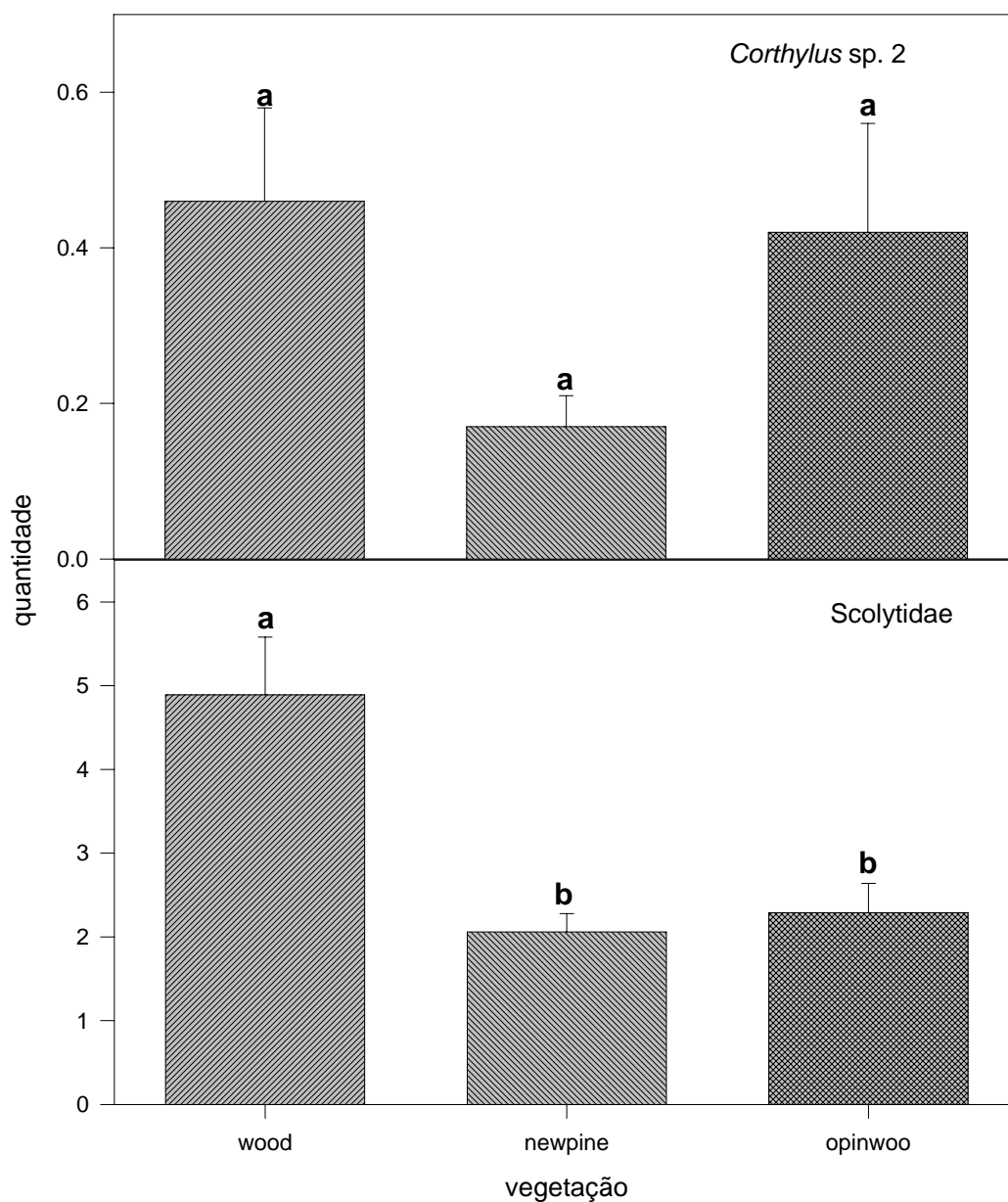


Figura 7. Número médio \pm EPM de *Corythylus* sp. 2 e total de Scolytidae capturados em armadilhas de interceptação de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a abril e de setembro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

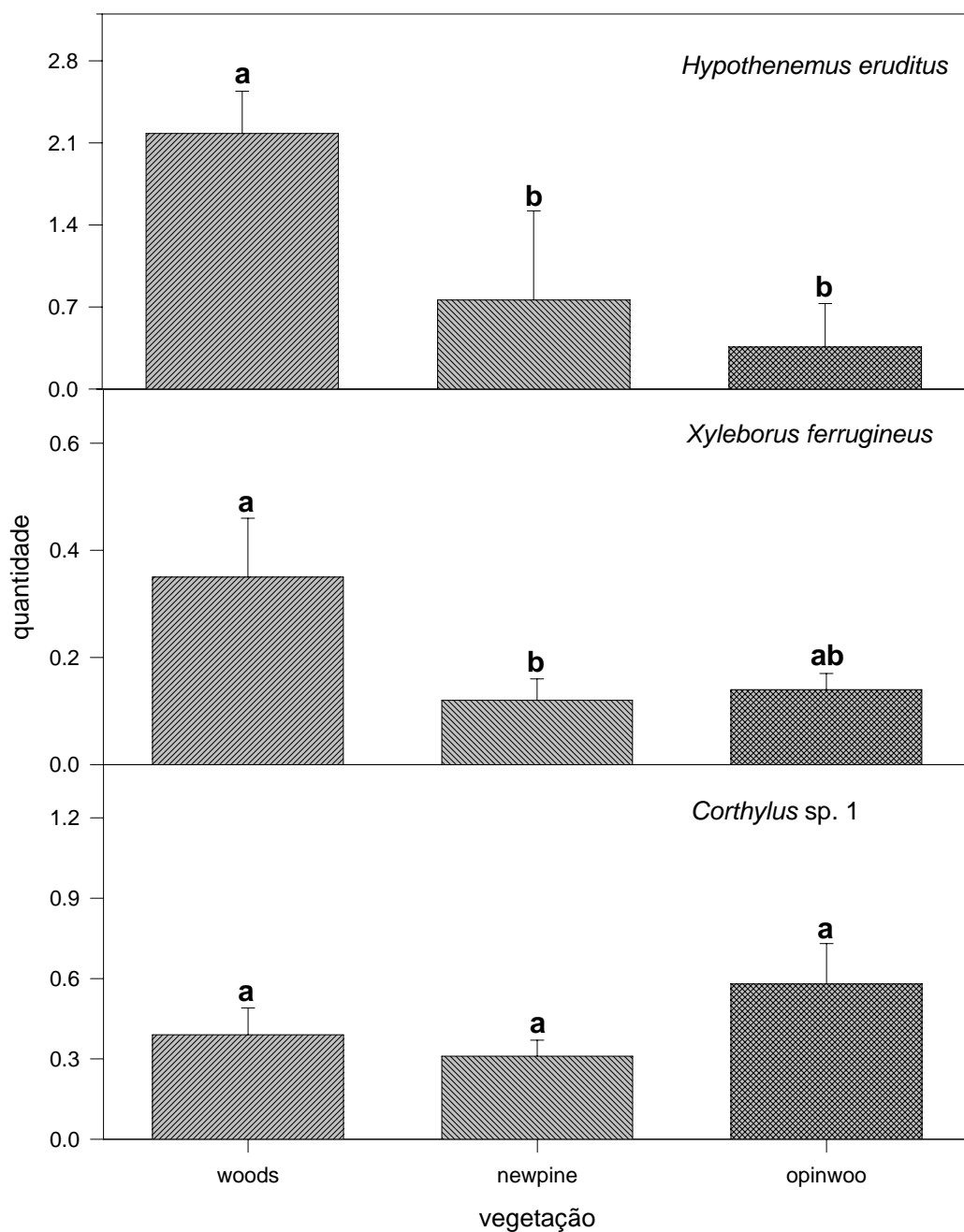


Figura 8. Número médio \pm EPM de *Hypothenemus eruditus*, *Xyleborus ferrugineus* e *Corythylus sp. 1* capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e do híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*, Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra para cada espécie não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

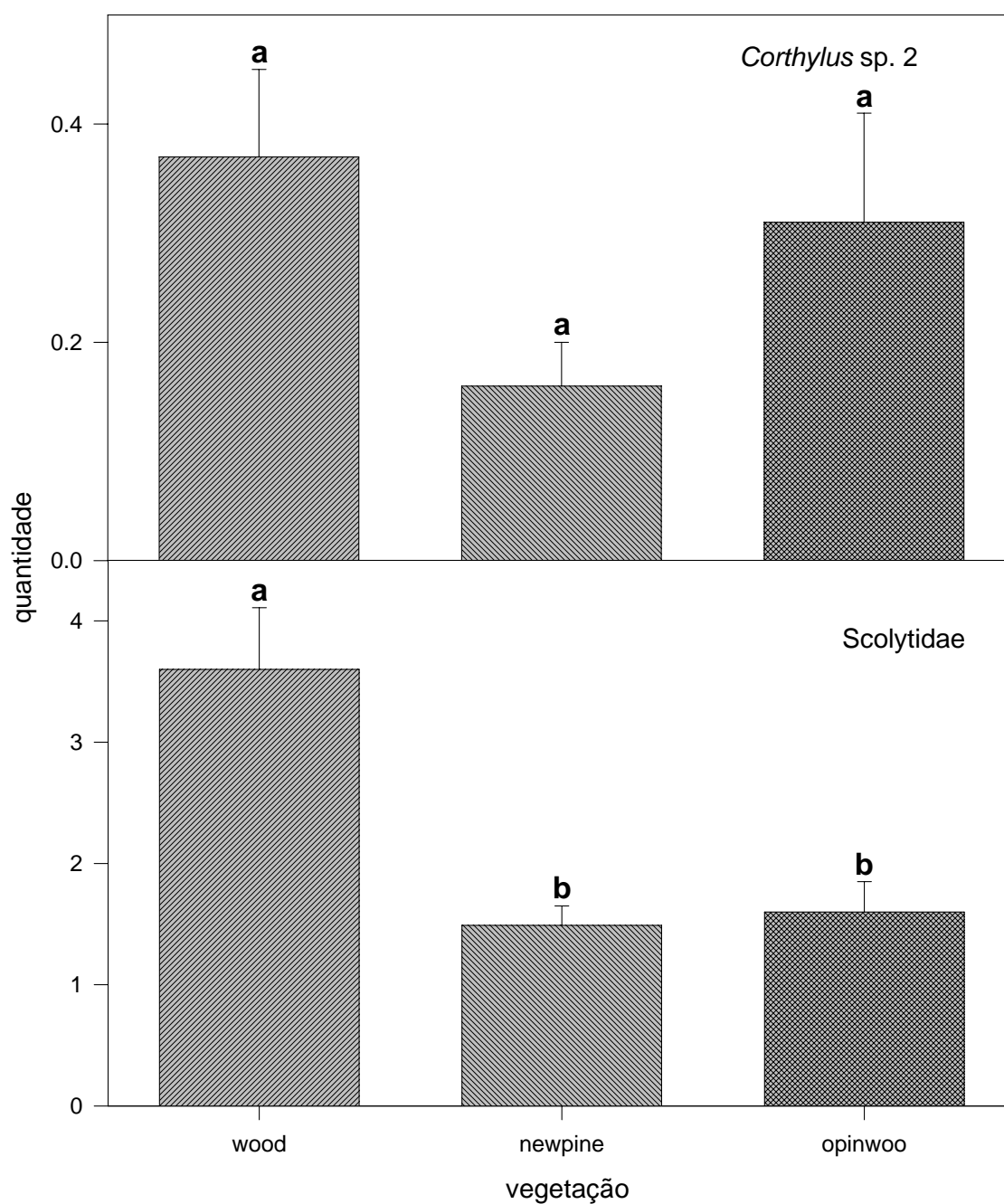


Figura 9. Número médio \pm EPM de *Corythylus sp. 2* e total de Scolytidae capturados em armadilhas de interceptação de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol em talhão de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004. Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Tukey).

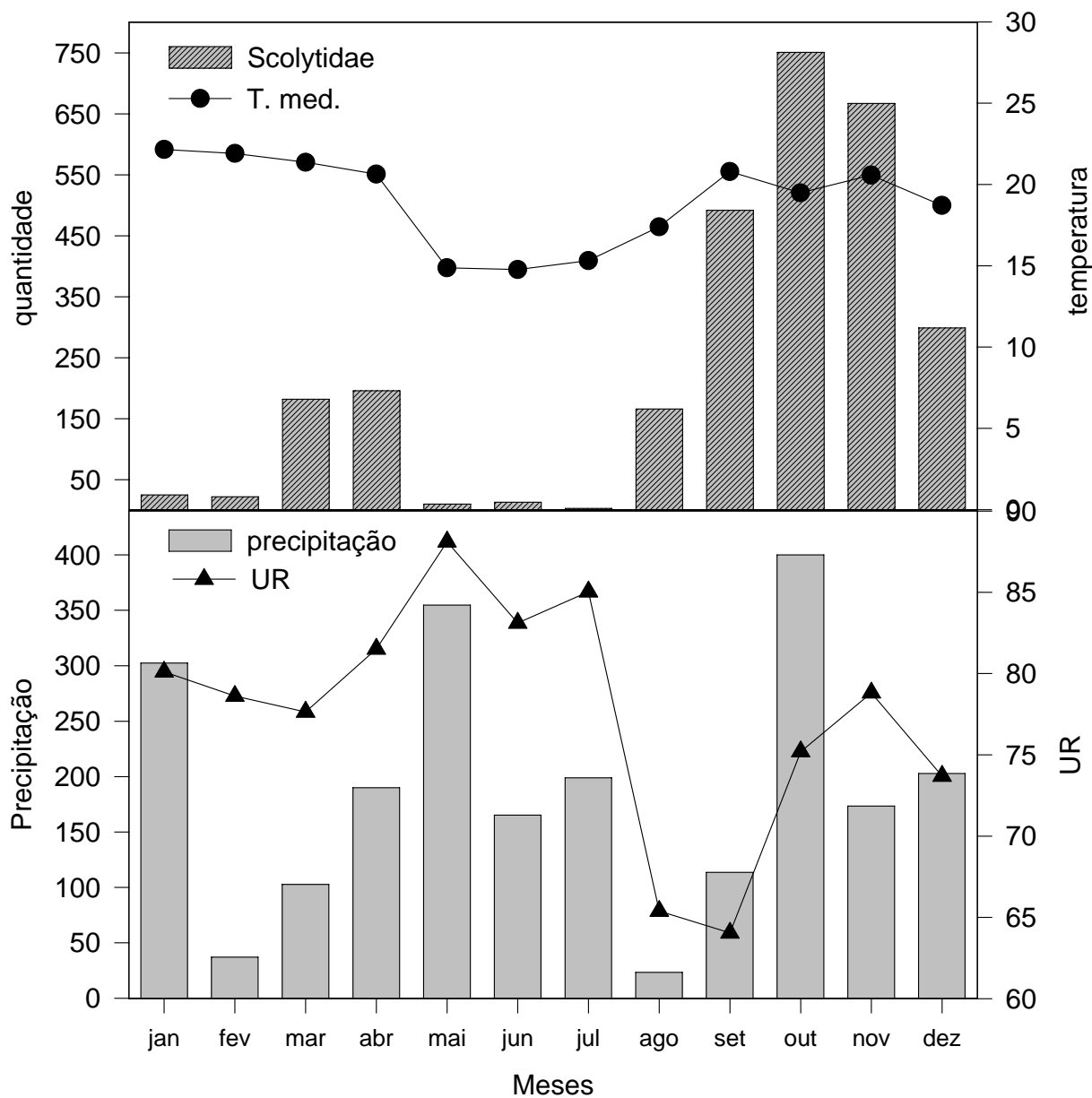


Figura 10. Dados de umidade relativa do ar (%), temperatura média (BC) e precipitação pluvial (mm) em área da Klabin S.A. e flutuação populacional de Scolytidae, capturados em armadilhas de interceptação de vôo ESALQ-84, iscada com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004.

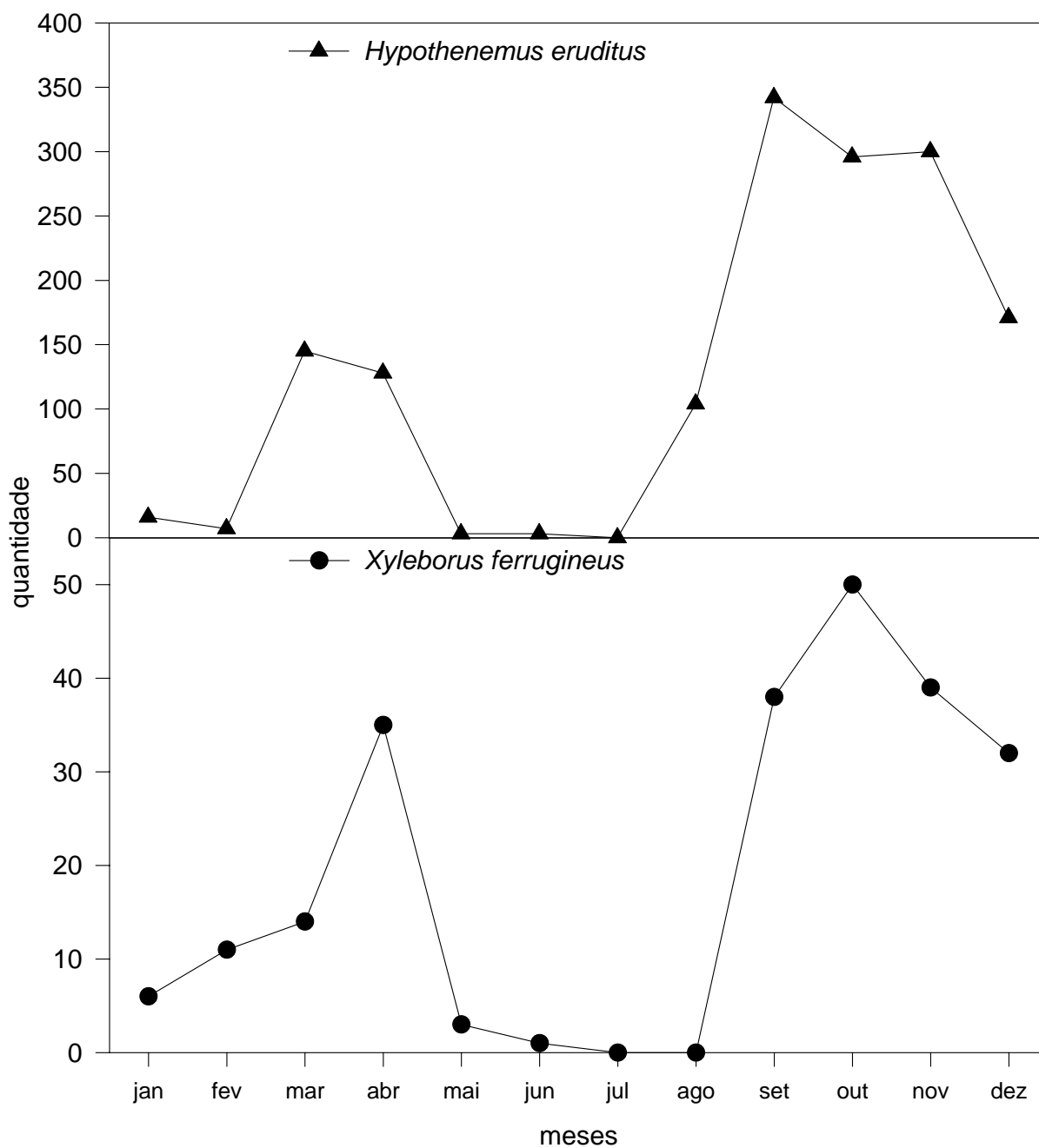


Figura 11. Flutuação populacional de *Hypothenemus eruditus* e *Xyleborus ferrugineus* capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004.

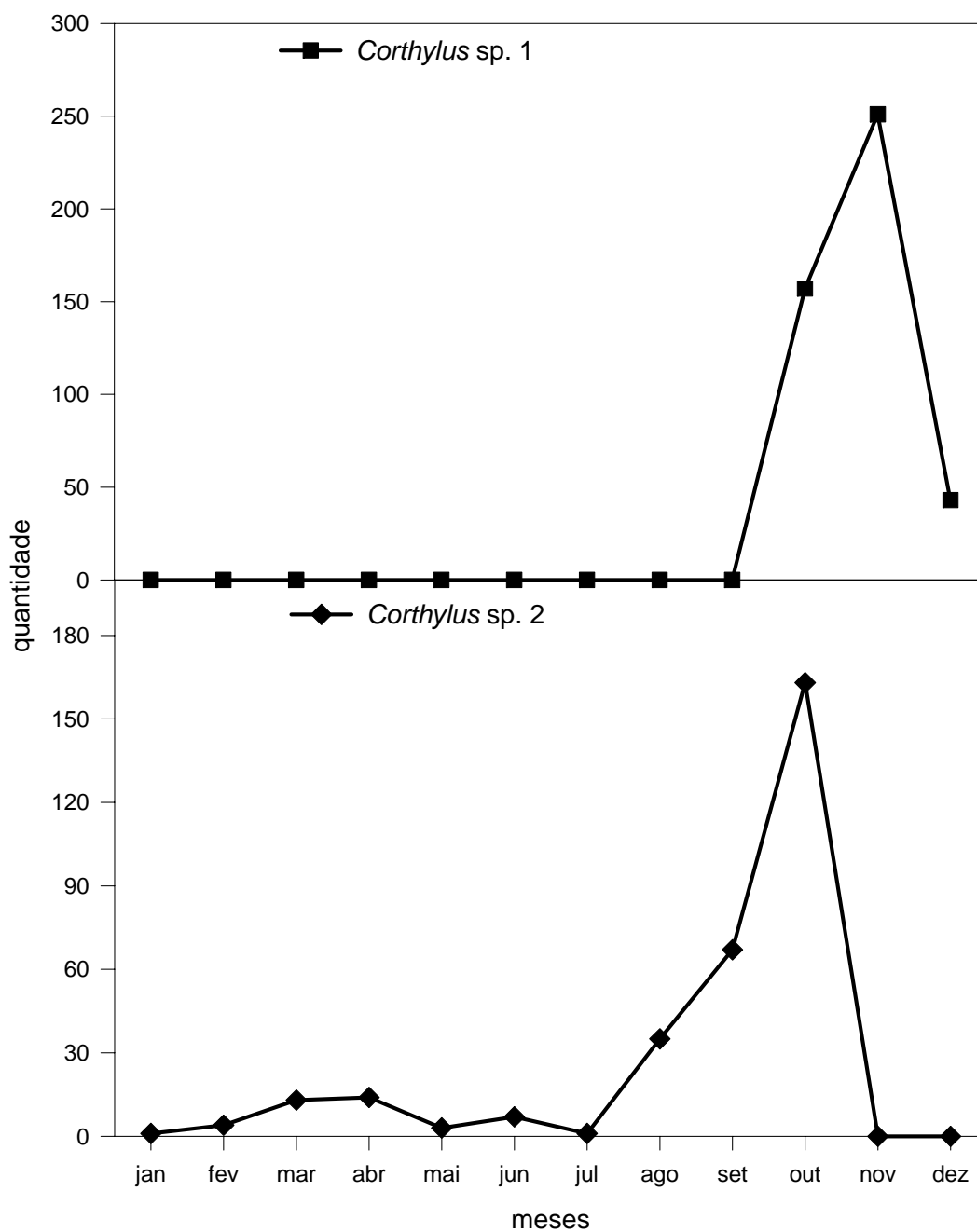


Figura 12. Flutuação populacional de *Corythylus* sp. 1 e *Corythylus* sp. 2 capturados em armadilhas de intercepção de vôo ESALQ-84, iscadas com etanol, em talhões de *Pinus taeda* e híbrido *Pinus taeda* x *Pinus elliottii*. Telêmaco Borba/PR, Klabin S.A., de janeiro a dezembro de 2004.