



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



Dissertação de Mestrado

COMUNIDADES DE INSETOS DE SUB-BOSQUE

EM DIFERENTES FISIONOMIAS VEGETAIS

VERA REGINA RIBEIRO TROIAN

Porto Alegre, abril de 2008

COMUNIDADES DE INSETOS DE SUB-BOSQUE  
EM DIFERENTES FISIONOMIAS VEGETAIS

Vera Regina Ribeiro Troian

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Hartz

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Gislene Ganade - UNISINOS

Prof. Dr. Milton Mendonça Jr. - UFRGS

Profa. Dra. Nora Denise Fortes de Fortes - ULBRA

Porto Alegre, abril de 2008.

Ofereço

A meus pais

Paulo e Édila

Com todo meu amor

Dedico

Ao meu grande amor Guilherme

E ao meu amorzinho Vítor

## Agradecimentos

É grande a minha gratidão a muitas pessoas que me apoiaram, propiciando que eu conseguisse concluir com êxito mais esta etapa de minha vida.

Primeiramente agradeço a Deus, meu maior Mestre.

Ao meu querido esposo Guilherme Troian, por sempre acreditar em mim e por me fazer acreditar também. Por ser meu ânimo, minha alegria, por me fazer ver o lado bom das coisas não tão boas. Por ser a pessoa mais presente, e por ser um presente em minha vida. Enfim, pelo amor! (Hiiiihi vinho, acabei!!)

Ao meu lindo bebê Vítor Troian, por sempre acordar sorrindo, e por me ensinar que a vida pode ser infinitamente melhor depois que se é mãe.

Aos meus pais Paulo Ribeiro e Édila Ribeiro, por me amarem, por se orgulharem de mim, e por sempre valorizarem o conhecimento, num constante estímulo ao estudo. Pai e mãe, obrigada por TUDO!

A minha maninha Ana, pelo companheirismo, carinho e admiração (mútua com certeza!) e por me emprestar a sua casa para que eu tivesse bastante sossego nesta parte final do trabalho. Também pelo auxílio em campo. Valeu mana!

Ao meu maninho Cristiano, por ser esta pessoa especial, e por sempre estar disposto a me auxiliar com os problemas (que não são poucos...) de computador e de carros. Prometo te incomodar bem menos! Obrigada pela ajuda em campo.

A minha querida Vó Ida, por sempre estar interessada em aprender assuntos “biológicos”, e ser um exemplo de disposição e longevidade.

A Sandra Hartz, minha orientadora, amiga, mãezona. Por me acolher desde a minha iniciação científica, sempre me apoiando e incentivando, tanto profissionalmente quanto humanamente.

Ao Luciano Moura, grande biólogo, exemplo de competência e sem dúvida uma referência profissional e pessoal para mim. Obrigada por todo teu estímulo, apoio, carinho e amizade. (E continuemos, sempre tem muito trabalho a ser feito!)

A Graziela Iob, pelo carinho, pelo incentivo, pelo colinho e por ser um exemplo de excelência profissional para mim. Eu não teria conseguido sem a tua ajuda minha amiga!

Ao Denis Santos, grande entomólogo, um entusiasta desta causa, que sempre me estimulou e muito me ensinou sobre estes maravilhosos seres que são os insetos. Por seu auxílio na identificação do material biológico serei sempre grata.

A Rosinha, pessoa muito especial que chegou para cuidar do meu bebê, possibilitando que eu finalizasse o trabalho com a tranquilidade necessária.

Ao João Thiago Amaral, pessoinha querida que os caminhos desta Universidade me apresentaram. Obrigada pela presença em minha vida, pelo carinho, pelo cuidado, pela sincera e forte amizade. (Oh meu amigo, que bom foi tem conhecer!)

A Fernanda Nogueira, minha amiga bióloga, fotógrafa, aventureira, enfim, guria super “multi”. Linda por dentro e por fora, sempre está presente em todos os momentos de minha vida, mesmo estando a vários quilômetros de distância. Obrigada Fêzinha!

A Juliana Maraschin, minha “mais-que-especial” amiga, cumadre, exemplo de amor em todos os aspectos da vida. Tudo de melhor que se espera de uma amiga encontro em ti querida, obrigada de coração por fazeres parte de minha vida!

A Letícia Troian, minha cunhada querida, pelo carinho e companheirismo. Por me ajudar a segurar o peso das disciplinas finais, sempre serei grata por tua iniciativa e disponibilidade!

Ao Ronei Baldissera, por ter me propiciado conhecer a FLONA e me apresentado este trabalho. Por me estimular na carreira de pesquisadora e por ter sido meu primeiro “contato ecológico”.

Ao Leandro Duarte pelo auxílio nas análises estatísticas e pelas discussões no laboratório.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia de Populações e Comunidades, pelas discussões e pelo convívio sempre agradável.

Aos colegas e grandes amigos André Frainer, Cláudia Brandt, Letícia Graf, Ng Haig They e Flávio Júnior. Por estes dois intensos e rápidos anos, pela companhia nas disciplinas, pelas bagunças, pelos doces, pelas risadas, pelas muitas risadas, pelos cansaços, pelas tapiocas, pelo carinho, pela cumplicidade, pelos estudos estatísticos acompanhados de muito pinhão e chimarrão. Nos encontramos por este mundão pessoal!

Um agradecimento especial ao Binho, por ser meu ombro amigo, pelo apoio e estímulo especialmente na reta final do trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo apoio logístico, representado especialmente pela querida e muito solícita secretária Silvana.

Ao Marcelo, grande motorista, sempre bem disposto e tranquilo, pela companhia e ajuda em campo, e por me fazer gostar mais das músicas nativistas.

A CAPES pela bolsa concedida.

A FLONA de São Francisco de Paula pela acolhida (não tão calorosa nas coletas de inverno) e por propiciar que eu aprendesse um pouco mais sobre sua diversidade e belezas.

## Resumo

A conversão de áreas de vegetação nativa em monoculturas florestais tem sido uma prática bastante empregada no Sul do Brasil. No estado do Rio Grande do Sul, a região dos Campos de Cima da Serra tem tido sua paisagem original modificada por esta prática, principalmente nas últimas décadas. Muitos organismos são bons indicadores deste tipo de alteração ambiental, dentre eles os artrópodos. Os insetos são adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal, pois, além de ser o grupo animal mais numeroso, com elevadas densidades populacionais, também apresentam grande diversidade, em termos de espécies e de habitats. Nosso estudo teve como objetivos avaliar a influência dos sub-bosques de diferentes fisionomias vegetais de uma Floresta Ombrófila Mista manejada do Sul do Brasil sobre a comunidade de insetos deste sub-bosque; bem como verificar se a estrutura do habitat dessas fisionomias vegetais pode influenciar os padrões da comunidade entomológica. Investigamos se a abundância, a riqueza e a composição da comunidade de insetos modificaram-se de acordo com a fisionomia vegetal. Também foi nosso objetivo avaliar se as diferentes fisionomias vegetais dessa Floresta e as suas estruturas do habitat estão relacionadas com a estrutura trófica da comunidade de coleópteros de sub-bosque. Foram comparados quatro ambientes florestais distintos: áreas de floresta com *Araucaria* (FA), plantações de *Araucaria angustifolia* (PA), plantações de *Pinus* spp. (PP) e plantações de *Eucalyptus* spp. (PE). Para cada fisionomia vegetal houve três áreas com duas unidades amostrais de 25m × 2m cada. As coletas foram realizadas com o método do guarda-chuva entomológico, medindo 1m × 1m, no período de setembro de 2003 a agosto de 2004. A estrutura do sub-bosque em cada área foi avaliada através da contagem de toques da vegetação em alturas de 1m e 2,5 m de altura. Os insetos foram identificados em nível de ordem, e os pertencentes à

ordem Coleoptera foram identificados até o nível de família. Foram coletados 6519 indivíduos correspondentes as seguintes ordens de Insecta: Archaeognatha, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Psocoptera e Thysanoptera. As ordens mais abundantes foram Hymenoptera, Coleoptera e Psocoptera. As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* apresentaram as maiores abundâncias de insetos. A composição das ordens de Insecta apresentou diferenças entre as fisionomias vegetais, entretanto não houve diferenças significativas na riqueza entre as áreas. Houve maior frequência de toques de vegetação arbórea na Floresta com *Araucaria*, e a plantação de *Pinus* apresentou maior frequência de toques de lianas e pteridófitas. Quanto ao grupo Coleoptera foram coletados 1222 indivíduos correspondentes a 34 famílias. As famílias mais abundantes foram Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae e Nitidulidae. As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* apresentaram as maiores abundâncias de coleópteros. Entretanto, os maiores valores de riqueza foram encontrados no plantio de *Eucalyptus* e na floresta nativa. A composição das famílias de Coleoptera apresentou diferenças entre as fisionomias vegetais, com exceção do plantio de *Eucalyptus* e a floresta nativa. A FA apresentou associação com coleópteros herbívoros, enquanto PP associou-se com detritívoros e carnívoros. Áreas com predominância de arbustos e árvores associaram-se com coleópteros herbívoros, enquanto áreas com predominância de lianas e pteridófitas associaram-se com detritívoros e carnívoros. Este estudo constatou que apesar de haver diferenças na abundância e na composição da comunidade de insetos de sub-bosque, não houve diferença na riqueza para os níveis taxonômicos estudados.

Palavras-chave: sub-bosque, estrutura do habitat, Floresta com *Araucaria*, comunidade de insetos, Coleoptera.

## Abstract

The conversion of native vegetation into wood monoculture has been a very common practice in southern Brazil. In the State of Rio Grande do Sul, the original landscape of *Campos de Cima da Serra* region has been modified by this practice, mainly in the last decades. Many organisms are good indicators of this type of environment disturbance, arthropods are among them. Insects are adequate for being used in studies that evaluate environmental impact and effects of forest fragmentation because, besides being the most numerous animal group, with high population densities, they also present great diversity of species and habitats. Our study aimed to evaluate the influence of the understory of different vegetation physiognomies of a managed mixed ombrophylous forest in southern Brazil, upon the insect community. Additionally, we investigated whether the habitat structure of these vegetation physiognomies may be influencing insect community patterns, and whether the different vegetation physiognomies of this forest and its habitat structures are correlated to the trophic structure of the understory community of coleopterans. Four distinct forest environments were compared: Araucaria forest (FA), *Araucaria angustifolia* plantation (PA), *Pinus* spp. Plantation (PP) and *Eucalyptus* spp. plantation (PE). Inside each vegetation physiognomy there were three areas with two sampling units of 25 m x 2 m each. The sampling was carried out using the beating sheet method, with a 1 m x 1 m canvas sheet, from September 2003 to August 2004. We investigated whether abundance, richness and composition of the insect community shifted according to the vegetation physiognomy. The individuals of Insecta were identified up to order level, and those belonging to Coleoptera were identified up to family level. Total sample comprised 6,519 individuals, which belonged to the following orders: Archaeognatha, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera,

Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Psocoptera and Thysanoptera. The most abundant orders were Hymenoptera, Coleoptera and Psocoptera. The Brazilian Pine and *Pinus* plantations had the greatest abundance of insects. The composition of the insect community presented differences among the vegetation physiognomies; however, there were no significant differences of richness among areas. There was a higher frequency of touches of arboreal vegetation in the forest with Brazilian pine, and *Pinus* forests presented higher frequency of touches of liane and pteridophyte. As for group Coleoptera, 1,222 individuals were collected corresponding to 34 families. The most abundant families were Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae and Nitidulidae. *Araucaria* and *Pinus* plantations had the greatest abundance of coleopterans. However, the greatest richness values were found in the *Eucalyptus* plantation and in the native forest. The composition of the coleopteran families presented differences among the vegetation physiognomies, except for *Eucalyptus* plantation and native forest. FA presented correlation to herbivore coleopterans, whereas PP was correlated to detritivore and carnivore. Areas with predominance of shrubs and trees were correlated to herbivore coleopterans, whereas areas with predominance of liane and pteridophyte were correlated to detritivore and carnivore coleopterans. This study verified that in spite of differences in abundance and composition of the understory insect community, there were no differences of richness for the taxonomic level evaluated herein.

Key words: understory, habitat structure, *Araucaria* Forest, insect community, Coleoptera.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	4
3. ARTIGO 1 .....	7
4. ARTIGO 2 .....	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Mapa da Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS, mostrando a disposição das diferentes fisionomias vegetais: Floresta Nativa, Plantação de *Araucaria* Plantação de *Pinus* e Plantação de *Eucalyptus*. .....6

### Artigo 1

**Figura 1:** Desenho esquemático da área de amostragem, indicando as duas unidades amostrais (uma a direita e outra a esquerda da transecção) para avaliação da comunidade de insetos e de estrutura do sub-bosque na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....15

**Figura 2:** Composição de ordens de Insecta em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. ....21

**Figura 3:** Box plots da abundância total de indivíduos (a) e riqueza de ordens de Insecta (b) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Barras indicam medianas e 10<sup>o</sup>, 25<sup>o</sup>, 75<sup>o</sup> e 90<sup>o</sup> percentis, e círculos pretos representam *outliers*. Box plots com letras diferentes indicam variação significativa entre fisionomias ( $P < 0.1$ ). Valores de  $P$  gerados por aleatorização (10000 iterações). ....22

**Figura 4:** Número médio de toques de diferentes tipos de vegetação em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Linhas sobre as barras representam erro padrão. ....23

**Figura 5:** Análise de Correspondência de ordens de Insecta descritas pela fisionomia florestal (a) e toques de vegetação (b) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Autorreamostragem *bootstrap* indicou estabilidade de ambos os eixos de

ordenação tanto em **a** quanto em **b** ( $P \leq 0.05$ ). FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. .....24

## Artigo 2

**Figura 1:** Desenho esquemático da área de amostragem, indicando as duas unidades amostrais (uma a direita e outra a esquerda da transecção) para avaliação da comunidade de insetos e de estrutura do sub-bosque na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....39

**Figura 2:** Composição de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. ....46

**Figura 3:** Box plots da abundância total de indivíduos (a) e riqueza de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Barras indicam medianas e 10°, 25°, 75° e 90° percentis, e círculos pretos representam *outliers*. Box plots com letras diferentes indicam variação significativa entre fisionomias ( $P < 0.1$ ). Valores de  $P$  gerados por aleatorização (10000 iterações). ....47

**Figura 4:** Análise de Correspondência mostrando a associação entre a composição de famílias de Coleoptera e diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Anob:Anobiidae; Anth:Anthicidae; Antr:Anthribidae; Bupr:Buprestidae; Cara:Carabidae; Cera:Cerambycidae; Chry:Chrysomelidae; Cler:Cleridae; Cocc:Coccinellidae; Coly:Colydiidae; Cory:Corylophidae; Cryp:Cryptophagidae; Curc:Curculionidae; Cucu:Cucujidae; Elat:Elateridae; Endo:Endomychidae; Erot:Erotylidae; Eucn:Eucnemidae; Eugl:Euglenidae; Lamp:Lampyridae; Lang:Languriidae; Latr:Latridiidae; Leio:Leiodidae; Lyci:Lycidae; Mela:Melandryidae; Niti:Nitidulidae; Oede:Oedemeridae; Ptil:Ptiliidae; Ptio:Ptilodactylidae; Scar:Scarabaeidae; Scir:Scirtidae; Silv:Silvanidae; Stap:Staphylinidae; Tene:Tenebrionidae. ....48

**Figura 5:** Análise de Correspondência de grupos tróficos em famílias de Coleoptera descritos por fisionomia florestal (**a**) e toques de vegetação (**b**) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Autorreamostragem *bootstrap* indicou estabilidade de ambos os eixos de ordenação tanto em **a** quanto em **b** ( $P \leq 0.09$ ). FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Carn: Carnívoros; Detrit: Detritívoros; Fung: Fungívoros; Herb: Herbívoros. ....49

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1:

**Tabela1.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando a composição de ordens de Insecta em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações). .....19

**Tabela 2.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando o número médio de toques de cinco tipos de vegetação (árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações). .....20

### Artigo 2:

**Tabela1.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando a composição de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações). .....44

**Tabela 2.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando o número médio de toques de cinco tipos de vegetação (árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações). .....45

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado apresenta dois capítulos na forma de artigos científicos. O primeiro capítulo, “Efeitos da estrutura do habitat e de diferentes fisionomias vegetais sobre a comunidade de insetos de sub-bosque”, investiga como as diferentes formações vegetais (Floresta com *Araucaria*, Plantação de *Araucaria*, plantação de *Pinus* e plantação de *Eucalyptus*) influenciam a composição, riqueza e abundância de insetos. O segundo capítulo “Estrutura trófica da assembléia de Coleópteros de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais”, investiga como as diferentes formações vegetais (Floresta com *Araucaria*, Plantação de *Araucaria*, plantação de *Pinus* e plantação de *Eucalyptus*) podem influenciar a estrutura trófica da assembléia de Coleópteros.

Após a tradução para a língua inglesa os dois artigos serão submetidos para o periódico *Neotropical Entomology*.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil tem cerca de seis milhões de hectares de plantações florestais, concentradas principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Deste total, 3,55 milhões de hectares são plantios de *Eucalyptus*; 1,82 milhão de *Pinus* e 370,5 mil de outras espécies (SBS 2007). Como qualquer plantação homogênea, os plantios florestais reduzem a diversidade vegetal e, conseqüentemente, tornam o ambiente menos estável, com menor capacidade de absorver distúrbios. O interesse por florestas que mantenham os recursos naturais tem aumentado e conduzido o desenvolvimento de critérios e indicadores de sustentabilidade para o manejo florestal (Kneeshaw *et al.* 2000).

A importância dos estudos de diversidade e sua mensuração têm sido destacadas em várias publicações. Além de Magurran (2004), trabalhos mostram que as informações sobre a homogeneidade/heterogeneidade da composição de espécies entre ambientes são fundamentais para possibilitar a compreensão e monitoramento das alterações que ocorrem na biota, seja como resultado de fenômenos naturais, seja provocado por ações antrópicas (Lawton *et al.* 1998; Moreno & Halffter 2001).

Importantes fatores ecológicos indicam que, em locais de maior heterogeneidade, haveria também maior riqueza de espécies, tendo esses locais uma maior diversidade de habitats (Andow 1991). Muitos organismos podem ser utilizados como indicadores nas alterações do ambiente, dentre esses, os invertebrados são um dos mais comuns (Wink *et al.* 2005; Lewinsohn *et al.* 2005 ).

Os artrópodes correspondem a 84,7% dos animais sobre a terra, sendo que destes, 88,3% são insetos (Grimaldi & Engel 2005). Os insetos são adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal, pois, além de ser o grupo animal mais numeroso, com elevadas densidades populacionais, também apresentam grande diversidade, em termos de espécies e dos

habitats que ocupam. Para Filho (1995), os insetos são os organismos de maior ocorrência em ambientes florestais.

Dentre os insetos, os coleópteros se destacam por ser a maior ordem, com cerca de 350.000 espécies conhecidas, o que representa 30% das espécies animais e 40% de todos os insetos descritos (Lawrence & Britton 1991). Essa ordem possui 175 famílias, com insetos de tamanhos que variam de 1 mm a 15 cm (Triplehorn & Johnson 2005). Estão presentes na maioria dos ambientes terrestres, e apresentam os mais variados hábitos alimentares, exceto a hematofagia. Podem ser herbívoros, consumindo plantas ou partes delas; fungívoros, se alimentando de qualquer tipo e parte de fungos; detritívoros, comendo partículas que são produto da decomposição de células de tecidos animais ou vegetais; ou carnívoros; se alimentando de tecidos, células ou líquido interno de animal vivo ou recém-morto pela ação do próprio ingestor do alimento (Lawrence & Britton 1991).

Os coleópteros podem ser utilizados como indicadores de alteração da paisagem, pois, além de apresentarem uma grande abundância, ocupam diversos nichos ecológicos e possuem uma grande diversidade de hábitos alimentares (Marinoni *et al.* 2003). É um grupo apropriado para estudos ecológicos por apresentarem grande riqueza e ampla distribuição geográfica; abundância durante o ano todo e representação em quase todos os grupos tróficos e a especialização em certos recursos (Morris 1980; Marinoni & Dutra 1997; Didhan *et al.* 1996). Muitas espécies de larvas usam ambientes e alimentos diferentes dos adultos, fazendo dos coleópteros um bom grupo indicador de diferentes compartimentos do sistema e importante para os estudos que tratam da diversidade ambiental através de comunidades (Marinoni *et al.* 2003).

Este estudo teve como objetivos avaliar a influência dos sub-bosques de diferentes fisionomias vegetais de uma Floresta Ombrófila Mista manejada do Sul do

Brasil sobre a comunidade de insetos deste sub-bosque; bem como verificar se a estrutura do habitat dessas fisionomias vegetais pode estar influenciando os padrões da comunidade entomológica. Também foi nosso objetivo avaliar se as diferentes fisionomias vegetais dessa Floresta e as suas estruturas do habitat estão relacionadas com a estrutura trófica da assembléia de coleópteros de sub-bosque.

Propusemo-nos a responder as seguintes perguntas:

1- Existe diferença na abundância, na riqueza de ordens e na composição de insetos de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais?

2- Existe relação entre a estrutura do habitat e as fisionomias vegetais, e entre a estrutura do habitat e a composição das ordens de Insecta?

Além disso, avaliamos o grupo dos coleópteros, procurando responder as perguntas:

1- Existe diferença na abundância, na riqueza e composição (a nível de famílias) de coleópteros de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais?

2- Existe relação entre os grupos tróficos da assembléia de coleópteros e as fisionomias vegetais, e entre os grupos tróficos e a estrutura do habitat?

## 2. ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Rio Grande do Sul possui 77.580 ha de áreas de plantação de espécies exóticas (BRACELPA 2005). Uma das áreas que possui essa característica é a Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA-SFP), localizada a nordeste do Rio Grande do Sul (29°24'33"S-50°23'13"O; 29°26'25"S-50°22'44"O). Esta é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas tendo como objetivos básicos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica com ênfase em métodos para exploração sustentável de recursos naturais (IBAMA 2003). A FLONA-SFP possui aproximadamente 1.600 hectares e é composta por um mosaico de áreas de florestas naturais, florestas plantadas (*Araucaria*, *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp.), banhados, estradas e aceiros (Schneider *et al.* 1989). Atualmente, cerca de 36% da Floresta Nacional é representada por Floresta Ombrófila Mista (Floresta com *Araucaria*) e 35% por monoculturas florestais de *Araucaria* e das exóticas *Pinus* e *Eucalyptus* (Stranz 2003) (Fig.1). Esse mosaico ambiental é caracterizado por manchas de habitats, com diferenças na estrutura da vegetação. Estas diferenças, tanto em nível regional (paisagem) quanto em nível local (vegetação) podem influenciar a distribuição e ocorrência de insetos (Lawton 1977).

As florestas nativas são verticalmente mais heterogêneas, com mais de um estrato (herbáceo, arbustivo e arbóreo) e apresentam o dossel e sub-bosque relativamente pouco densos. Possuem como representantes principais, além da *Araucaria angustifolia*, espécies de grande porte como o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* – Podocarpaceae), erva-mate (*Ilex paraguariensis* – Aquifoliaceae), canelas (*Nectandra megapotamica*, *Ocotea* spp. – Lauraceae) e branquilha (*Sebastiania commersoniana* – Euphorbiaceae). As arvoretas mais comuns são jasmim-do-mato (*Rudgea parquioides* – Rubiaceae) e estilinguia (*Stillingia oppositifolia* –

Euphorbiaceae). Entre os arbustos, os mais comuns são a pixirica (*Leandra* spp – Melastomataceae), pimenteira (*Mollinedia elegans* – Monimiaceae), pariparobas (*Piper* spp. – Piperaceae) e joás (*Solanum* spp. – Solanaceae).

As áreas plantadas são mais homogêneas, com o dossel formado praticamente por indivíduos adultos. Estas possuem um segundo extrato formado por indivíduos arbóreo-arbustivos com altura de 4 a 5 m. São compostas principalmente pela *Araucaria*, além de arvoretas como jasmim-do-mato (*Rudgea parquioides* – Rubiaceae) e arbustos como a pariparoba (*Piper* spp. – Piperaceae) e joás (*Solanum* spp. – Solanaceae).

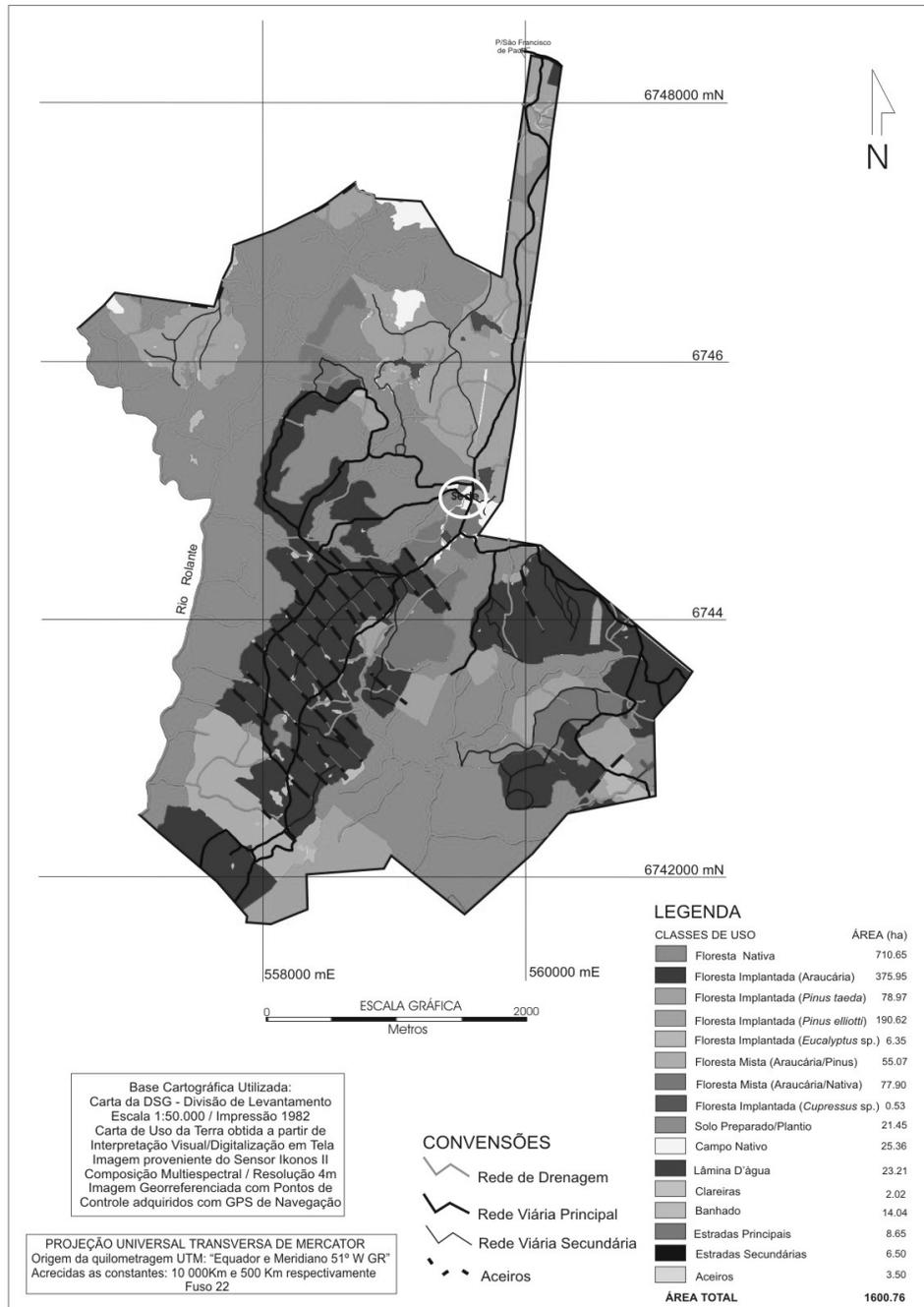


Fig. 1: Mapa da Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS, mostrando a disposição das diferentes fisionomias vegetais: Floresta Nativa, Plantação de Araucaria, Plantação de Pinus e Plantação de Eucalyptus (Teixeira, 2005).

### 3. ARTIGO 1

Efeitos da estrutura do habitat e de diferentes fisionomias vegetais sobre  
a comunidade de insetos de sub-bosque

Vera Regina Ribeiro Troian  
Departamento de Ecologia – Instituto de Biociências – UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15007  
CEP 91.501-970, Porto Alegre, RS, Brasil  
email: verinhatroian@gmail.com

Efeitos da estrutura do habitat e de diferentes fisionomias vegetais sobre  
a comunidade de insetos de sub-bosque

VERA R. RIBEIRO-TROIAN<sup>1</sup> E SANDRA M. HARTZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Ecologia de Populações e Comunidades, Depto. de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Avenida Bento Gonçalves, 9500 CP 15007 CEP:91501-970, Porto Alegre, RS

ABSTRACT- This study aimed to investigate the effects that the understory structure of different vegetal physiognomies may have upon an insect community. Four different forest environments were compared: forest with Brazilian Pine (FA), *Araucaria angustifolia* plantation (PA), *Pinus* spp. plantation and *Eucalyptus* spp. plantation (PE). In each vegetal physiognomy there were three areas with two sampling unities of 25 m x 2 m each. The sampling was carried out using the beating sheet method, with a 1 m x 1 m canvas sheet, from September 2003 to August 2004. We investigated whether abundance, richness and composition of the insect community shifted according to the vegetal physiognomy. We also verified whether the habitat structure of each forest type was associated to the composition of the insect community and to different vegetal physiognomies. Total sample comprised 6,519 individuals, which belonged to the following orders: Archaeognatha, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Psocoptera and Thysanoptera. The most abundant orders were Hymenoptera, Coleoptera and Psocoptera. The Brazilian Pine and *Pinus* plantations had the greatest abundance of insects. The composition of the insect community presented differences among the vegetal physiognomies; however, there were no significant differences in richness among the areas. There was higher frequency of touches of arboreal vegetation in the forest with Brazilian pine, and *Pinus* forests presented higher frequency of touches of liane and pteridophyte. Brazilian pine and *Pinus* plantations had higher frequency of touches of shrubs. We concluded that the understory structure has influence upon the abundance and composition of the insect community, but not upon the richness of the same community for the taxonomic level evaluated herein.

Key-words: understory, habitat structure, forest with Brazilian pine, insect community.

RESUMO - O propósito deste estudo foi investigar os efeitos que a estrutura do sub-bosque de diferentes fisionomias vegetais pode exercer sobre a comunidade de insetos. Foram comparados quatro ambientes florestais distintos: áreas de floresta com *Araucaria* (FA), plantações de *Araucaria angustifolia* (PA), plantações de *Pinus* spp. (PP) e plantações de *Eucalyptus* spp. (PE). Para cada fisionomia vegetal houve três áreas com duas unidades amostrais de 25m × 2m cada. As coletas foram realizadas com o método do guarda-chuva entomológico, medindo 1m×1m, no período de setembro de 2003 a agosto de 2004. Investigamos se a abundância, a riqueza e a composição da comunidade de insetos modificaram-se de acordo com a fisionomia vegetal. Também verificamos se a estrutura do habitat de cada tipo de floresta teve associação com a composição da comunidade de insetos e com as diferentes fisionomias vegetais. Foram coletados 6519 indivíduos correspondentes as seguintes ordens de Insecta: Archaeognatha, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Psocoptera e Thysanoptera. As ordens mais abundantes foram Hymenoptera, Coleoptera e Psocoptera. As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* apresentaram as maiores abundâncias de insetos. A composição das ordens de Insecta apresentou diferenças entre as fisionomias vegetais, entretanto não houve diferenças significativas na riqueza entre as áreas. As ordens Hymenoptera e Hemiptera apresentaram uma associação com pteridófitas. Dermaptera foi associada com lianas. Houve maior frequência de toques de vegetação arbórea na Floresta com *Araucaria*, e a plantação de *Pinus* apresentou maior frequência de toques de lianas e pteridófitas. As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* caracterizaram-se pela maior frequência de toques de arbustos. Neste estudo concluímos que a estrutura do sub-bosque influenciou a abundância e a composição da comunidade de insetos, mas não influenciou a riqueza desta mesma comunidade para o nível taxonômico avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: sub-bosque, estrutura do habitat, Floresta com *Araucaria*, comunidade de insetos.

### **Introdução**

A Biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico (Dias 2001). O aumento da consciência sobre a importância da biodiversidade criou um impasse entre as necessidades crescentes de obtenção de matéria prima extraída da natureza e os efeitos nocivos resultantes da exploração destes recursos naturais. Neste cenário, destacam-se os ecossistemas florestais, que nas últimas décadas tem passado por um processo crescente de devastação em diferentes regiões (Ganho & Marinoni 2006) além de uma alteração da paisagem com o plantio de espécies exóticas para fins comerciais.

Florestas, de uma maneira geral, fornecem condições diversificadas para a existência de uma maior biodiversidade devido às suas estruturas mais complexas: grande número de espécies vegetais, estratificação vertical, copas interconectadas formando um dossel contínuo (Elton 1973). Preservar a biodiversidade passa por estabelecer padrões de riqueza, abundância, distribuição e interação dos componentes da biota local, que orientem o manejo florestal ao longo do tempo (Laranjeiro 2003). O uso de organismos indicadores da biodiversidade e qualidade ambiental é um mecanismo chave para a conservação dos processos ecológicos nas florestas. Um dos grupos adequados para este contexto são os insetos. Assim como os artrópodos em geral, estes animais respondem rapidamente a mudanças ambientais e apresentam alta diversidade,

sendo considerado um grupo importante nos estudos sobre biodiversidade (Longino 1994).

Os artrópodes correspondem a 84,7% dos animais sobre a terra, sendo que destes, 88,3% são insetos (Grimaldi & Engel 2005). A classe Insecta contém mais de 750.000 espécies descritas, é o maior grupo do reino Animalia. Assim, os insetos são adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal pois, além de ser o grupo animal mais numeroso do globo terrestre, com elevadas densidades populacionais, apresentam grande diversidade, em termos de espécies e de habitats. Os insetos, além disso, possuem uma grande variedade de estratégias para dispersão e seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (Thomazinni & Thomazzini 2000).

O Brasil tem seis milhões de hectares de florestas plantadas com fins comerciais. Como qualquer plantação homogênea, os plantios florestais diminuem a diversidade vegetal e conseqüentemente a estabilidade do ambiente, com menor capacidade de absorver distúrbios. A história do manejo florestal é longa, mas somente nas últimas décadas a produção florestal tem sido fortemente orientada para o estabelecimento da estabilidade ambiental, destacando-se a manutenção da biodiversidade (Kneeshaw *et al* 2000).

Uma característica das florestas exóticas é a alteração do sub-bosque. Nas áreas florestais e também nas reflorestadas, o sub-bosque desempenha importante papel para a manutenção das comunidades animais, e é o principal responsável pela existência de muitas espécies de aves, mamíferos, insetos e da microfauna do solo (Moreira & Berdt 2005). No estado do Rio Grande do Sul, a região dos Campos de Cima da Serra tem tido

sua paisagem original modificada pela prática do plantio de espécies exóticas, principalmente nas últimas décadas. Entretanto, poucos estudos publicados avaliaram o efeito desta alteração na paisagem, bem como a estrutura do sub-bosque nas comunidades de invertebrados (Ferreira & Marques 1998; Winck 2005; Baldissera *et al.* 2008).

Nosso estudo teve como objetivos avaliar a influência dos sub-bosques de diferentes fisionomias vegetais de uma Floresta Ombrófila Mista manejada do sul do Brasil sobre a comunidade de insetos deste sub-bosque; bem como verificar se a estrutura do habitat dessas fisionomias vegetais pode estar influenciando os padrões da comunidade entomológica.

Propusemos-nos a responder as seguintes perguntas:

1- Existe diferença na abundância, na riqueza e na composição de ordens de insetos de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais?

2- Existe relação entre a estrutura do habitat e as fisionomias vegetais, e entre a estrutura do habitat e a composição das ordens de Insecta?

### **Material e Métodos**

Área de estudo. O estudo foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula – FLONA-SFP- uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável administrada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 2003). A FLONA - SFP está situada na região nordeste do Rio Grande do Sul (29°25'22,4''S; 50°23'11,2''O), dentro da ecorregião da Floresta Ombrófila Mista, no município de São Francisco de Paula. Criada em 1945, abrange uma área de 1.606 ha, com altitudes superiores a 900 metros. Esta Unidade é parte da área abrangida pela

Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, e é composta por um mosaico de áreas naturais de floresta ombrófila mista (36%), áreas reflorestadas com *Araucaria angustifolia*, *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (35%), além de trechos pequenos de banhados e campos nativos (Schneider *et al.* 1989; Bitencourt *et al.* 2004).

Coleta de dados. As coletas dos insetos foram realizadas em quatro diferentes fisionomias vegetais: plantações de *Pinus* spp. (PP), plantações de *Eucalyptus* spp. (PE), plantações de *Araucaria angustifolia* (PA) e áreas de floresta ombrófila nativa remanescente (floresta com *Araucaria*- FA). Para cada formação florestal foram amostradas três áreas diferentes (réplicas), totalizando doze áreas de amostragem. Em cada área florestal foram delimitadas aleatoriamente duas unidades amostrais (parcelas) de 25m × 2m, uma à direita e outra à esquerda a partir de transecções principais de 100m de comprimento previamente delimitadas (Fig. 1). Os insetos de sub-bosque foram coletados entre 1m e 2,5m de altura do solo com auxílio de um guarda-chuva entomológico de 1m × 1m, onde todas as estruturas vegetais foram batidas (20 vezes) no interior ao longo de toda parcela. Para compor a unidade amostral de cada área os insetos coletados nas duas parcelas foram reunidos. As coletas foram realizadas no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, tendo sido feitas uma coleta em cada parcela em cada estação do ano.

A avaliação da estrutura vegetacional do sub-bosque foi realizada segundo Baldissera *et al.* (2008). Nas estações de verão e inverno foi realizada a contagem do número de toques da vegetação em uma vara no intervalo de 1m e 2,5m de altura (as mesmas parcelas para coleta de insetos). Ao longo de cada unidade amostral foram tomadas 50 medidas de toques da vegetação, sendo feita uma classificação em árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas.

Após a coleta o material foi armazenado em potes contendo álcool 85% e identificado até o nível taxonômico de ordem, de acordo com Triplehorn & Johnson (2005).

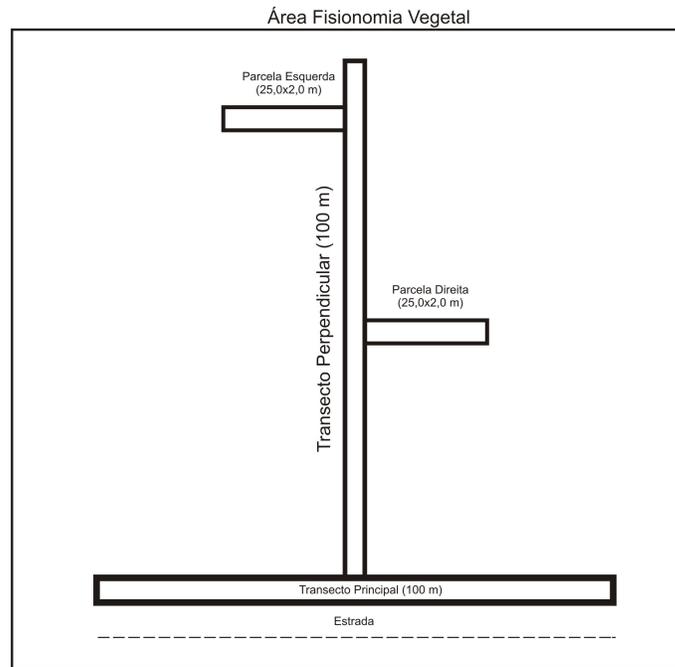


Fig. 1: Desenho esquemático da área de amostragem, indicando as duas unidades amostrais (uma a direita e outra a esquerda da transecção) para avaliação da comunidade de insetos e de estrutura do sub-bosque na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Análise de dados. As diferentes fisionomias florestais (FA, PP, PE e PA) foram comparadas quanto à abundância total de indivíduos e riqueza de ordens de Insecta através de ANOVA em blocos com teste de aleatorização (Pillar & Orlóci 1996). As diferentes estações de amostragem foram consideradas blocos a fim de remover sua influência na comparação entre as fisionomias. No caso da riqueza foram usados os resíduos de uma regressão linear na qual a variável dependente foi riqueza de ordens e a variável independente foi o número de indivíduos por ordem. Desta forma, o efeito da abundância sobre a riqueza foi controlado. Tanto os dados de abundância de indivíduos

quanto os de riqueza foram transformados pelo  $\log(x+1)$ . Sempre que a ANOVA indicou diferença significativa entre os grupos, análises de contrastes foram feitas a fim de verificar quais grupos diferiram entre si (Pillar & Orłóci 1996). A significância dos contrastes foi avaliada através de aleatorização, de forma similar a ANOVA (Pillar & Orłóci 1996).

A variação na composição de ordens de Insecta nas diferentes fisionomias florestais (FA, PA, PP e PE) foi analisada através de MANOVA em blocos com teste de aleatorização (Manly 1997). Nesta análise as estações do ano também foram consideradas blocos. A mesma análise foi utilizada para comparar o número de toques dos diferentes tipos de vegetação (árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas) nas diferentes fisionomias. A análise de contrastes foi feita de forma similar à descrita para as ANOVA.

A associação entre as ordens e as diferentes estruturas da vegetação foi analisada através de Análise de Correspondência, a qual foi feita a partir de uma matriz **A**, contendo fisionomias florestais descritas pela composição média de ordens. Multiplicando a matriz **A** por uma matriz **B** transposta contendo fisionomias florestais descritas por diferentes tipos de toques de vegetação, obteve-se a matriz **C** contendo a composição das diferentes ordens em diferentes frequências de estrutura de vegetação. Sobre a matriz **C** foi realizada uma Análise de Correspondência. A estabilidade dos eixos da ordenação foi avaliada através de autorreamostragem *bootstrap* (Valentin 2000). As análises foram realizadas através do pacote estatístico MULTIV 2.4 (Pillar 2006).

Para verificar se as possíveis diferenças encontradas na abundância dos insetos entre as formações florestas (FA, PP, PE e PA) poderia ser um artifício da idade das

áreas foram realizadas regressões analisando os resíduos das variáveis (Ayres *et al.* 2003). Foi utilizado o resíduo das variáveis resposta abundância e idade, separadamente, com a variável explicativa tipos de vegetação (em blocos). A idade das áreas utilizada seguiu Baldissera *et al.* (2008).

## Resultados

Foram coletados 6519 indivíduos pertencentes a 14 ordens de Insecta. As ordens encontradas foram Archaeognatha, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Psocoptera e Thysanoptera. As ordens mais abundantes foram Hymenoptera, Coleoptera e Psocoptera. Psocoptera e Coleoptera foram mais abundantes na floresta com *Araucaria*; e Hymenoptera e Psocoptera na plantação de *Araucaria*. Na plantação de *Pinus*, as ordens Hymenoptera e Coleoptera e na plantação de *Eucalyptus* a ordem mais abundante foi Hymenoptera. A composição das ordens nas diferentes fisionomias florestais é mostrada na Fig. 2.

Encontramos diferenças significativas na abundância de indivíduos de insetos entre as formações vegetais ( $P < 0.001$ ). Enquanto PA e PP apresentaram as maiores abundâncias de indivíduos e não diferiram entre si, FA e PE apresentaram os menores valores, e também não diferiram entre si (Fig. 3a). Em relação à riqueza de ordens, as áreas não apresentaram diferenças significativas ( $P = 0.27$ , Fig. 3b).

A MANOVA comparando a composição de ordens de Insecta nas diferentes fisionomias indicou haver diferenças significativas entre as áreas (Tabela 1). FA apresentou diferença significativa em relação às outras fisionomias, exceto PE ( $P =$

0.62). As florestas plantadas não apresentaram diferenças significativas entre si, com exceção de PP que diferiu significativamente de PE ( $P = 0.02$ ).

A relação entre a estrutura do habitat (toques da vegetação) e as fisionomias vegetais também indicou diferenças significativas (Tabela 2). A área de floresta com *Araucaria* (FA) diferiu de todas as demais, e a plantação de *Pinus* (PP) e a de *Eucalyptus* (PE) diferiram entre si. As demais não apresentaram diferenças. Enquanto FA apresentou maior frequência de toques de vegetação arbórea do que as outras áreas, a plantação de *Pinus* apresentou maior frequência de toques de lianas e pteridófitas. Já a plantação de *Eucalyptus* foi a única área a apresentar gramíneas (Fig. 4)

A Análise de Correspondência entre as fisionomias vegetais e a composição das ordens indicou dois eixos estáveis ( $P < 0.01$ , Fig. 5a); os dois primeiros eixos explicaram 94% da variação total. As ordens Coleoptera e Dermaptera foram associadas com a Plantação de *Pinus*. Blattodea e Hymenoptera foram associadas com o plantio de *Araucaria*. A plantação de *Eucalyptus* foi relacionada com Thysanoptera e Mantodea, e na floresta com *Araucaria* as ordens mais associadas foram Hemiptera, Lepidoptera e Orthoptera (Fig. 5a).

Em termos de associação entre as ordens e as características de habitat descritas pelos toques de vegetação, a Análise de Correspondência indicou dois eixos estáveis ( $P = 0.05$ , Fig. 5b), sendo os dois primeiros eixos responsáveis por 74% da variação total. As ordens Hymenoptera e Hemiptera apresentaram associação com pteridófitas. A ordem Dermaptera foi mais associada com lianas.

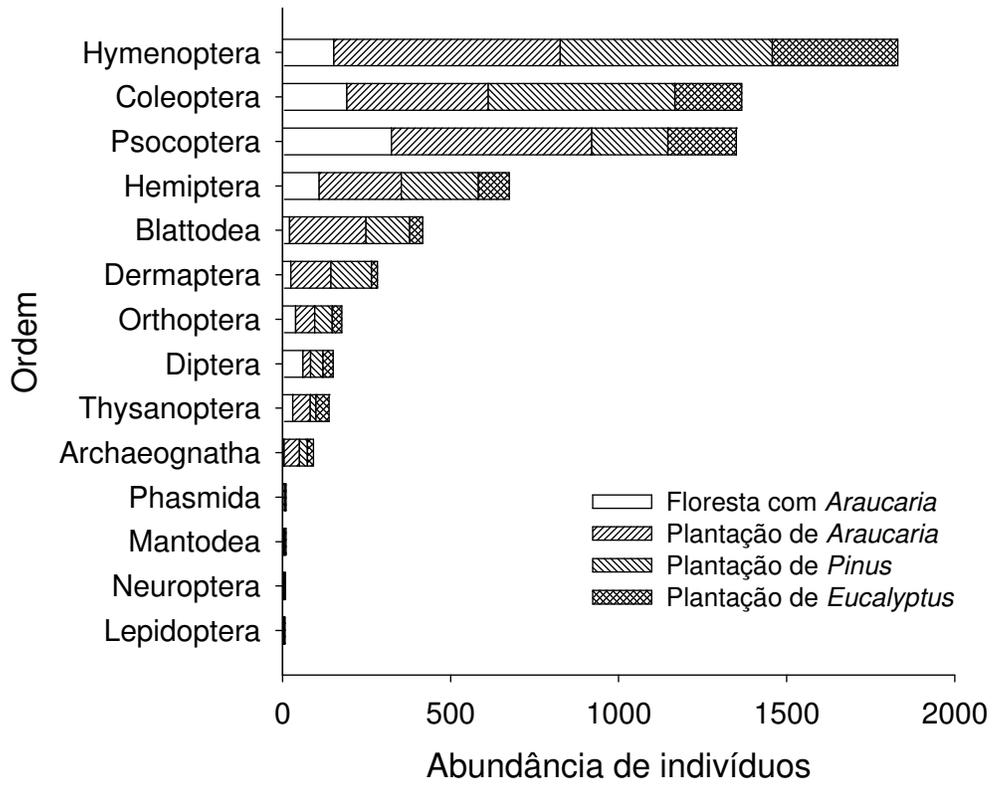
Não houve influência significativa da idade dos talhões na abundância de insetos ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando a composição de ordens de Insecta em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações).

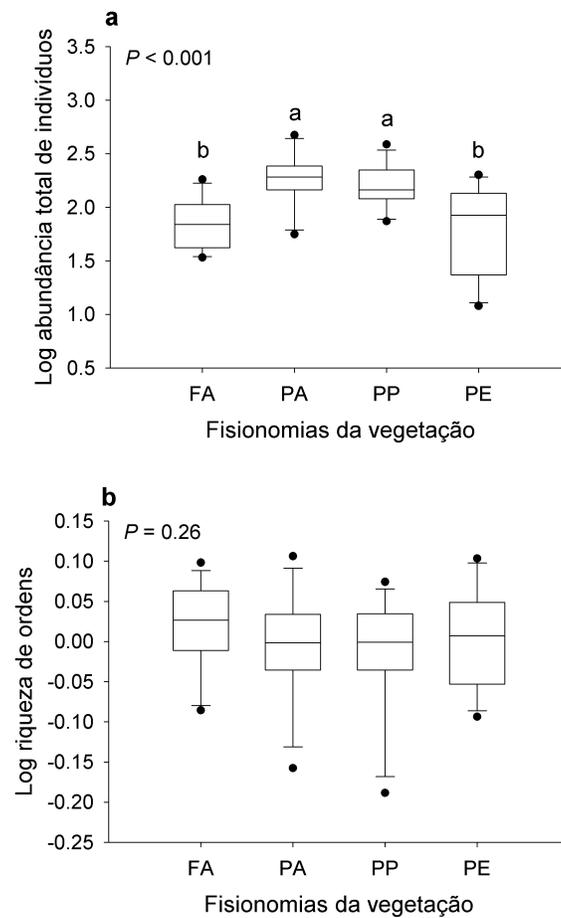
Fonte de variação	Soma de quadrados	P
Blocos (Estações)	0.939	
Entre grupos	0.454	0.018
Dentro de grupos	2.877	
Total	4.271	
Contrastes		
FA – PA	0.188	0.023
FA – PP	0.272	0.004
FA – PE	0.075	0.623
PA – PP	0.060	0.150
PA – PE	0.096	0.325
PP – PE	0.218	0.021

**Tabela 2.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando o número médio de toques de cinco tipos de vegetação (árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações).

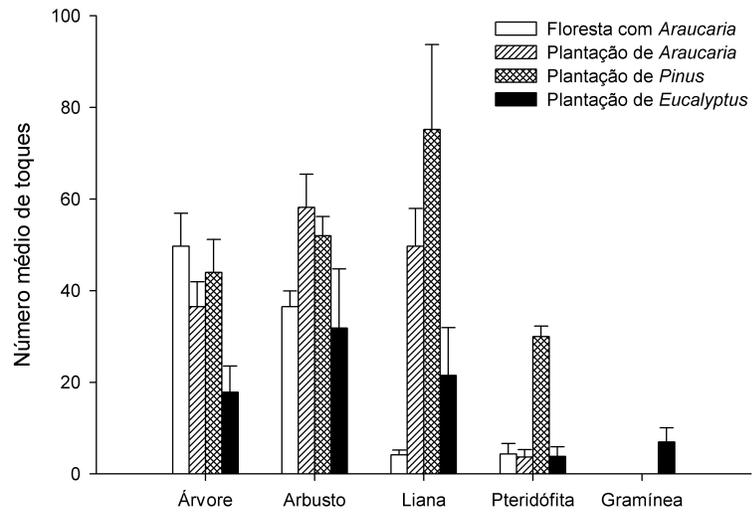
Fonte de variação	Soma de quadrados	<i>P</i>
Blocos (Estações)	2070.6	
Entre grupos	27147	< 0.001
Dentro de grupos	26782	
Total	56000	
Contrastes		
FA – PA	8140.5	0.004
FA – PP	17916	0.005
FA – PE	4154.5	0.012
PA – PP	4313.9	0.115
PA – PE	5652.8	0.060
PP – PE	14116	0.018



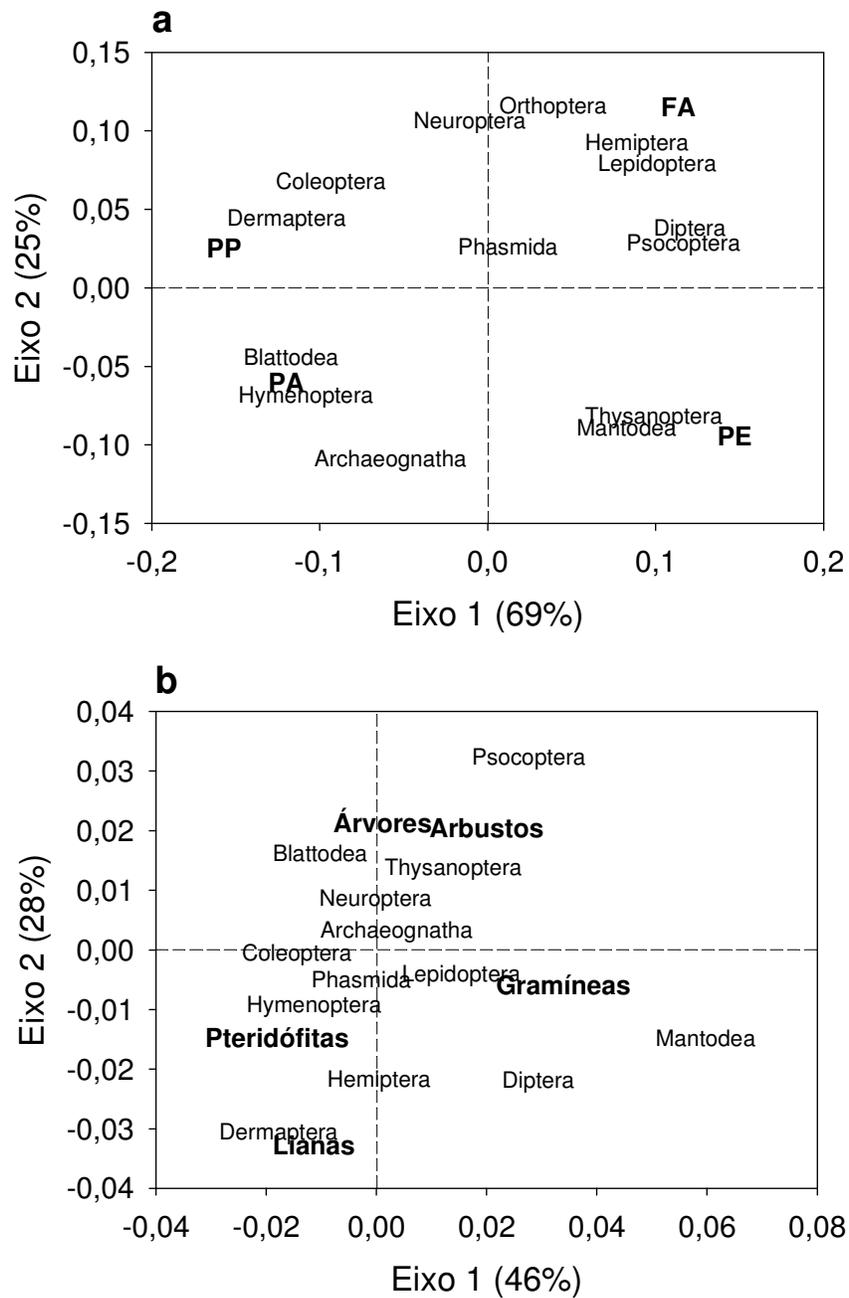
**Fig. 2.** Composição de ordens de Insecta em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil.



**Fig. 3.** Box plots da abundância total de indivíduos (a) e riqueza de ordens de Insecta (b) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Barras indicam medianas e 10°, 25°, 75° e 90° percentis, e círculos pretos representam *outliers*. Box plots com letras diferentes indicam variação significativa entre fisionomias ( $P < 0.1$ ). Valores de  $P$  gerados por aleatorização (10000 interações).



**Fig. 4.** Número médio de toques de diferentes tipos de vegetação em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Linhas sobre as barras representam erro padrão.



**Fig. 5.** Análise de Correspondência de ordens de Insecta descritas pela fisionomia florestal (a) e toques de vegetação (b) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Autorreamostragem *bootstrap* indicou estabilidade de ambos os eixos de ordenação tanto em a quanto em b ( $P \leq 0.05$ ). FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*.

## Discussão

As áreas de plantação de *Araucaria* (PA) e plantação de *Pinus* (PP) apresentaram maior abundância de insetos de sub-bosque, já as áreas de floresta com *Araucaria* (FA) e plantação de *Eucalyptus* (PE) foram menos abundantes. Russel (1989) também detectou maiores abundâncias de insetos herbívoros predadores em agrossistemas mais simples do que em diversificados. Alguns aspectos podem estar propiciando esta maior abundância em áreas mais simples, como a concentração de recursos para herbívoros especialistas e uma menor competição do que nas áreas naturais nativas.

A maior abundância encontrada nas áreas plantadas pode também estar associada ao sub-bosque, pois PA e PP apresentaram um sub-bosque mais denso, enquanto FA e PE menos denso. A estrutura de sub-bosque detectada nas áreas de FA e PE pode ser explicada por diferentes fatores. Na floresta nativa devido ao dossel mais fechado, os estratos inferiores recebem menos luz, desenvolvendo-se menos, por isso provavelmente o sub-bosque nessas áreas seja menos denso. Já na plantação de *Eucalyptus*, as áreas são mais abertas, permitindo maior incidência de ventos e prejudicando o desenvolvimento do sub-bosque. No caso das florestas plantadas de *Araucaria* e *Pinus*, a maior densidade de sub-bosque pode estar relacionada ao fato de ocorrer a prática do corte seletivo nestas áreas (Baldissera *et al.* 2008). Esse manejo propicia a abertura do dossel, e em consequência um aumento da incidência solar, o que ocasiona um maior desenvolvimento do estrato do sub-bosque nestes pontos. Esses dados foram corroborados pelos resultados da estrutura da vegetação que apontou uma composição preferencialmente arbórea em FA; e de lianas e arbustos associadas à plantação de *Pinus* e de *Araucaria*.

Em relação à riqueza de ordens, neste estudo não encontramos diferenças significativas entre as diferentes formações florestais. Segundo Andow (1991) a teoria ecológica sugere fatores importantes que levam a uma maior riqueza de espécies em locais mais heterogêneos, tendo estes a maior diversidade de habitats e a maior densidade de inimigos naturais, levando ao aumento do controle de populações de organismos dominantes. Para invertebrados de serrapilheira, alguns trabalhos encontraram uma menor similaridade entre áreas nativas e plantação de *Eucalyptus*. Ferreira e Marques (1998) avaliaram a fauna de artrópodes de serrapilheira, comparando floresta nativa de Mata Atlântica e plantações de *Eucalyptus* e detectaram uma maior riqueza de morfotipos, maior diversidade e baixa similaridade na floresta nativa do que na plantação de *Eucalyptus*. A similaridade na riqueza entre as diferentes formações vegetais detectadas neste estudo, entretanto, pode ser devido a identificação dos insetos somente até ordem, nível taxonômico pouco refinado.

Entretanto, segundo Hammond (1994) a caracterização da comunidade envolve a triagem dos indivíduos em uma classificação taxonômica, mas a identificação das espécies mesmas pode não ser essencial. Estudos recentes, visando avaliar a diversidade de invertebrados por meio de métodos economicamente mais eficientes podem ser encaixados em uma das seguintes categorias: uso de espécies ou táxons indicadores em vez de todos os táxons; uso de amostragens indicadoras ou mais restritas e utilização de morfoespécies identificadas por não-especialistas. Harper & Hawksworth (1996) sugeriram o emprego do termo diversidade de organismos em vez de diversidade de espécies para englobar também categorias taxonômicas superiores ao nível de espécie.

Em relação à composição das ordens nas diferentes formações, detectamos neste estudo que as ordens mudaram conforme a alteração da área. A floresta nativa foi diferente das áreas de plantação de *Pinus* e de *Araucaria*, entretanto não o foi da

plantação de *Eucalyptus*. As ordens mais associadas com a floresta nativa de *Araucaria* e a plantação de *Eucalyptus* foram Hemiptera, Lepidoptera e Orthoptera. As ordens Coleoptera e Dermaptera foram mais associadas com a plantação de *Pinus* e Blattodea e Hymenoptera com o plantio de *Araucaria*. Ferreira e Marques (1998) encontraram, em uma área de plantação de *Eucalyptus*, a ordem Psocoptera como uma das mais abundantes, resultado também encontrado no presente estudo.

Alguns estudos têm revelado que as espécies respondem de forma diferente às modificações do habitat, entretanto a probabilidade de ocorrência e manutenção de diversas espécies pode ser afetada pelas modificações do micro-habitat produzidas pela redução da cobertura vegetal original (Steffan-Dewenter & Tscharnke 2002). Essas modificações podem alterar as composições das comunidades, bem como seus padrões de abundância, que por um lado seriam desfavoráveis às espécies residentes no interior da mata, e por outro beneficiariam àquelas que vivem em ambientes abertos e/ou que apresentam grande plasticidade em relação ao habitat (Lovejoy *et al.* 1986).

Em florestas comerciais (*Eucalyptus*, *Pinus*, seringueira etc.), sistemas agroflorestais ou mesmo outras culturas, a manutenção ou incremento na diversidade de insetos pode ser alcançada pela manutenção de fragmentos de florestas nativas nas proximidades ou mesmo intercalados, como demonstrado por Zanuncio *et al.* (1998) em plantios de *Eucalyptus cloeziana*. No presente estudo, as áreas de eucaliptal muito provavelmente apresentam grande homogeneidade na oferta de recursos aliada a pouca estabilidade ambiental, o que acarreta baixa riqueza e diversidade. Um estudo do sub-bosque de uma área de *Eucalyptus paniculata* em Belo Oriente (MG) encontrou 48 espécies nativas na área (Moreira & Berdt 2005). A proximidade com reserva de mata nativa foi considerada como elemento importante para esta constatação. No presente estudo, as áreas de plantação de eucalipto localizam-se relativamente próximas as de

floresta com araucaria nativa, o que possibilitaria aos animais de sub-bosque um deslocamento entre as áreas. Este fator poderia explicar a semelhança na composição das comunidades entre as duas formações vegetais. Entretanto, a distância entre as áreas de mata nativa e as áreas plantadas de *Eucalyptus* não foi avaliada neste estudo. A estrutura do habitat (avaliada através dos toques da vegetação) poderia ser o fator mais importante na semelhança da composição, do que a proximidade das áreas.

Nossos resultados demonstraram que o tipo florestal e a estrutura vegetacional influenciaram a comunidade de insetos de sub-bosque. Porém, a maior abundância de indivíduos nas fisionomias plantadas não deve ser analisado unicamente no estrato do sub-bosque, sendo necessário incluir nesta avaliação o dossel e solo, analisando todos os estratos. Estudos de avaliação da biodiversidade, monitoramento ou caracterização das comunidades, avaliando mudanças nos habitats em decorrência de perturbações ambientais são essenciais para uma melhor compreensão das relações ecológicas nestes ambientes.

### Referências

- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Reviews entomology 36: 561-586.
- Ayres, M., M. Ayres Junior & A.S. Santos. 2003. Programa BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 290p.
- Baldissera, R., G. Ganade, A. D. Brescovit & S. M. Hartz. 2008. Landscape mosaic of *Araucaria* forest and forest monocultures influencing understorey spider assemblages in southern Brazil. Austral Ecology 33:45-54.

Bitencourt, A. L.V., H. Hasenack, J. Mauhs. 2004. Estudo do padrão atual da Floresta Ombrófila Mista e Campos em duas unidades de conservação e imediações: Floresta Nacional de São Francisco de Paula e Reserva Ecológica de Aracuri, RS. Anais da XI Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos. Porto Alegre: UFRGS. p.33.

Dias, L.E. 2001. Fortalecimento institucional de programas ambientais e recuperação de áreas degradadas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 22:5-9.

Elton, C.S. 1973. The structure of invertebrate populations inside neotropical rain forest. J. Anim. Ecol. 42: 55-103.

Ferreira, R. L. & M. M.G.S.M. Marques.1998. A Fauna de Artrópodes de Serrapilheira de Áreas de Monocultura com *Eucalyptus* sp. e Mata Secundária Heterogênea. An. Soc. Entomol. Brasil 27: 395-403.

Ganho, N. G. & R. C. Marinoni 2006. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelman, no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 23: 1159-1167.

Grimaldi, D. & Engel, M.S. 2005. Evolution of the Insects. New York, Cambridge University Press. 755p.

Hammond, P.M. 1994. Practical approaches to the estimation of the extent of biodiversity in speciose groups. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B 345:119-136

Harper, J.L. & D.L. Hawksworth, 1996. Preface. In: Hawksworth, D.L., ed. Biodiversity measurement and estimation. London: Chapman & Hall, p.5-12.

IBAMA. 2003. Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Florestas Nacionais. Chagas, A. L. G. *et al.* organizadores.- Brasília. 56 p.

Kneeshaw, D. D., A. Leduc, C. Messier, P. Drapeau, S. Gauthier, D. Paré, R. Carignan, R. Doucet, & L. Bouthillier. 2000. Development of integrated ecological standards of sustainable forest management at an operational scale. *For. Chron.*76: 481-493.

Laranjeiro, A.J. 2003. Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantação de eucalipto e áreas naturais de conservação. Universidade de São Paulo, Tese de doutorado.

Longino, J.T. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. *Biology International* 28:3-13.

Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard Junior & A.B. Rylands. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ, M.E., ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer Associates p.257-285.

Manly, B.F.J. 1997. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in Biology*. 2 ed. Chapman and Hall, London, UK.

Moreira, M. F. & R. A. Berdt. 2005. Sub-bosque em *Eucalyptus*: existe? *Revista Crea-RS* - Agosto.

Pillar, V. D. P. & L.Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation scienc:multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.

Pillar, V. D. 2006. MULTIV-Multivariate Exploratory Analysis, Randomization testing and Bootstrap Resampling: user's guide. Disponível em [www.ecoqua.ecologia.ufrgs.br](http://www.ecoqua.ecologia.ufrgs.br).

Russel, E.P. 1989. Enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environmental Entomology*, 18:590-599.

Schneider, P.R., D.A. Brena, C.A.G. Finger, S.J. Longhihoppe, J.M. Vinadé, L.F. Brum, E.T. Salomão & A.L.F. Soligo. 1989. Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: Santa Maria, RS. 215 pp.

Steffan-Dewenter I & T Tschardtke. 2002. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands – a mini review. *Biol. Conserv.* 104: 275-284.

Thomazini, M. J. & A. P. B. W. Thomazini 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Embrapa Acre. Documentos, 57. 21p.

Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (eds.) 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Belmont, Thomson Brooks/Cole, 7ed. 864p.

Valentin, J. L. 2000. Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Interciência, Rio de Janeiro, BR.

Wink, C., J.V.C. Guedes, C. K. Fagundes & A. P. Rovedder. 2005. Insetos Edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 4: 60-71.

Zanuncio, J.C., J.A. Mezzomo, R.N.C. Guedes & A.C. OLIVEIRA. 1998. Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 108:85-90.

#### 4. ARTIGO 2

Estrutura trófica da assembléia de Coleópteros de sub-bosque  
em diferentes fisionomias vegetais

Vera Regina Ribeiro Troian

Departamento de Ecologia – Instituto de Biociências – UFRGS

Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15007

CEP 91.501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

email: verinhatroian@gmail.com

Estrutura trófica da assembléia de Coleópteros de sub-bosque

em diferentes fisionomias vegetais

VERA R. RIBEIRO-TROIAN<sup>1</sup> E SANDRA M. HARTZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Ecologia de Populações e Comunidades, Depto. de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Avenida Bento Gonçalves, 9500 CP 15007 CEP:91501-970, Porto Alegre, RS

ABSTRACT- This study aimed to investigate the effects that the understory structure of different vegetal physiognomies may have upon a coleopteran assemblage. Four different forest environments were compared: Araucaria forest (FA), *Araucaria angustifolia* plantation (PA), *Pinus* spp. plantation and *Eucalyptus* spp. plantation (PE). In each vegetal physiognomy there were three areas with two sampling units of 25 m x 2 m each. The sampling was carried out using the beating sheet method, with a 1 m x 1 m canvas sheet, from September 2003 to August 2004. We investigated whether abundance, richness and composition of the coleopteran assemblage shifted according to the vegetal physiognomy. We also verified whether there is correlation between the trophic groups of the coleopteran assemblage and the vegetation physiognomies; and whether the habitat structure of each forest type was correlated to the trophic groups. The total sample comprised 1,222 individuals, which belonged to 34 families. The most abundant families were Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae and Nitidulidae. *Araucaria* and *Pinus* plantations had the greatest abundance of coleopterans. However, the greatest richness values were found in the *Eucalyptus* plantation and in the native forest. The composition of the coleopteran families presented differences among the vegetal physiognomies, except for *Eucalyptus* plantation and native forest. FA was correlated to herbivore coleopterans, whereas PP was correlated to detritivore and carnivore. Areas with predominance of shrubs and trees were correlated to herbivore coleopterans, whereas areas with predominance of liane and pteridophyte were correlated to detritivore and carnivore coleopterans.

Key-words: trophic groups, habitat structure, Araucaria forest, coleopterans assemblage.

RESUMO - O propósito deste estudo foi investigar os efeitos que a estrutura do sub-bosque de diferentes fisionomias vegetais pode exercer sobre a assembléia de coleópteros. Foram comparados quatro ambientes florestais distintos: áreas de floresta ombrófila mista nativa remanescente, plantações de *Araucaria angustifolia*, plantações de *Pinus* spp. e plantações de *Eucalyptus* spp.. Para cada fisionomia vegetal houve três áreas com duas unidades amostrais de 25m × 2m cada. As coletas foram realizadas com o método do guarda-chuva entomológico, medindo 1m × 1m, no período de setembro de 2003 a agosto de 2004. Investigamos se a abundância, a riqueza e a composição das famílias de coleópteros modificaram-se de acordo com a fisionomia vegetal. Também verificamos se existe relação entre os grupos tróficos da assembléia de coleópteros e as fisionomias vegetais e se a estrutura do habitat de cada tipo de floresta teve associação com os grupos tróficos. Foram coletados 1222 indivíduos correspondentes a 34 famílias de Coleoptera. As famílias mais abundantes foram Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae e Nitidulidae. As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* apresentaram as maiores abundâncias de coleópteros. Entretanto, os maiores valores de riqueza foram encontrados no plantio de *Eucalyptus* e na floresta nativa. A composição das famílias de Coleoptera apresentou diferenças entre as fisionomias vegetais, com exceção do plantio de *Eucalyptus* e a floresta nativa. FA apresentou associação com coleópteros herbívoros, enquanto PP associou-se com detritívoros e carnívoros. Áreas com predominância de arbustos e árvores associaram-se com coleópteros herbívoros, enquanto áreas com predominância de lianas e pteridófitas associaram-se com detritívoros e carnívoros.

PALAVRAS-CHAVE: grupos tróficos, estrutura de habitat, Floresta com *Araucaria*, assembléia de coleópteros.

## Introdução

A diversidade de insetos influencia a dinâmica dos ecossistemas por intermédio de numerosos mecanismos como decomposição da serrapilheira, polinização, supressão do crescimento de plantas e atuando como predadores, parasitos, herbívoros, detritívoros, entre outros (Seastedt & Crossley 1984; Ehrlich *et al.* 1980; Boer 1981; Rosenberg *et al.* 1986; Souza & Brown 1994; Schoereder 1997, Steffan-Dewenter & Tschardtke 2002).

Dentre os insetos, a ordem dos coleópteros é uma das mais ricas, possuindo em torno de 350.000 espécies conhecidas. Este grupo representa cerca de 30% de todas as espécies animais e 40% de todos os insetos descritos, com 175 famílias (Lawrence & Britton 1991). É usado e trabalhos ecológicos por ser um grupo de grande riqueza, ampla distribuição geográfica, além de abundante ao longo do ano e por ter representação em quase todos os grupos tróficos (Morris 1980; Marinoni & Dutra 1997; Didhan *et al.* 1998). As espécies destes insetos em que as larvas usam ambientes e alimentos diferentes dos indivíduos adultos são boas indicadoras da diversidade ambiental através de comunidades (Chung *et al.* 2000; Marinoni *et al.* 2003). Além da grande abundância, ocupam os mais diversos nichos ecológicos e apresentam uma grande diversidade de hábitos alimentares. Podem ser herbívoros, consumindo plantas ou partes delas; fungívoros, se alimentando de qualquer tipo e parte de fungos; detritívoros, comendo partículas que são produto da decomposição de células de tecidos animais ou vegetais; ou carnívoros; se alimentando de tecidos, células ou líquido interno de animal vivo ou recém-morto pela ação do próprio ingestor do alimento (Marinoni 2001).

A composição da fauna pode ser alterada pela complexidade do habitat (Lassau & Hochuli 2004). Nos ecossistemas florestais, o sub-bosque desempenha importante papel

no aumento desta complexidade, sendo que alguns autores usam medidas de densidade de estratos da vegetação para definir a complexidade do habitat. Esta complexidade pode ser influenciada pelo tipo de formação florestal, bem como pela alteração das paisagens.

A transformação de áreas nativas em áreas de plantio é uma das maiores alterações que os ecossistemas vêm sofrendo. A utilização de espécies arbóreas exóticas para fins econômicos, além de alterar a paisagem, modifica a estrutura da vegetação e do sub-bosque.

Nas áreas florestais e também nas reflorestadas, o sub-bosque desempenha importante papel para a manutenção das comunidades animais, e é o principal responsável pela existência de muitas espécies de aves, mamíferos, insetos e da microfauna do solo (Moreira & Berdt 2005). No estado do Rio Grande do Sul, a região dos Campos de Cima da Serra tem tido sua paisagem original modificada por esta prática, principalmente nas últimas décadas, com a utilização de plantações de *Pinus* spp. e de *Eucalyptus* spp.

Nosso estudo teve como objetivos avaliar a influência dos sub-bosques de diferentes fisionomias vegetais de uma Floresta Ombrófila Mista manejada sobre a assembléia de coleópteros deste sub-bosque; bem como verificar se a estrutura do habitat dessas fisionomias vegetais pode estar influenciando os padrões desta comunidade.

Propusemo-nos a responder as seguintes perguntas:

Existe diferença na abundância, na riqueza de famílias e na composição de coleópteros de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais?

Existe relação entre os grupos tróficos da assembléia de coleópteros e as fisionomias vegetais, e entre os grupos tróficos e a estrutura do habitat?

### **Material e Métodos**

Área de estudo. O estudo foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula – FLONA-SFP- uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável administrada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Esta é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas tendo como objetivos básicos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica com ênfase em métodos para exploração sustentável de recursos naturais (IBAMA 2003). A FLONA - SFP está situada na região nordeste do Rio Grande do Sul (29°25'22,4''S; 50°23'11,2''O), dentro da ecorregião da Floresta Ombrófila Mista, no município de São Francisco de Paula. Criada em 1945, abrange uma área de 1.606 ha, com altitudes superiores a 900 metros. Esta Unidade é parte da área abrangida pela Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, e é composta por um mosaico de áreas naturais de floresta ombrófila mista (36%), áreas reflorestadas com *Araucaria angustifolia*, *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (35%), além de trechos pequenos de banhados e campos nativos (Schneider *et al.* 1989; Bitencourt *et al.* 2004).

Coleta de dados. As coletas dos coleópteros foram realizadas em quatro diferentes fisionomias vegetais: plantações de *Pinus* spp. (PP), plantações de *Eucalyptus* spp.(PE), plantações de *Araucaria angustifolia* (PA) e áreas de floresta ombrófila nativa remanescente (floresta com *Araucaria*) (FA). Cada ambiente teve três réplicas, totalizando doze áreas de amostragem. Em cada área florestal foram delimitadas aleatoriamente duas unidades amostrais (parcelas) de 25m × 2m, uma à direita e outra à esquerda a partir de transecções principais de 100m de comprimento previamente

delimitadas (Fig.1). Os coleópteros de sub-bosque foram coletados entre 1m e 2,5m de altura com guarda-chuva entomológico de 1m x1m, onde todas as estruturas vegetais foram batidas (20 vezes) no interior de cada parcela. As coletas foram realizadas no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, abrangendo as quatro estações do ano.

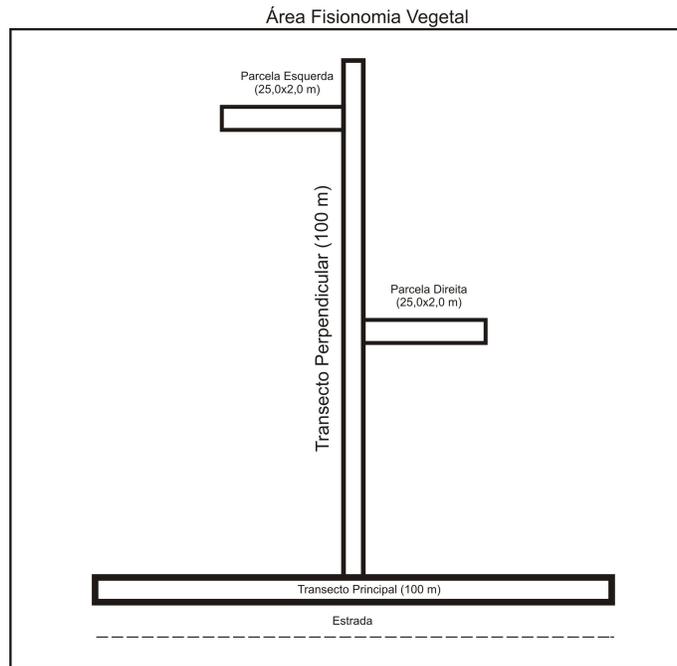


Fig.1: Desenho esquemático da área de amostragem, indicando as duas unidades amostrais (uma a direita e outra a esquerda da transecção) para avaliação da comunidade de insetos e de estrutura do sub-bosque na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

A estrutura vegetacional do sub-bosque foi amostrada segundo Baldissera *et al.* (2008). Nas estações de verão e inverno foi realizada a contagem do número de toques da vegetação em uma vara no intervalo de 1m e 2,5m de altura (as mesmas parcelas para coleta de insetos). Ao longo de cada unidade amostral foram tomadas 50 medidas de toques da vegetação, sendo feita uma classificação em árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas.

Após a coleta o material foi armazenado em potes contendo álcool 85%, classificado sob estereomicroscópio, e identificado até o nível taxonômico de família, de acordo com White (1983). A classificação trófica foi realizada segundo Marinoni *et al.* (2003) e White (1983).

Análise dos dados. As diferentes fisionomias florestais (FA, PA, PP e PE) foram comparadas quanto à abundância total de indivíduos e riqueza de famílias de Coleoptera através de ANOVA em blocos com teste de aleatorização (Pillar & Orlóci 1996). As diferentes estações de amostragens foram consideradas blocos a fim de remover sua influência na comparação entre as fisionomias. No caso da riqueza foram usados os resíduos de uma regressão linear na qual a variável dependente foi riqueza de famílias e a variável independente foi o número de indivíduos por família. Desta forma, o efeito da abundância sobre a riqueza foi controlado. Tanto os dados de abundância de indivíduos quanto os de riqueza foram transformados pelo  $\log(x+1)$ . Sempre que as ANOVA indicaram diferenças significativas entre os grupos, análises de contrastes foram feitas a fim de verificar quais grupos diferiram entre si (Pillar & Orlóci 1996). A significância dos contrastes foi avaliada através de aleatorização, de forma similar a ANOVA (Pillar & Orlóci 1996).

A variação na composição de famílias de Coleoptera nas diferentes fisionomias florestais foi analisada através de MANOVA em blocos com teste de aleatorização (Manly 1997). Nesta análise as estações também foram consideradas blocos.

A associação entre as famílias e as diferentes fisionomias vegetais foi analisada através de Análise de Correspondência, feita a partir de uma matriz **A**, contendo fisionomias florestais descritas pela composição média de famílias. A matriz **A** foi usada para agrupar famílias em diferentes grupos tróficos, gerando uma matriz **A<sub>T</sub>**

contendo a composição de grupos tróficos nas distintas fisionomias florestais, a qual foi submetida à Análise de Correspondência. Multiplicando a matriz  $A_T$  por uma matriz  $B$  transposta contendo fisionomias descritas por diferentes tipos de toques de vegetação, obteve-se a matriz  $C$  contendo a frequência de ocorrência dos diferentes grupos tróficos em diferentes frequências de toques de vegetação. Sobre a matriz  $C$  foi realizada também uma Análise de Correspondência. A estabilidade dos eixos da ordenação foi avaliada através de autorreamostragem *bootstrap* (Valentin 2000). As análises foram realizadas através do pacote estatístico MULTIV 2.4 (Pillar 2006).

Para verificar se as possíveis diferenças encontradas na abundância dos coleópteros entre as formações florestais (FA, PP, PE e PA) poderia ser um artifício da idade das áreas foram realizadas regressões analisando os resíduos das variáveis (Ayres *et al.* 2007). Foi utilizado o resíduo das variáveis resposta abundância e idade, separadamente, com a variável explicativa tipos de vegetação (em blocos). A idade das áreas utilizada seguiu Baldissera *et al.* (2008).

## Resultados

No total foram coletados 1222 indivíduos correspondentes a 34 famílias de Coleoptera. A frequência de ocorrência das famílias nas diferentes fisionomias florestais é mostrada na Fig. 1. As famílias mais abundantes foram Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae e Nitidulidae.

A abundância de indivíduos variou significativamente entre as áreas (ANOVA,  $P < 0.01$ ). Enquanto PA e PP apresentaram as maiores abundâncias de indivíduos e não diferiram entre si, FA e PE apresentaram os menores valores, e não diferiram entre si (Fig. 3a). Em relação à riqueza das famílias, também foi encontrado diferença

significativa entre as áreas ( $P = 0.09$ ), porém os maiores valores foram registrados nas áreas de PE e FA, enquanto os menores valores de riqueza foram encontrados em PA e PP (Fig. 3b).

A MANOVA comparando as composições de famílias de Coleoptera nas diferentes fisionomias indicou haver diferenças significativas entre as áreas (Tabela 1). Com exceção de FA e PE que não diferiram significativamente entre si, todas as outras comparações entre as fisionomias indicaram diferenças na composição das famílias. As famílias mais abundantes na área de plantação de *Pinus* foram Anthicidae, Anobiidae, Euglenidae, Cleridae, Nitidulidae, Ptilodactylidae, Lycidae, Scirtidae e Staphylinidae. Já na plantação de *Araucaria* as mais abundantes foram Eucnemidae, Erotylidae, Lampyridae e Scarabaeidae. As demais famílias (Anthribidae, Carabidae, Cerambycidae, Cucujidae, Melandryidae, Ptiliidae, Silvanidae, Colydiidae, Latridiidae, Cryptophagidae e Chrysomelidae) foram mais abundantes nas áreas de floresta com *Araucaria* e plantação de *Eucalyptus* (Fig. 4).

Estudos prévios indicaram haver uma diferença entre os diferentes toques de vegetação entre as áreas. Enquanto FA apresentou maior frequência de toques de vegetação arbórea do que as outras áreas, as plantações de *Pinus* e *Araucaria* apresentaram maior frequência de toques de lianas e arbustos. Já a plantação de *Eucalyptus* foi a única área a apresentar gramíneas (Ribeiro-Troian, 2008).

A Análise de Correspondência entre as fisionomias e os grupos tróficos de coleópteros apresentou dois eixos estáveis ( $P < 0.09$ , Fig. 5a), apesar de o segundo eixo representar apenas 1% da variação total. FA apresentou associação com coleópteros herbívoros, enquanto PP associou-se com detritívoros e carnívoros.

A Análise de Correspondência entre os diferentes tipos de toques na vegetação e os grupos tróficos também apresentou dois eixos estáveis ( $P = 0.03$ , Fig. 5b), apesar de o segundo eixo representar apenas 1% da variação total. Áreas com predominância de arbustos e árvores associaram-se com coleópteros herbívoros, enquanto áreas com predominância de lianas e pteridófitas associaram-se com detritívoros e carnívoros.

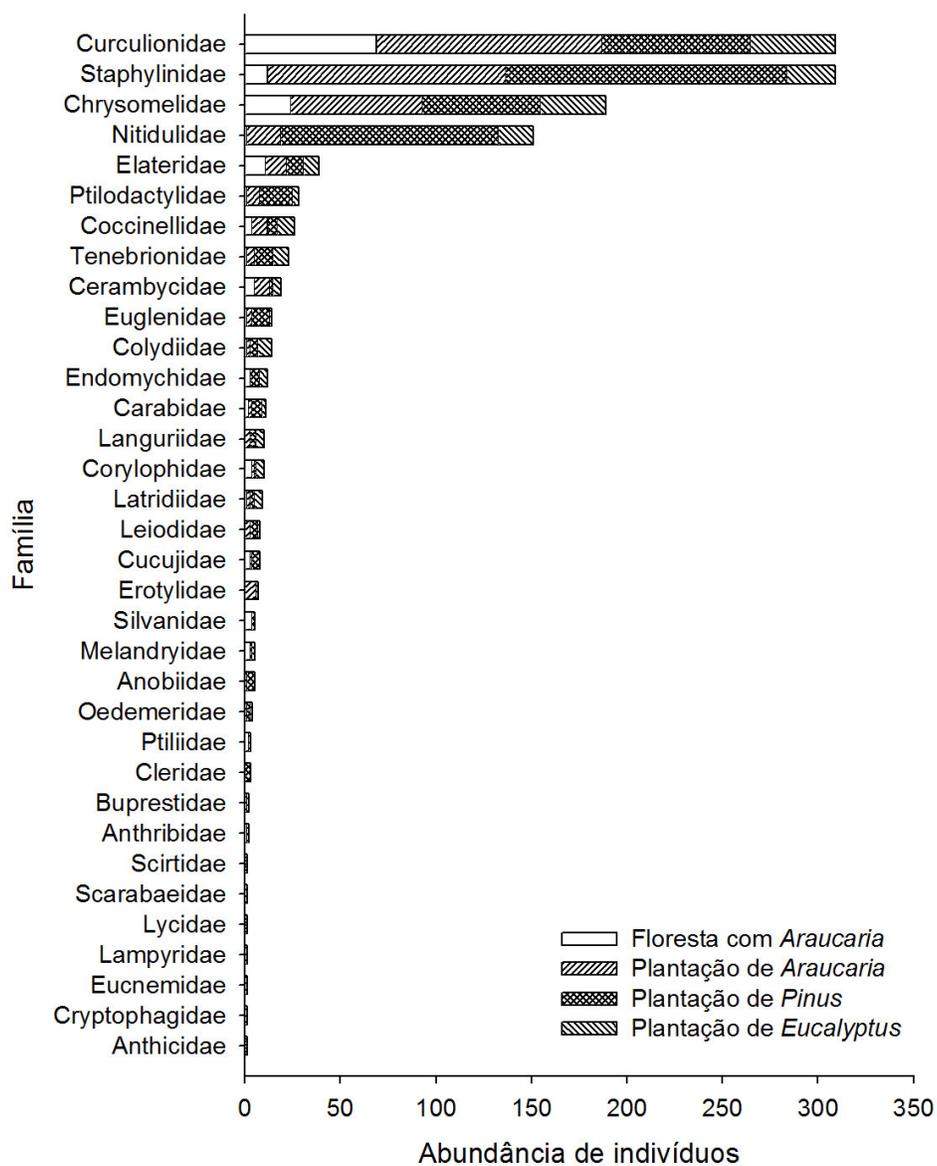
Não houve relação entre a idade dos talhões florestais e a abundância de coleópteros, e também entre a idade dos talhões e a composição trófica da assembléia de coleópteros ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando a composição de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações).

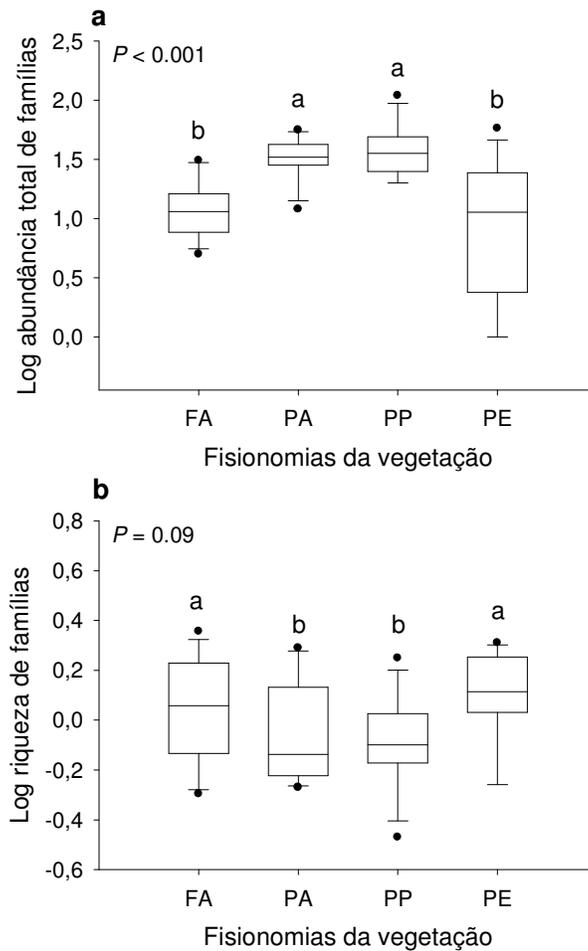
Fonte de variação	Soma de quadrados	<i>P</i>
Blocos (Estações)	0.743	
Entre grupos	1.448	< 0.001
Dentro de grupos	5.706	
Total	7.897	
Contrastes		
FA – PA	0.374	0.041
FA – PP	0.999	< 0.001
FA – PE	0.246	0.241
PA – PP	0.230	0.044
PA – PE	0.314	0.031
PP – PE	0.734	< 0.001

**Tabela 2.** MANOVA em blocos com teste de aleatorização comparando o número médio de toques de cinco tipos de vegetação (árvores, arbustos, lianas, pteridófitas e gramíneas) em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Valores de *P* gerados por aleatorização (10000 iterações).

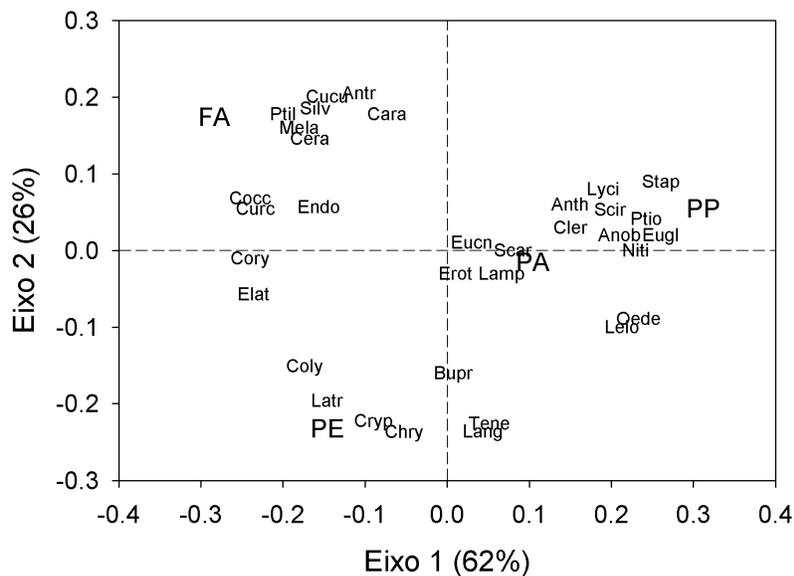
Fonte de variação	Soma de quadrados	<i>P</i>
Blocos (Estações)	2070.6	
Entre grupos	27147	< 0.001
Dentro de grupos	26782	
Total	56000	
Contrastes		
FA – PA	8140.5	0.004
FA – PP	17916	0.005
FA – PE	4154.5	0.012
PA – PP	4313.9	0.115
PA – PE	5652.8	0.060
PP – PE	14116	0.018



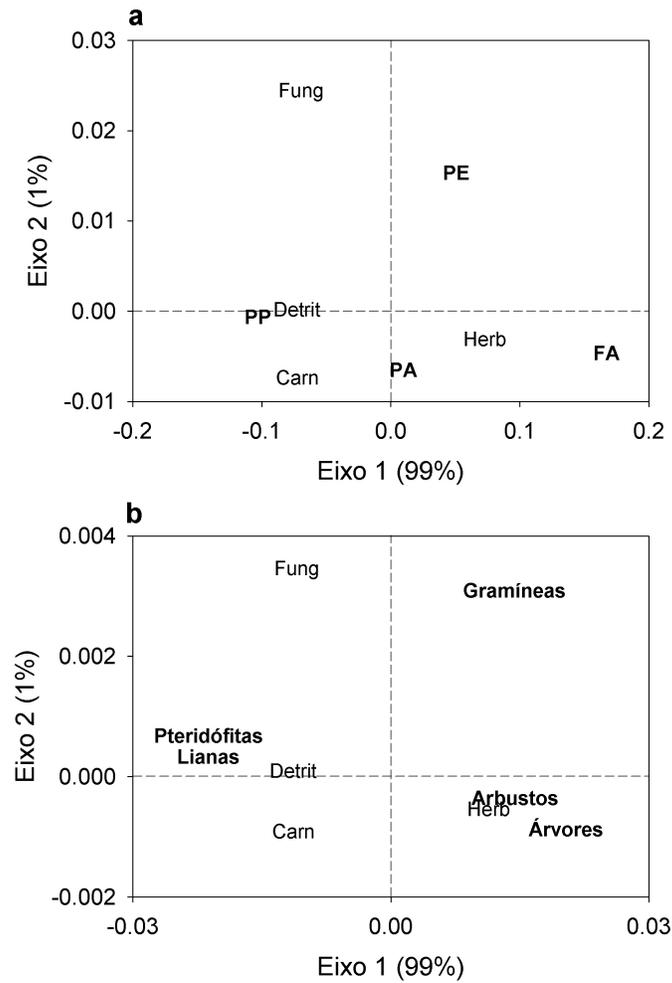
**Fig. 2.** Composição de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil.



**Fig. 3.** Box plots da abundância total de indivíduos (a) e riqueza de famílias de Coleoptera em diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Barras indicam medianas e 10°, 25°, 75° e 90° percentis, e círculos pretos representam *outliers*. Box plots com letras diferentes indicam variação significativa entre fisionomias ( $P < 0.1$ ). Valores de  $P$  gerados por aleatorização (10000 iterações).



**Fig. 4.** Análise de Correspondência mostrando a associação entre a composição de famílias de Coleoptera e diferentes fisionomias vegetais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Anob:Anobiidae; Anth:Anthicidae; Antr:Anthribidae; Bupr:Buprestidae; Cara:Carabidae; Cera:Cerambycidae; Chry:Chrysomelidae; Cler:Cleridae; Cocc:Coccinellidae; Coly:Colydiidae; Cory:Corylophidae; Cryp:Cryptophagidae; Curc:Curculionidae; Cucu:Cucujidae; Elat:Elateridae; Endo:Endomychidae; Erot:Erotylidae; Eucn:Eucnemidae; Eugl:Euglenidae; Lamp:Lampyridae; Lang:Languriidae; Latr:Latridiidae; Leio:Leiodidae; Lyci:Lycidae; Mela:Melandryidae; Niti:Nitidulidae; Oede:Oedemeridae; Ptil:Ptiliidae; Ptio:Ptilodactylidae; Scar:Scarabaeidae; Scir:Scirtidae; Silv:Silvanidae; Stap:Staphylinidae; Tene:Tenebrionidae.



**Fig. 5.** Análise de Correspondência de grupos tróficos em famílias de Coleoptera descritos por fisionomia florestal (**a**) e toques de vegetação (**b**) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, sul do Brasil. Autorreamostragem *bootstrap* indicou estabilidade de ambos os eixos de ordenação tanto em **a** quanto em **b** ( $P \leq 0.09$ ). FA: Floresta com *Araucaria*; PA: Plantação de *Araucaria*; PP: Plantação de *Pinus*; PE: Plantação de *Eucalyptus*. Carn: Carnívoros; Detrit: Detritívoros; Fung: Fungívoros; Herb: Herbívoros.

## Discussão

Os resultados encontrados no presente estudo indicaram haver uma variação na abundância, na riqueza e na composição de famílias de coleópteros entre as formações florestais. As áreas de floresta nativa com *Araucaria* e as áreas de plantação de *Eucalyptus* mostraram-se mais semelhantes na abundância, na riqueza e na composição de famílias de coleópteros. Diferentemente deste resultado, Merlim *et al.* (2006) encontraram um maior número de famílias de coleópteros em mata nativa com *Araucaria* em comparação com áreas manejadas, avaliando larvas de coleópteros de solo. Ganho & Marinoni (2006), em um estudo de assembléias de coleópteros analisadas com base na abundância e na riqueza das famílias em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista e plantação de *Pinus eliotti*, encontraram uma maior abundância na floresta natural, entretanto a riqueza foi maior num ponto de plantio de *Pinus*. Por outro lado, alguns estudos indicam casos de comunidades animais em plantações que são similares às das áreas naturais, como o encontrado neste estudo. Tal foi observado por Humphrey *et al.* (2000) avaliando comunidades de invertebrados e fungos na Inglaterra; Ganho & Marinoni (2005) e Marinoni & Ganho (2006), com besouros no estado do Paraná.

Neste estudo as famílias mais abundantes foram Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae e Nitidulidae. A família Curculionidae caracteriza-se por conter o maior número de espécies do Reino Animal. Possui 2432 espécies e 375 gêneros. Apresenta hábito herbívoro essencialmente, alimentando-se desde a raiz até as sementes de espécies vegetais de grupos botânicos superiores, incluindo folhas, pólen, flores e frutos em desenvolvimento. Os indivíduos pertencentes à Staphylinidae fazem parte de uma das maiores famílias de Coleoptera, apresentando os mais variados hábitos alimentares. As espécies são predominantemente carnívoras, mas há também detritívoras e

fungívoras. Estão entre os mais competentes voadores de todos os besouros. A família Chrysomelidae apresenta besouros que ocorrem na vegetação, alimentam-se de todas as partes das plantas vivas, da raiz à semente, tanto na fase adulta como na larval. A maior parte se alimenta de plantas específicas, sendo que as plantas hospedeiras de muitas espécies não são conhecidas. Nitidulidae é uma das famílias de Coleoptera que apresenta a maior variedade de hábitos alimentares. A maioria das espécies conhecidas é detritívora, comendo vegetais ou animais em decomposição. Existem também espécies fungívoras, carnívoras e herbívoras; e algumas são necrófagas ou predadoras de outros insetos. O hábito alimentar mais comum está relacionado a uma associação com fungos causadores de fermentação em vegetais em decomposição. Algumas espécies se encontram associadas a flores, alimentando-se de partes florais, néctar e pólen, ou somente visitantes das flores, sendo importantes polinizadoras. Entre as relacionadas a hábitos herbívoros estão as minadoras de folhas (Marinoni *et al.* 2003; White 1983). Ganho & Marinoni (2006) encontraram um resultado que corrobora em parte com este, em um estudo comparando áreas de floresta nativa com *Araucaria* e áreas de plantio de *Pinus*, sendo as famílias mais abundantes Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae e Nitidulidae.

As plantações de *Araucaria* e de *Pinus* apresentaram as maiores abundâncias de coleópteros; entretanto, os maiores valores de riqueza foram encontrados no plantio de *Eucalyptus* e na floresta nativa. Ferreira & Marques (1998) avaliaram a fauna de artrópodes de serrapilheira, comparando floresta nativa de Mata Atlântica e plantações de *Eucalyptus* e detectaram uma maior riqueza de morfotipos, maior diversidade e baixa similaridade na floresta nativa do que na plantação de *Eucalyptus*, o que não confere com os dados apresentados neste estudo. Já em relação às formigas, Marinho *et al.*

(2002) não encontraram diferença na riqueza entre áreas nativas e plantação de *Eucalyptus*, resultado este que corrobora os resultados do presente estudo.

A complexidade do habitat em florestas pode afetar a composição da fauna e locais de alta complexidade apresentam maior riqueza de espécies de coleópteros (Lassau *et al.* 2004). Segundo Neumann (1978), a ecologia e a sobrevivência das comunidades de coleópteros devem estar relacionadas com as plantas nativas que ocorrem no sub-bosque das florestas plantadas. Isso se deve ao fato de existir um banco de sementes de espécies nativas, que mantém a estrutura do sub-bosque bastante semelhante entre as florestas plantadas e a nativa. Este fato pode explicar a semelhança nos resultados de riqueza encontrados na floresta nativa e no plantio de *Eucalyptus*. Uma outra explicação poderia ser a proximidade entre as áreas de plantação de *Eucalyptus* e de floresta com *Araucaria* nativa. No presente estudo, as áreas de plantação de eucalipto localizaram-se relativamente próximas as de floresta com *Araucaria* nativa, o que possibilitaria aos animais de sub-bosque um deslocamento entre as áreas. Este fator poderia explicar a semelhança na riqueza entre as duas formações vegetais. Entretanto, este fator não foi avaliado no estudo. A estrutura do habitat (avaliada através dos toques da vegetação) poderia ser o fator mais importante na semelhança na riqueza, do que a proximidade das áreas. Outro fator, quase sempre esquecido, diz respeito à aptidão do solo, a qual poderia ser caracterizada pela formação vegetal nativa que existia no local antes de sua transformação em um reflorestamento com *Eucalyptus* (Moreira & Berdt.2005). A idade e densidade do povoamento também são pontos muito importantes no estabelecimento de sub-bosque, entretanto neste estudo não houve influência significativa da idade dos talhões na abundância de insetos, demonstrando que este grupo zoológico, pelo menos no estrato do sub-bosque, coloniza rapidamente estes ambientes.

A estrutura do habitat também poderia explicar a maior abundância de indivíduos nas plantações de *Araucaria* e de *Pinus*. Ambas as áreas possuem uma maior densidade no estrato do sub-bosque, tornando-as mais complexas e oferecendo uma maior quantidade de recursos aos besouros. Apesar de não termos encontrado diferenças significativas entre a idade das formações vegetais e a composição dos coleópteros, os talhões de *Pinus* são mais antigos do que os de *Eucalyptus*. A composição de espécies do sub-bosque poderia ser diferente entre as áreas, o que explicaria a diferença entre a floresta nativa e as plantações de *Pinus* e de *Araucaria*. Ou seja, os coleópteros poderiam estar respondendo a um tipo específico de espécie do sub-bosque e não apenas a estrutura. Entretanto, neste estudo não avaliamos a composição do sub-bosque, apenas a estrutura (arbórea, arbustiva, lianas, pteridófitas e gramíneas).

A associação de coleópteros detritívoros e carnívoros com o plantio de *Pinus* pode estar relacionada ao aumento da complexidade do habitat, sendo que a estrutura mais densa do sub-bosque destas áreas propicia um aparato que retém as folhas provenientes do dossel. O formato pontiagudo das acículas do *Pinus* também auxilia para que elas fiquem presas na vegetação do sub-bosque, caracterizada pela predominância de lianas e pteridófitas. Este material orgânico acumulado neste estrato decompõe-se, e disponibiliza recursos para os detritívoros ali se estabelecerem. Um aumento na densidade de detritívoros pode causar o aumento do número de coleópteros carnívoros que deles se alimentam.

Além dos coleópteros carnívoros, outros predadores podem se estabelecer neste contexto. Baldissera *et al.* (2008) encontrou uma maior abundância de aranhas, que são predadores de insetos, em plantios de *Pinus* nesta mesma área. O aumento da disponibilidade de recursos no sub-bosque das florestas plantadas, devido ao manejo de

corte seletivo empregado, pode acarretar uma alteração nas relações tróficas, com a disponibilidade de um maior número de presas atraindo mais predadores.

Nossos resultados demonstraram que o tipo florestal e a estrutura vegetacional influenciaram a assembléia de coleópteros de sub-bosque. Porém, a maior abundância de indivíduos nas fisionomias plantadas não deve ser analisada unicamente no estrato do sub-bosque, sendo necessário incluir nesta avaliação o dossel e solo, analisando todos os estratos. Estudos de avaliação da biodiversidade, monitoramento ou caracterização das comunidades, avaliando mudanças nos habitats em decorrência de perturbações ambientais são essenciais para uma melhor compreensão das relações ecológicas nestes ambientes.

### Referências

- Ayres, M., M. Ayres Junior & A.S. Santos. 2003. Programa BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 290p.
- Baldissera, R., G. Ganade, A. D. Brescovit & S. M. Hartz. 2008. Landscape mosaic of *Araucaria* forest and forest monocultures influencing understorey spider assemblages in southern Brazil. *Austral Ecology* 33:45-54.
- Bitencourt, A. L.V., H. Hasenack, J. Mauhs. 2004. Estudo do padrão atual da Floresta Ombrófila Mista e Campos em duas unidades de conservação e imediações: Floresta Nacional de São Francisco de Paula e Reserva Ecológica de Aracuri, RS. Anais da XI Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos. Porto Alegre: UFRGS. p.33.
- Boer, P.J.1981. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia*, 50: 39-53.

Chung, A.Y.C., P. Eggleton, M.R. Speight, P.M. Hammond & V.K. Chey. 2000. The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. *Bulletin of Entomological Research*, Farnham Royal, 90: 475-496.

Ferreira, R. L. & M. M.G.S.M. Marques.1998. A Fauna de Artrópodes de Serrapilheira de Áreas de Monocultura com *Eucalyptus* sp. e Mata Secundária Heterogênea. *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 395-403.

Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia* 49: 535–543.

Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2006. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelmann, no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 1159–1167.

Didham, R.K., J. Ghazoul, N.E.Stork & A.J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree* 11: 255-260.

Ehrlich, P.R., D.D. Murphy, M.C. Singer, C.B. Sherwood, R.R.White & I.L.Brown.1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought. *Oecologia*,46:101-105.

Humphrey, J.W., A.C. Newton, A.J. Peace, E. Holden. 2000. The importance of conifers plantations in northern Britain as a habitat for native fungi. *Biological Conservation*, Essex, 96: 241-252.

Lassau, S. A. & D. F. Hochuli 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages *Ecography* 27: 157- 164.

Lawrence, J. F. & E. B. Britton. 1991. The Insects of Australia. Coleoptera (Beetles). In: CSIRO Division of Entomology (ed.). Carlton, Melbourne University Press, 2 ed., v.2, p.543-683.

Manly, B.F.J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in Biology. 2 ed. Chapman and Hall, London, UK.

Marinho, C. G.S., R. Zanetti, J. H.C. Delabie, M. N. Schlindwein & L. S. Ramos. 2002. Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. Neotropical Entomology 31:187-195.

Marinoni, R. C. & R. R. C. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. Revista Brasileira de Zoologia 14: 751–770.

Marinoni, R. C. 2001. Os grupos tróficos em Coleoptera. Revista Brasileira de Zoologia 18: 205–224.

Marinoni, R. C., N.G.Ganho, M.L. Monné & J. R.M. Mermudes. 2003. Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). Ribeirão Preto, Holos, 63p.

Marinoni, R. C. & N.G.Ganho. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. Revista Brasileira de Entomologia 50: 64-71.

Merlim, A.O., A.M.Aquino, E.J.B.N.Cardoso. 2006. Larvas de Coleoptera em ecossistemas de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. Ciência Rural 36:1303-1306.

Moreira, M. F. & R. A. Berdt. 2005. Sub-bosque em *Eucalyptus*: existe? Revista Crea-RS - Agosto.

Morris, M. G. 1980. Insects and the environment in the United Kingdom. Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma.p. 203–235.

NEUMANN, F.G. 1978.Insect populations in eucalypt and pine forests in Northeastern Victoria. Australian Forestry Research,8:13-24.

Noss, R.F.1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology, 4:355-364.

Pearson, D.L., Cassola, F. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. Conservation Biology, 6:376-391.

Pillar, V. D. P. & L.Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science:multifactor comparisons of relevé groups. Journal of Vegetation Science 7: 585-592.

Pillar, V. D. 2006. MULTIV-Multivariate Exploratory Analysis, Randomization testing and Bootstrap Resampling: user's guide. Disponível em [www.ecoqua.ecologia.ufrgs.br](http://www.ecoqua.ecologia.ufrgs.br).

Ribeiro-Troian, V.R. 2008. Efeitos da estrutura do habitat e de diferentes fisionomias vegetais sobre a comunidade de insetos de sub-bosque. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertacao de Mestrado.

Rosemberg, D.M., H.V. Danks & D.M. Lehmkuhl. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. Environmental Management, 10:773-783.

Seastedt, T.R. & D.A. Crossley. 1984.The influence of arthropods on ecosystems. Bioscience, 34:157-161.

Steffan-Dewenter I & T Tschardtke. 2002. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands – a mini review. Biol. Conserv. 104: 275-284.

Schneider, P.R., D.A. Brena, C.A.G. Finger, S.J. Longhihoppe, J.M. Vinadé, L.F. Brum, E.T. Salomão & A.L.F. Soligo. 1989. Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: Santa Maria, RS. 215 pp.

Schoereder, J.H. 1997. Comunidades de formigas: bioindicadores do estresse ambiental em sistemas naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16. Salvador, BA. Resumos.Salvador: SEB/EMBRAPA-CNPMF p.233.

Souza, O.F.F. & V.K. Brown. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10:197-206.

Valentin, J. L. 2000. Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Interciência, Rio de Janeiro, BR.

White, R. E. 1983. A Field Guide to the Beetles of North America. Boston, Houghton Mifflin. 368p.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi detectado neste estudo que a estrutura do sub-bosque dos quatro diferentes tipos florestais investigados influenciou as comunidades de insetos. Constatamos também que a prática do manejo em dois destes ambientes florestais (plantio de *Araucaria* e de *Pinus*) altera tanto a estrutura da comunidade de insetos em geral quanto a assembléia dos coleópteros.

A floresta com *Araucaria* e a plantação de *Eucalyptus* (PE) apresentaram maiores semelhanças entre si, e as plantações de *Araucaria* e de *Pinus* foram mais semelhantes na abundância de indivíduos de insetos e de coleópteros. Este resultado pode ser explicado devido, provavelmente, a uma maior diversidade e quantidade de estruturas de sub-bosque e conseqüente maior produção de recursos.

A fauna de Coleoptera apresentou uma diversidade de composição de famílias que mostra ser um táxon sensível às alterações ambientais em pequena escala espacial, característica importante para ser um indicador de condições ambientais em áreas florestadas. A detritivoria e a carnivorina foram mais associadas às plantações, enquanto que a herbivoria esteve associada à floresta nativa.

Há uma necessidade de uma maior atenção para o estudo de paisagens modificadas pela ação do homem, que são situações cada vez mais comuns em todas as regiões do estado do Rio Grande do Sul, em especial na Região dos Campos de Cima da Serra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Reviews entomology* 36: 561-586.

Bracelpa Associação Brasileira de Celulose e papel .2005. Relatório estatístico florestal

Didham, R.K., J. Ghazoul, N.E.Stork & A.J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree* 11: 255-260.

Grimaldi, D. & Engel, M.S. 2005. *Evolution of the Insects*. New York, Cambridge University Press. 755p.

Filho, E.B. 1995. Cupins e florestas. In: Filho, E.B. & Fontes, L.R. (Org.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ, p.127-140.

IBAMA. 2003. Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Florestas Nacionais. Ana Lúcia das Graças Chagas *et al.* organizadores.- Brasília. 56 p.

Kneeshaw, D. D., A. Leduc, C. Messier, P. Drapeau, S. Gauthier, D. Paré, R. Carignan, R. Doucet, & L. Bouthillier. 2000. Development of integrated ecological standards of sustainable forest management at an operational scale. *For. Chron.*76: 481-493.

Lawrence, J. F. & E. B. Britton. 1991. The Insects of Australia. Coleoptera (Beetles). *In: CSIRO Division of Entomology* (ed.). Carlton, Melbourne University Press, 2 ed., v.2, p.543-683.

Lawton, J.H.1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species associated with British plants. *Nature* 265:137-140.

Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, D. S. Srivastava & A. D.Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 39: 72-76.

Lewinsohn, T.M., A.V. L. Freitas, P.I. Prado. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade* 1: 62-69.

Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Publishing Company, 256p.

Marinoni, R. C. & R. R. C. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. *Diversidades alfa e beta*. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 751–770.

Marinoni, R. C., N.G.Ganho, M.L. Monné & J. R.M. Mermudes. 2003. Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). *Ribeirão Preto, Holos*, 63p.

Moreno, C. E. & G. Halffter. 2001. Spatial and temporal analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10: 367–382.

Morris, M. G. 1980. *Insects and the environment in the United Kingdom*. Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma.p. 203–235.

Schneider, P.R., D.A. Brena, C.A.G. Finger, S.J. Longhi, J.M. Hoppe, L.F. Vinadé, E.T. Brum, A.L.F. Salomão & A. Soligo. 1989. *Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: Santa Maria, RS. 215 pp.

Sociedade Brasileira de Silvicultura. Dezembro de 2007. *Fatos e Números do Brasil Florestal*.

Stranz, A. 2003. *Análise histórica da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (1965-2000): a utilização do sistema de informação geográfica como ferramenta para o monitoramento ambiental*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Trabalho de Conclusão de Curso.

Teixeira, I.F. 2005. *Estudo da paisagem da Floresta Nacional de São Francisco de Paula,RS,Brasil*. Tese de Doutorado.Universidade Federal de Santa Maria.

Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (eds.) 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Belmont, Thomson Brooks/Cole, 7ed. 864p.

Wink, C., J.V.C. Guedes, C. K. Fagundes & A. P. Rovedder. 2005. Insetos Edáficos como indicadores da qualidade ambiental. Revista de Ciências Agroveterinárias 4: 60-71.