

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DIVERSIDADE DE INSETOS PREDADORES EM POMARES CÍTRICOS  
ORGÂNICOS E AGROFLORESTAIS NO VALE DO CAÍ, RS

Ricardo Vieira Dalbem  
Biólogo (UFRGS)

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Ênfase Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil  
Agosto de 2010

## **FOLHA HOMOLOGAÇÃO**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Renato e Marli, pelo apoio durante o curso biologia, de mestrado e pelas “nossas terras”; mais uma vez à minha mãe, pelo encorajamento no trabalho; à minha namorada Lidiane Fernandes da Luz, pelo carinho, apoio e auxílio em muitas abafadas saídas a campo; aos amigos Alexandre Matusiak, Marília Barros, Clarissa Hassdenteufel (Cissa), Rafael Angrizani (Pastor), Lauren Petternon, Marília Cerciná, Felipe Kislowski (Zéguela) pelo auxílio nas saídas a campo; mais uma vez à Cissa, pelo suporte estatístico; às estudantes de Agronomia Janaína Sampaio e Maria Carolina Fagundes Daniel pelo auxílio na identificação dos insetos; aos professores Luiza Redaelli, Josué Sant’ana e Simone Mundstock Jahnke, pelo apoio entomológico; aos pesquisadores Luciano Moura, Aline Barcellos, Laura Menzel, Adriano Cavalleri e Luciana Weiler, pela identificação dos coleópteros, reduvídeos e nabídeos, formicídeos, tisanópteros, e demais hemípteros, respectivamente; à galera do UVAIA, pela fé na Agroecologia e ótimos momentos na Faculdade de Agronomia; à galera da biologia, pela eterna curtição; aos agricultores Inácio Rohr, Rudi Lottermann, João Kranz e Luiz Laux, por gentilmente cederem suas propriedades para este estudo, e pelo seu trabalho por uma agricultura sustentável; ao meu orientador Fábio Kessler Dal Soglio, pela orientação, encorajamento e fé na Agroecologia; ao CNPq, pela bolsa concedida; ao setor de transporte da UFRGS; ao RU; muito obrigado!

# DIVERSIDADE DE INSETOS PREDADORES EM POMARES CÍTRICOS ORGÂNICOS E AGROFLORESTAIS NO VALE DO CAÍ, RS<sup>1</sup>

Autor: Ricardo Vieira Dalbem

Orientador: Fábio Kessler Dal Soglio

## RESUMO

A biodiversidade tem papel importante no manejo das pragas dos agroecossistemas. Os sistemas de produção orgânico e agroflorestal representam técnicas de manejo que podem contribuir para o estabelecimento de uma maior diversidade, inclusive de organismos benéficos. Dentre estes, destacam-se os insetos predadores, que tem potencial para realizar o controle biológico natural de pragas. Este trabalho teve como objetivo amostrar a diversidade de insetos predadores e verificar se o manejo agroflorestal propicia uma maior diversidade deste grupo em comparação com o manejo orgânico tradicional. Foram realizadas amostragens mensais com uso de guarda-chuva japonês e rede de varredura, ao longo de doze meses, em quatro pomares cítricos em propriedades localizadas no Vale do Caí, duas com manejo agroflorestal e duas com manejo orgânico. Ao todo foram coletados 502 insetos predadores de 43 espécies, distribuídos em cinco ordens e nove famílias. O grupo mais rico foi Coccinelidae (Coleoptera), amostrado majoritariamente nas árvores de citros com o guarda-chuva japonês, enquanto que o mais abundante foi Formicidae (Hymenoptera), amostrado principalmente na vegetação espontânea com a rede de varredura. Os métodos de amostragem se complementam na amostragem da entomofauna presente nos agroecossistemas. Os estimadores de riqueza mostraram que não foi atingida a suficiência amostral. A distribuição de abundância seguiu o padrão para artrópodos em regiões tropicais, com muitas espécies raras. Os pomares agroflorestais tiveram índices de diversidade maiores que os pomares orgânicos. Os pomares com manejo agroflorestal foram mais ricos que os com manejo orgânico, quando a riqueza foi analisada contra a abundância. A composição da fauna foi distinta entre os pomares, mas não entre as estações. Os resultados mostram que o manejo agroflorestal estimula o estabelecimento de uma maior diversidade de insetos predadores. A diversidade estrutural e florística do pomar é importante, assim como as plantas espontâneas e a vegetação do entorno parecem ser reservatórios importantes para estes organismos.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (73 p.) Agosto, 2010.

# DIVERSITY OF PREDATOR INSECTS IN ORGANIC AND AGROFORESTRY CITRIC ORCHARDS IN THE CAÍ VALLEY, RS<sup>1</sup>

Author: Ricardo Vieira Dalbem

Advisor: Fábio Kessler Dal Soglio

## ABSTRACT

Biodiversity has an important role in the management of pests in agroecosystems. The organic and agroforestry production systems represent management techniques which can contribute to the establishment of a greater diversity, including that of beneficial organisms. Among these, are the predator insects, with potential to the natural biological control of pests. This work aimed to sample the diversity of predator insects and verify if the agroforestry management favors a greater diversity of this group in comparison to the traditional organic management. Monthly samples were done with the use of the beating and sweeping net methods, during twelve (12) months, in four citric orchards in properties situated at the Caí Valley, two with agroforestry management and two with organic management. Overall, 502 predator insects, belonging to 43 species were collected, distributed in five orders and nine families. The richest group was Coccinellidae (Coleoptera), sampled mostly on the citrus trees with the beating method, while the most abundant one was Formicidae (Hymenoptera), sampled mostly in the spontaneous vegetation with the sweeping net method. The sampling methods complement each other in the sampling of the entomofauna present in the agroecosystems. The richness estimators showed that sampling sufficiency was not achieved. The abundance distribution followed the pattern found for arthropods in tropical regions, with a lot of rare species. The agroforestry orchards had higher diversity indexes than the organic orchards. The agroforestry managed orchards were richer than the organic managed ones, when richness was plotted against abundance. The faunal composition was distinct between the orchards, but not among the seasons. Results show that the agroforestry management stimulates the establishment of a higher diversity of predator insects. The orchard structural and floristic diversity is important, as the spontaneous plants and the surrounding vegetation seems to be important reservoirs for these organisms.

---

<sup>1</sup>Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (73 p.) August, 2010.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1 Agroecologia .....	6
2.2 Sistemas de produção orgânicos .....	7
2.3 Sistemas agroflorestais.....	8
2.4 Biodiversidade .....	9
2.5 Biodiversidade em agroecossistemas.....	10
2.6 Controle biológico natural .....	12
2.7 Predação .....	14
2.8 Insetos predadores em agroecossistemas .....	15
2.9 Índices de biodiversidade.....	17
2.10 Citros: características da cultura e sua importância .....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Localização e caracterização dos pomares.....	19
3.2 Coleta e identificação dos insetos .....	21
3.3 Análise dos dados.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1 Caracterização dos grupos de predadores coletados .....	26
4.2 Comparação entre os métodos de amostragem .....	34
4.3 Curva do coletor e suficiência amostral .....	36
4.4 Distribuição de abundância .....	39
4.5 Índices de diversidade entre pomares .....	41
4.6 Sazonalidade .....	46
4.7 Similaridade entre pomares e estações.....	48
5. CONCLUSÕES .....	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
8. APÊNDICES .....	60

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1 Abundância e riqueza de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	27
2 Abundância e riqueza de insetos predadores coletados com guarda-chuva japonês e rede de varredura em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	35
3 Índices de diversidade de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	41
4 Índices de diversidade de insetos predadores coletados por estação em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	46

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1	Croquis esquemáticos dos quatro pomares nos quais foram coletados insetos predadores nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. Os números com um círculo ao redor representam os talhões onde foram feitas as amostragens. (a) SAF 1; (b) SAF 2; (c) ORG 1; (d) ORG 2.....	22
2	Curvas de rarefação de insetos coletados em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	37
3	Riqueza (Sobs - Mao Tau) $\pm$ EP de insetos predadores coletados em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	37
4	Estimadores da riqueza de espécies de insetos coletados em em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. (a) Bootstrap; (b) Jackknife 1st order.....	38
5	Curva de distribuição de abundância de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. (a) Abundância de insetos predadores excluindo-se Formicidae (Hymenoptera). (b) Abundância de insetos predadores pertencentes a Formicidae.....	40
6	Rarefação baseada em indivíduos de insetos predadores coletados em dois sistemas de manejo de cultivos de citros nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009. As linhas pontilhadas acima e abaixo de cada curva correspondem ao erro padrão.....	44
7	Riqueza de espécies de famílias de insetos predadores em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	45



8	Riqueza por abundância coletada de insetos predadores por estação em quatro pomares de citros nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009.....	47
9	Gráfico nMDS ( <i>non-metric multidimensional scaling</i> ) de espécies de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009, com o índice de similaridade de Chao Jaccard (INV – inverno; PRI – primavera; VER – verão; OUT – outono).....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, o aumento da população humana pressiona os ecossistemas naturais, que são convertidos rapidamente em áreas para agricultura e pecuária, para produção de, por exemplo, alimentos, fibras e combustível. Apesar deste processo já ocorrer há cerca de 10.000 anos, nas últimas décadas é observada uma grande aceleração do processo, tanto pela explosão demográfica ocasionada pela maior disponibilidade de alimentos e avanços da medicina, como pelo aumento do padrão de consumo médio da humanidade.

A destruição dos habitats originais ocasiona extinções de espécies em níveis local, regional e global; além de alterações nos fluxos de energia e nutrientes e padrões ecológicos. Entretanto, devemos considerar que os variados métodos empregados para a agricultura e pecuária diferem muito em seu impacto no ecossistema: alguns requerem uma conversão parcial da vegetação original e/ou em pequena escala da paisagem, enquanto outros o modificam totalmente. Nas últimas décadas, a modernização agrícola implementada em boa parte do mundo, baseada em variedades de alta produtividade, grandes quantidades de insumos externos na forma de agrotóxicos e adubação química, além de maquinário pesado movido a combustíveis fósseis, transformou de forma aguda a paisagem agrícola, pois requer vastas áreas homogêneas para sua operação e sucesso, caracterizando-se como um processo industrial, no qual as plantas são encaradas como

fábricas em miniatura e o objetivo é maximizar a produção e os lucros. Nesse processo, vastas áreas naturais foram – e continuam sendo, diariamente – perdidas. O ritmo de extinções é alarmante e a continuidade dos processos ecológicos - base da vida e da agricultura - está ameaçada. O fato de que as condições necessárias para sustentar a produção estão sendo erodidas fica cada vez mais evidente (Gliessman, 2005). Entre as evidências disponíveis podemos citar a degradação do solo, desperdício e uso exagerado da água, poluição do ambiente e perda da biodiversidade em todos os níveis.

Diamond (2005), em uma extensa pesquisa histórica com enfoque ecológico, demonstra que muitas sociedades antigas e modernas entraram em colapso pelo dano ecológico não-intencional que causaram ao seu ambiente. Estamos seguindo para o mesmo caminho, com a vantagem de termos tecnologia e possibilidade de aprender com os erros do passado; entretanto, temos como desvantagens a imensa população humana, mau uso da tecnologia e o risco de um colapso a nível global, dada o profundo nível de interdependência econômica da humanidade no alvorecer do século XXI.

Como uma alternativa para reverter esta tendência está a adoção de métodos de agricultura menos impactantes. Neste contexto, surge a Agroecologia como uma ciência e prática que utiliza aspectos de conservação de recursos da agricultura tradicional local e, ao mesmo tempo, explora conhecimentos e métodos ecológicos modernos, visando desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável (Gliessman, 2005). Sua base é formada pelos princípios e métodos ecológicos, aplicados a um agroecossistema produtivo.

Entre os sistemas de produção empregados pela agricultura de base ecológica estão os sistemas orgânicos, os quais são manejados sem a utilização de agrotóxicos e adubação

química. Num próximo nível de complexidade, estão os sistemas agroflorestais (SAFs) que, além de incorporarem o manejo orgânico, são sistemas de uso da terra nos quais espécies perenes lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras, bambus) são intencionalmente utilizadas e manejadas no espaço e no tempo, em associação com cultivos agrícolas e/ou animais. Um determinado consórcio pode ser chamado de “agroflorestal” na condição de ter, entre as espécies componentes do consórcio, pelo menos uma espécie florestal (MDA/PRONAF, 2007). Embora existam diversos tipos de SAFs, incluindo ampla faixa de números de espécies utilizadas, desenhos e manejos, a biodiversidade envolvida nestes sistemas de produção é sempre maior que a existente nas monoculturas (Silva, 2002). Além de preservar uma parcela da biodiversidade, tais sistemas propiciam uma auto-regulação dinâmica de seus processos: ciclagem de nutrientes, produção de matéria orgânica, complementaridade de nichos ecológicos e controle natural de pragas e patógenos.

Altieri (1999) afirma que em nenhum outro tópico as conseqüências da redução da biodiversidade são mais evidentes do que no manejo das pragas da agricultura. A piora da maioria dos problemas com insetos-praga está cada vez mais ligada à expansão das monoculturas e ao uso de agrotóxicos, diminuindo a diversidade local de habitats dentro e ao redor dos cultivos. A maior diversidade vegetal pode reforçar o controle natural de pragas e patógenos, uma vez que serve como habitat alternativo importante para alimentação, propagação e proteção de uma ampla gama de agentes naturais de controle biológico. Somado a isso, a renúncia ao uso de agrotóxicos permite o estabelecimento dessas populações, que seriam eliminadas do agroecossistema como um efeito colateral da aplicação destes insumos.

Entre os agentes de controle biológico natural de certas pragas, estão animais predadores como aves, morcegos, aranhas e insetos. Como exemplos destes últimos, podem ser citados coccinelídeos, estafilínídeos, carabídeos, reduvídeos e formicídeos. Os predadores invariavelmente matam suas presas e as consomem, removendo-as da população de presas (Ricklefs, 2001). A predação é importante para regular a distribuição e a abundância, tanto dos predadores como das presas; normalmente se observam ciclos populacionais, com oscilações nas diferentes populações, mantendo-se um equilíbrio dinâmico. Logo, tais interações evitam com que uma determinada população aumente excessivamente em número. Aplicada a um agroecossistema, tal propriedade pode evitar o crescimento descontrolado de populações de espécies indesejadas causadoras de estragos às culturas.

Na região do Vale do Caí, diversos agricultores vinculados à Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (Ecocitrus) tem adotado o sistema de produção orgânico de cítricos. Desde 2000, em parceria com a EMATER/RS e a UFRGS, tem sido realizados diversos trabalhos, utilizando o método de pesquisa participativa, na qual os agricultores tomam as decisões em conjunto com os pesquisadores e contribuem com suas opiniões e saberes sobre os resultados obtidos. Nos municípios de Tupandi e de Montenegro, RS, foram estabelecidas unidades de produção de citros em SAF, na forma de árvores nativas formando um estrato superior, pouco denso, cujas plantas cresceram por entre as árvores cítricas.

A presença de sistemas de manejo diferenciados na região permite que sejam realizadas amostragens visando comparar a diversidade de insetos predadores existentes em cada uma delas. É esperada uma maior diversidade biológica nos pomares agroflorestais em relação aos pomares orgânicos.

Para verificar tal hipótese, este estudo visa buscar informações sobre a diversidade da guilda de insetos predadores existentes nos agroecossistemas onde os cítricos são a espécie principal e verificar o efeito de diferentes formas de manejo (orgânico tradicional e SAF) sobre este grupo. Pretende-se gerar dados para verificar a validade do manejo agroflorestal e ecológico para a conservação da diversidade e controle biológico natural, dentro de uma unidade produtiva.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Agroecologia**

A Agroecologia surge como uma ciência que aplica a ecologia dentro da agricultura. É o estudo das interações entre plantas, animais, humanos e o ambiente dentro de sistemas agrícolas. A maioria dos autores a considera uma disciplina de integração, entre elementos da agronomia, ecologia, sociologia e economia (Dalgaard *et al.*, 2003).

A chamada versão “dura” busca estabelecer as ligações esquecidas durante as últimas décadas, que visaram sempre à maximização da produção e do lucro, para um entendimento dos mecanismos que ligam os custos (perdas de nutrientes, perda de biodiversidade e degradação da paisagem) com seus benefícios (produção, geração de riqueza e manutenção da paisagem). Esta é a visão enfocada por Gliessman (2005), que a define como “a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis”.

Já a chamada versão “suave” inclui estes elementos, porém também considera o papel dos humanos e da sociedade. Como exemplo desta versão, pode ser citada a definição de Agroecologia de Guzman *et al.* (1996): “o manejo ecológico dos recursos naturais que, incorporando uma ação social coletiva de caráter participativo, permita o desenho de métodos de desenvolvimento sustentável”

Dentre alguns métodos enfatizados pela agroecologia, podemos destacar a conversão de sistemas convencionais para sistemas orgânicos, e, num próximo nível, a implementação de sistemas agroflorestais.

## **2.2 Sistemas de produção orgânicos**

Numa definição mais estrita, os sistemas orgânicos podem ser classificados como aqueles nos quais os produtos e práticas baseados no uso intensivo de recursos e degradadores do ambiente são substituídos por outros mais benignos. Como exemplos destas substituições, podemos citar o uso de cultivos de cobertura fixadores de nitrogênio em substituição aos fertilizantes nitrogenados sintéticos, o uso do controle biológico ao invés do controle químico, e a mudança para o cultivo mínimo (Gliessman, 2005).

À medida que o uso de agroquímicos sintéticos é reduzido ou eliminado e os nutrientes e biomassa são reciclados dentro do sistema, a estrutura e função do agroecossistema também mudam. Uma variedade de processos e relações é transformada, começando com aspectos da estrutura básica do solo, seu conteúdo de matéria orgânica e a diversidade e atividade da biota do solo. Posteriormente, mudanças de maior porte também acontecem na atividade e nas relações entre ervas adventícias, insetos e populações de pragas e benéficos (Gliessman, 2005).

Existem exemplos documentando que o uso de agrotóxicos tem um efeito negativo sobre a diversidade de organismos benéficos (Solis, 2002; Berry *et al.*, 1996; Carvalho *et al.*, 2003). A ausência destes tem um efeito positivo sobre a biodiversidade nestes sistemas, propiciando a instalação de uma maior diversidade de espécies, incluindo a fauna benéfica, como a de predadores (Morais *et al.*, 2006). Entretanto, a ausência do controle químico pode permitir o aparecimento de pragas, torna-se necessário o conhecimento acerca de



métodos alternativos de controle. Uma aproximação segura, sustentável e econômica é o aumento dos insetos predadores e parasitóides naturalmente ocorrentes no sistema através do manejo dos habitats (Andow, 1991).

### **2.3 Sistemas agroflorestais**

Sistemas agroflorestais podem ser definidos como uma forma de uso da terra, na qual espécies lenhosas perenes (arbustos ou árvores) são cultivadas deliberadamente com espécies herbáceas e/ou animais, numa combinação espacial e/ou seqüencial, obtendo-se benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes (Silva, 2002). Também pode ser definido como um método que, em essência, tenta imitar os sistemas naturais. Na natureza, a maior parte das espécies vive em consórcios com outras espécies, requerimento para um crescimento ótimo. Em agroflorestas, espécies cultivadas são plantadas em consórcios com outras espécies com funções ecológicas similares àquelas que ocorreriam normalmente na natureza (Gostch, 1994).

Existem muitas variações de práticas que caem na categoria de agrofloresta: na agrossilvicultura, árvores são combinadas com agricultura; em sistemas silvipastoris, elas são combinadas com produção animal; e, em sistemas agrossilvipastoris, o produtor maneja uma mescla complexa de árvores, culturas e animais. Estes são bons exemplos de como explorar as vantagens da diversidade e do processo de sucessão para obter alimentos e outros produtos hortícolas (Gliessman, 2005).

Em uma revisão sobre o uso de agroflorestas na Ásia, Kumar (2006) cita muitos benefícios diretos e indiretos na produção de alimentos com esta forma de manejo: diminuição de risco de perdas de produção, retorno de matéria orgânica e nutrientes para o solo através da queda de folhas, apodrecimento de raízes e podas, diminuição da lixiviação

de nutrientes no sistema pela existência de uma camada de raízes mais desenvolvida, bombeamento de nutrientes de camadas mais profundas pela raízes das árvores. Entretanto, alerta que certas combinações de plantas podem ter efeitos negativos umas sobre as outras, e que, portanto, devem ser criadas estratégias de manejo adequadas para otimizar a produção combinada dentro de agroflorestas.

Dentro de uma perspectiva socio-econômica, Rasul & Thapa (2006), comparando sistemas tradicionais de plantio do tipo roçada e queima com agroflorestas em Bangladesh, chegaram a conclusão que o retorno financeiro por área e por trabalho é superior em agroflorestas em relação a roçada e queima. Além disso, analisaram o componente da perda/ganho de nutrientes no solo e o custo financeiro de recuperação, e chegaram a conclusão que o sistema de roçada tem saldo negativo, enquanto que o sistema agroflorestal produz maior quantidade de solo do que é perdido pela erosão. Entretanto, fatores sócio-econômicos, como a questão fundiária e problemas na comercialização, impedem que a maior parte dos agricultores adote esta forma de manejo. Quintais agroflorestais no Nepal proporcionam maior consumo de vegetais e produtos animais ricos em vitaminas e minerais pelas famílias (Shankar *et al.*, 1998). Usando modelos matemáticos, Huang *et al.* (2002) demonstrou que sistemas agrosilvipastoris na Tanzânia tem uma diversidade funcional maior que outros tipos de manejo da terra, aliviando parte da pressão humana para obtenção de recursos sobre reservas de ambientes naturais.

## **2.4 Biodiversidade**

Biodiversidade pode ser definida como a variabilidade entre os organismos vivos, incluindo, entre outros, os organismos terrestres, marinhos e de outros ecossistemas aquáticos, assim como os complexos ecológicos de que são parte; o que inclui a

diversidade dentro das espécies, entre espécies e de ecossistemas. Abrange diferentes escalas: desde a variabilidade do conteúdo genético dos indivíduos e das populações, o conjunto de espécies que integram grupos funcionais e comunidades completas, até o conjunto de comunidades de uma paisagem ou região (Moreno, 2001; Ricklefs, 2001). Numa perspectiva sistêmica, a diversidade é resultado das formas como os distintos componentes vivos e não-vivos de um ecossistema se organizam e interagem (Gliessman, 2005).

## **2.5 Biodiversidade em agroecossistemas**

Classicamente os estudos sobre biodiversidade têm se focado em habitats não perturbados, especialmente naqueles em que se acredita existir maior número de espécies. Entretanto, recentemente, esta visão tem sido desafiada, pois cerca de 95% dos ecossistemas terrestres são manejados (Pimentel *et al.*, 1992) e há evidências de que alguns agroecossistemas manejados de forma tradicional têm uma diversidade biológica considerável. Dada a grande extensão de terras dedicadas à agricultura, e ao fato de existirem largas áreas sob manejo tradicional nas regiões tropicais e subtropicais, é imperativo que os biólogos conservacionistas compreendam como agroecossistemas podem manter a diversidade biológica e o efeito da modernização agrícola sobre esta (Perfecto & Snelling, 1995; Perfecto *et al.*, 1997; Philpott & Dietsch, 2003).

Na maior parte dos agroecossistemas, a perturbação é muito mais freqüente, regular e intensa do que em ecossistemas naturais, o que ocasiona um enfraquecimento das estreitas ligações de interação entre as espécies existentes nos últimos. Entretanto, os primeiros não necessitam ser tão pobres e simplificados como os agroecossistemas convencionais, podendo se aproximar do nível de diversidade dos ecossistemas naturais, e

desfrutar dos benefícios do aumento da estabilidade proporcionados por ela. A prioridade no manejo é criar um agroecossistema mais complexo e diversificado, para que possa existir potencial para interações benéficas (Gliessman, 2005). Os benefícios da biodiversidade agrícola se estendem em múltiplas escalas: no nível do cultivo, pode favorecer o manejo de pragas através do controle biológico aumentado; além disso, traz benefícios para a propriedade e para a paisagem agrícola, através do valor de outras culturas, suporte a outras atividades como apicultura ou sericultura, proporcionando sombra para o gado, melhora do valor estético, recreacional e turístico, prevenção da erosão do solo, redução do assoreamento e eutrofização de cursos d'água (Gurr *et al.*, 2003).

Dentre as características dos agroecossistemas que podem torná-los importantes para a conservação de uma proporção da biota nativa de ecossistemas florestais, ressalta-se a similaridade estrutural com florestas. Metzger *et al.* (2006) argumentam que dentro de estratégias de planejamento seria interessante priorizar áreas mais similares estruturalmente a ambientes florestais, apoiando-se na premissa de que essas áreas são capazes de manter uma parcela maior de diversidade que áreas homogêneas como monoculturas e também contribuir com um maior fluxo de organismos na paisagem. Em um estudo no Canadá, Freemark *et al.* (2002) demonstrou que quanto maior a diversidade de habitats e presença de manchas de vegetação arbórea na paisagem agrícola, maior é a diversidade de espécies de plantas nativas e pássaros.

Nos sistemas agroflorestais ou orgânicos, é notável um incremento da biodiversidade, tanto das plantas de cobertura, como dos seus organismos associados. A biodiversidade em sistemas agrícolas realiza diversos serviços ecológicos além da produção de comida, fibras, combustível e renda; como por exemplo, o controle

microclimático, regulação de processos hidrológicos, regulação da abundância de organismos indesejáveis e ciclagem de nutrientes. A perda destes serviços devido à simplificação biológica possui custos ambientais e econômicos significantes, na forma de dispendiosos insumos externos, já que os agroecossistemas desprovidos de funções regulatórias básicas carecem da capacidade de gerarem sua própria fertilidade e regulação de pragas (Altieri 1999).

## **2.6 Controle biológico natural**

Diversas interações e processos ecológicos mantêm os níveis populacionais das espécies sob controle. Entre eles podemos citar a predação, a herbivoria, o parasitismo e outros tipos de consumo, que são as interações mais fundamentais da Natureza, pois todos os seres vivos precisam se alimentar (Ricklefs, 2001). No campo do controle de espécies fitófagas que se alimentam de plantas cultivadas, o conhecimento e a exploração de tais interações possibilita “o uso de organismos vivos para suprimir a população de um organismo-praga, tornando-a menos abundante ou menos prejudicial do que seria” (Eilenberg *et al.*, 2001).

O aumento dos problemas com pragas está altamente ligado com a expansão das monoculturas à custa da vegetação natural, reduzindo a diversidade de habitats (Altieri & Letourneau, 1982; Altieri, 1999). Isso se deve ao fato de que os herbívoros especializados exibem maiores densidades populacionais em monoculturas, já que os recursos necessários para sua sobrevivência e reprodução são abundantes, e há poucos recursos e diversidade para predadores generalistas. Devido aos frequentes e intensos distúrbios a que são submetidos, os agroecossistemas são considerados ambientes particularmente difíceis para inimigos naturais (Landis *et al.*, 2000).

Há muitos exemplos que documentam que a diversificação dos sistemas de plantio leva a uma redução na população de herbívoros e o aumento do número de artrópodos benéficos (Andow, 1991). Como exemplos de técnicas a serem consideradas para favorecer os inimigos naturais, está o manejo correto dos resíduos dos cultivos, o uso de policultivos, o manejo do solo, a provisão de refúgios dentro e adjacentes ao cultivo, e a provisão de alimento (polén, néctar, presas e hospedeiros alternativos), entre outros (Altieri, 1999; Landis *et al.*, 2000; Gurr *et al.*, 2003; Consuegra, 2004). Algumas plantas espontâneas (a maioria das famílias Apiaceae, Fabaceae e Asteraceae) têm um papel importante por alojar e suportar um complexo de artrópodos benéficos que ajudam na supressão da população de pragas. Além delas, a presença de vegetação nativa remanescente gera uma diversificação de nichos ecológicos, provendo pólen, néctar, abrigo e hospedeiros alternativos para artrópodos benéficos durante diferentes estações do ano (Altieri, 1999). De fato, um dos desafios é identificar e favorecer certos elementos da diversidade, ao invés de encorajar a diversidade por si (Landis *et al.*, 2000). Como regra geral, a diversidade de espécies está positivamente correlacionada à diversidade de nicho (Ricklefs, 2001). A complexidade ou heterogeneidade da paisagem agrícola é outro fator a ser considerado: em uma revisão recente, Bianchi *et al.* (2006) expõem que em 74% dos estudos revisados a atividade de inimigos naturais é maior em paisagens complexas, contra 5% de estudos nos quais a atividade destes é mais reduzida. Assim, os autores destacam que como componentes a serem implantados nos agroecossistemas, estão o uso de cercas-vivas e a presença de bordas com interação de áreas de cultivo e não-cultivo. Em um estudo em plantações de milho nos Estados Unidos, foi demonstrado que as fêmeas de *Eriborus terebrans* (Gravenhorst), parasitóide da lagarta *Ostrinia nubilalis* (Hubner),

foram mais frequentemente capturados em lavouras de milho próximas a bordas de florestas e que o parasitismo ali era maior (Landis & Haas, 1992).

Contudo, a introdução de organismos predadores exóticos, prática comum no controle biológico clássico, pode acarretar na diminuição das populações de inimigos naturais nativos, como no estudo em campos de algodão nos Estados Unidos, conduzido por Eubanks *et al.* (2002), que constatou que as formigas-vermelho-fogo importadas reduziram a sobrevivência de vários grupos de predadores, como Coccinellidae, Chrysopidae (Neuroptera) e Aranae. Outro caso é a introdução desastrosa do coccinélido europeu *Coccinella septempunctata* L., que substituiu totalmente espécies nativas em partes dos EUA (Elliott *et al.*, 1996). Logo, percebe-se que tais introduções devem ser precedidas de estudos para verificar seus efeitos sobre os inimigos naturais nativos.

A presença de uma espécie dominante perene, como em pomares de frutíferas, reduz o potencial de surgimento de pragas graves, pois estes são agroecossistemas semi-permanentes, mais estáveis do que sistemas de plantio anuais, nos quais há distúrbios maiores e mais frequentes (Landis *et al.*, 2000). Logo, populações residentes de inimigos naturais podem persistir de um ano ao outro. Ademais, tais sistemas possuem maior diversidade estrutural, o que potencializa o estabelecimento permanente de agentes de controle biológico, especialmente quando manejados com uso reduzido ou nulo de pesticidas e com crescimento vegetacional espontâneo permitido nas entrelinhas (Altieri, 1999).

## **2.7 Predação**

A ação de predação é um dos mais visíveis aspectos de mortalidade, pois o predador mata a presa, geralmente logo após atacá-la. Pode contribuir significativamente

para reduzir a distribuição e/ou abundância de uma população. Nessas interações, também é comum a ocorrência de ciclos mais ou menos regulares nas populações, visto que quando o número de presas aumenta, há mais recurso para os predadores, que se tornam numerosos, consumindo muitas presas, até que faltem recursos para os predadores e sua população diminua, numa regulação dinâmica. (Ricklefs, 2001).

Outro aspecto importante da predação é o seu papel na formação das relações de nicho e na regulação da diversidade dentro das comunidades, pois a capacidade de evitar predação é tão importante quanto a competição, e vias de fuga de predadores empregados pelas presas – e os novos métodos de captura dos predadores - representam modos pelos quais as espécies podem se diversificar (Ricklefs, 2001); sendo também uma importante força evolutiva. Os diversos aspectos do comportamento predador podem ser considerados como componentes que se combinam, influenciando a dinâmica de populações do próprio predador e de sua presa (Begon *et al.*, 1998).

## **2.8 Insetos predadores em agroecossistemas**

Como exemplos de insetos benéficos num contexto agrícola, podemos citar aqueles que são predadores de outros artrópodos herbívoros. O hábito predador está bastante difundido entre os insetos, nos quais os predadores juvenis utilizam as presas para o crescimento, enquanto os adultos, para manutenção e reprodução. Este hábito predador pode ser encontrado em várias ordens: Orthoptera, Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Dermaptera e Thysanoptera (Van Driesche & Bellows, 1996).

Em comparação com insetos parasitos, os predadores apresentam atributos mais favoráveis, como: destruir um grande número de presas durante seu desenvolvimento,



possuírem menores exigências nutricionais e em alguns casos apresentarem maior abundância (Berti Filho & Ciociola, 2002). Há uma grande dependência da predação, feita por determinados organismos benéficos, para o manejo de pragas em sistemas de produção (Gliessman, 2005). Nestes, é comum existirem recursos concentrados para insetos fitófagos, que tendem a se tornar numerosos, o que possibilita um aumento do recurso para os predadores, favorecendo o crescimento da sua população e do consumo de presas. Com o uso de inseticidas, esta dinâmica é rompida, pois muitos destes compostos não são seletivos, atacando tanto as pragas, como seus inimigos naturais. No caso de uma reinfestação, não há controle natural para os herbívoros, devendo novamente ser utilizado o controle químico, em um ciclo vicioso, no qual há a possibilidade de surgimento de pragas resistentes aos compostos aplicados. Logo, é interessante buscar formas de manejo que possibilitem que os predadores se estabeleçam no agroecossistema e regulem de forma endógena as populações de pragas presentes no agroecossistema.

Poucos trabalhos abordam a diversidade de insetos predadores em agroecossistemas. Alguns estudam a entomofauna presente, porém sem um enfoque em possíveis inimigos naturais, como no trabalhos de Perfecto & Snelling (1995) e Cerdá *et al.* (2009), que estudaram a diversidade de formigas em plantações de café e de citros, respectivamente. Em um estudo recente sobre a diversidade de artrópodos predadores em um pomar orgânico de citros no Vale do Caí, Morais *et al.* (2006) encontraram insetos predadores distribuídos em cinco ordens e dez famílias, totalizando 51 espécies. Na ordem Coleoptera foram encontradas as famílias Coccinellidae, Staphylinidae e Carabidae; na ordem Hymenoptera foi encontrada a família Formicidae; em Neuroptera foram encontradas as famílias Chrysopidae e Hemerobiidae; em Thysanoptera foram encontradas Aeolothripidae e Phlaeothripidae e, em Hemiptera, Miridae e Reduviidae. Este estudo

demonstrou que um agroecossistema, com manejo orgânico, pode abrigar uma diversidade considerável de organismos benéficos.

De qualquer forma, não existem estudos sobre a diversidade de insetos predadores em sistemas agroflorestais, nem comparando o efeito de distintas formas de manejo sobre este grupo.

## **2.9 Índices de biodiversidade**

A diversidade pode ser definida de várias maneiras. A mais simples é a contagem do número de espécies presentes no sistema, conhecida como riqueza de espécies. Entretanto, foram propostos outros índices que ponderam a riqueza de espécies e a abundância relativa de cada uma dentro da comunidade. Alguns destes índices estão mais vinculados a riqueza de espécies, como Margalef, enquanto outros medem dois aspectos ao mesmo tempo, como, por exemplo, os de Shannon-Wiener, que considera a equitabilidade, e o de Simpson, que inclui dominância (Magurran, 1988).

Também varia a escala na qual é medida a diversidade. A diversidade local (diversidade alfa) é o número de espécies numa pequena área de habitat homogêneo. A diferença, ou substituição, entre as espécies, dentro de um habitat em relação a outro, é chamada de diversidade beta. A diversidade regional (diversidade gama) é o número total de espécies observado em todos os habitats dentro de uma área geográfica, que não inclui fronteiras significativas para dispersão dos organismos (Ricklefs, 2001; Moreno, 2001).

A principal vantagem do uso dos índices de diversidade é a de unir muita informação (riqueza, equitabilidade e/ou dominância) em apenas um valor, o que nos permite fazer comparações rápidas e sujeitas a comprovação estatística entre a diversidade de habitats distintos (Moreno, 2001). Entretanto, tais índices também apresentam

desvantagens, como a perda da informação mais refinada, como o nome, o número e a abundância das espécies.

### **2.10 Citros: características da cultura e sua importância**

As espécies de *Citrus* (Rutaceae) são plantas oriundas das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago Malaio. No Brasil, desde o final do século XVI, já haviam registros da sua introdução, sendo que no RS foram introduzidas pelos açorianos para os vales dos rios Caí e Taquari (Graziano, 1997).

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, com aproximadamente um milhão de hectares dedicados a cultura (FAO, 2003). Na região do Vale do Caí, no RS, a principal área no Estado em produção de citros, esta é destinada principalmente para o consumo *in natura* e geralmente comercializada no mercado local, sendo uma das alternativas de renda para os produtores locais, que produzem em minifúndios, com mão-de-obra familiar, pouca adubação química e tratamentos fitossanitários (Bonine & João, 2002; Jahnke, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização dos pomares

O trabalho foi desenvolvido em pomares cítricos em duas propriedades com manejo agroflorestal (SAF) e em duas de manejo orgânico (ORG) situadas nos municípios de Tupandi e Montenegro, Rio Grande do Sul. O clima desta região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com precipitações bem distribuídas no ano, sofrendo a influência de massas de ar tropicais e polar-atlânticas. A temperatura média anual é de 19,1°C, com a máxima média de 25,8°C, mínima média de 14,4°C e a precipitação média é de 1424 mm/ano (IPAGRO, 1989). A área pertence à região da Depressão Central do Estado, apresentando topografia levemente ondulada, com aproximadamente 100m de altitude.

O pomar SAF 1 (Figura 1a), de propriedade de Inácio Rohr, situado no município de Tupandi (29°30'40.7" S; 51°25'49.7" W), com área 2,8 hectares, se caracteriza por ser um sistema agroflorestal em estágio avançado, sendo manejado desta forma a 13 anos. Está localizado em uma encosta de morro com considerável inclinação, com a presença de espécies arbóreas nativas diversas, com predominância do angico-vermelho (*Parapitadenia rigida* Bentham) entre os citros, além de outras frutíferas, como bananeiras

(*Musa sp.*) e goiabeiras (*Psidium guajava L.*). Pequenas manchas de vegetação nativa estão espalhadas pelo pomar. A roçada é realizada manualmente, com foice. São realizadas pequenas aplicações de composto da Ecocitrus. Este insumo é produzido pela cooperativa Ecocitros, através da compostagem de variados materiais orgânicos oriundos de agroindústrias, recolhidos na região, e processados na Usina de Compostagem, em Montenegro, RS.

O pomar SAF 2 (Figura 1b), de propriedade de Luiz Laux, situado em Montenegro (29°39'50.3" S; 51°34'26.5" W), com área de 3,1 hectares, é um SAF em estágio mais inicial, sendo manejado desta forma a 6 anos. Está localizado numa encosta com suave inclinação, com sombreamento realizado por espécies pioneiras, com predominância da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Próximo ao pomar existe uma mata ciliar em torno de um curso d'água raso com cerca de 1m de largura, e quebras-vento constituídos por ciprestes (*Cupressus sp.*). Está localizado numa região esparsamente povoada. A roçada é realizada com trator. As árvores de cobertura são podadas com facão e seus galhos são deixados no solo para apodrecerem, visando adicionar matéria orgânica ao sistema. É aplicado o composto da Ecocitrus.

O pomar ORG 1 (Figura 1c), de propriedade de Rudi Lottermann, localizado em Tupandi (29°31'28.2" S; 51 26'10.6" W), com área de 2 hectares, se caracteriza como um sistema orgânico tradicional, onde existem poucas árvores em meio aos citros. O manejo orgânico foi adotado a 15 anos. Está localizado numa microrregião rural densamente povoada, sendo lindeiro em um dos lados a um pomar orgânico e no outro a um pomar convencional. A cobertura vegetal espontânea esteve bastante densa, devido à falta de roçada, durante os quatro primeiros meses do estudo, no fim da primavera e no verão. A roçada é realizada com trator, roçadeira costal e foice. É aplicado o composto da Ecocitrus.

O pomar ORG 2 (Figura 1d), de propriedade de João Kranz, localizado no município de Montenegro (29°39'08.9" S; 51°29'38.8" W), com área de 2,2 hectares, lindeiro a propriedades com manejo convencional, se caracteriza por ser um sistema orgânico com manejo biodinâmico, no qual preparados biodinâmicos (misturas de ingredientes com supostas propriedades benéficas à terra, ao composto e às plantas cultivadas) são aplicados em partes do pomar e no composto para estimular a produção e o controle de doenças. O manejo orgânico foi adotado a 10 anos. A roçada é realizada com trator e foice. É aplicado o composto da Ecocitrus, com adição dos preparados biodinâmicos, quando necessário.

Os pomares SAF 1 e ORG 1 distam cerca de 2km um do outro em linha reta, enquanto que estes distam cerca de 18km dos demais. A distância entre SAF 2 e ORG 2 é de cerca de 8km.

### **3.2 Coleta e identificação de insetos**

Partes dos pomares adequadas aos métodos, com uma distância mínima de cinco metros em relação às bordas de estradas de acesso e das propriedades lindeiras, foram divididos em quatro talhões, visando realizar um levantamento mais completo de cada pomar.

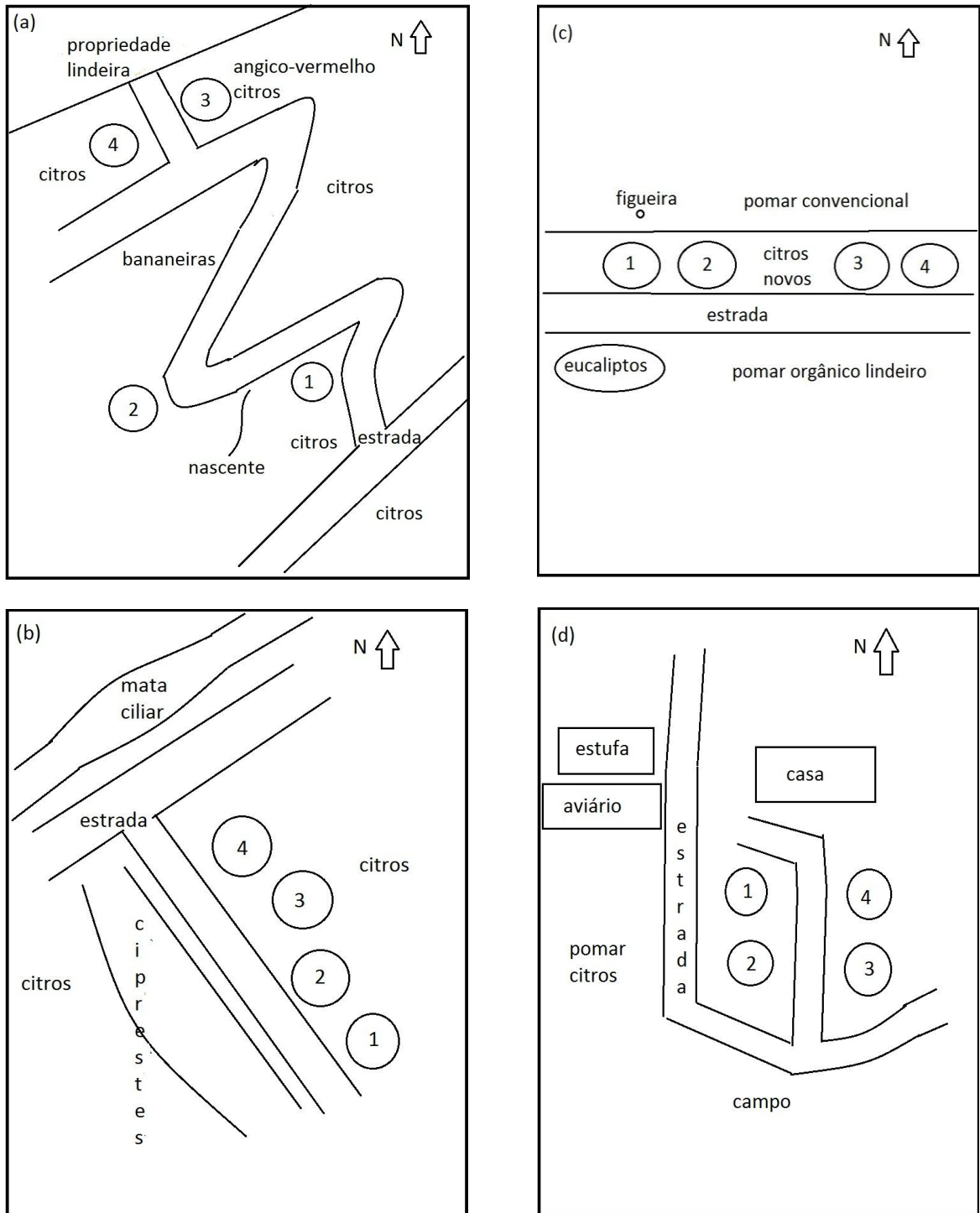


FIGURA 1. Croquis esquemáticos dos quatro pomares nos quais foram coletados insetos predadores nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. Os números com um círculo ao redor representam os talhões onde foram feitas as amostragens. (a) SAF 1; (b) SAF 2; (c) ORG 1; (d) ORG 2

Nesses talhões foram realizadas amostragens mensais, ao longo um ano (novembro de 2008 a outubro de 2009). Os pomares foram sempre amostrados na mesma ordem: SAF 1 (começo da manhã); ORG 1 (fim da manhã); ORG 2 (começo da tarde); SAF 2 (fim da tarde). Na última saída (outubro de 2009) todos os pomares foram amostrados à tarde. A primeira amostragem, em novembro de 2008, foi realizada na primavera, assim como as duas últimas, em setembro e outubro de 2009; as demais foram divididas três em cada estação, uma a cada mês, a partir de dezembro de 2008.

A coleta de insetos foi feita em uma árvore escolhida e na vegetação rasteira, em cada talhão. Foram utilizados para amostragem os métodos guarda-chuva japonês e rede de varredura. O primeiro consiste no uso de um guarda-chuva com um pano quadrado com 1m de lado, posicionado sob a copa das árvores escolhidas por um amostrador, enquanto são feitas dez batidas nesta com um bastão de alumínio pelo outro amostrador. Logo após as batidas, o pano é dobrado ao meio, formando um triângulo, e o conteúdo é despejado para dentro de um saco plástico. O segundo utiliza uma rede de varredura, de formato semicircular (40 cm de diâmetro), realizando-se dez (10) passadas rápidas da rede junto ao solo por um amostrador, num percurso de aproximadamente três (3) metros, em pontos que se iniciam junto às árvores amostradas. Após as passadas, a rede é fechada com uma mão e invertida dentro de um saco plástico etiquetado, com o auxílio do segundo amostrador.

Nos sacos plásticos foi adicionado um pouco de etanol 70%, para matar os insetos e conservá-los provisoriamente. No laboratório, o conteúdo dos sacos foi despejado em bandejas plásticas brancas, onde os insetos foram separados dos resíduos vegetais e armazenados em frascos com etanol 70%, sendo posteriormente identificados até o nível de família com uso de estereomicroscópio e auxílio de bibliografia especializada. Aqueles insetos adultos pertencentes a famílias de hábito predador foram classificados em



morfoespécies (neste trabalho considera-se espécies e morfoespécies equivalentes), fotografados e alfinetados ou guardados em frascos com etanol 70%. Um banco de dados de fotografias digitais das morfoespécies de insetos foi montado para auxiliar na identificação. Espécimes testemunha foram mantidas em coleção de referência no Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia, UFRGS.

### 3.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram tabulados e gráficos construídos utilizando o programa Microsoft Excel®.

Curvas de rarefação (número esperado de espécies – Mao Tau) utilizando 1000 aleatorizações e de suficiência amostral foram construídas utilizando o programa EstimateS (Colwell, 2006).

Duas curvas de distribuição de abundância foram construídas para as espécies encontradas, uma com os predadores pertencentes a Formicidae (Hymenoptera), e outra para os demais predadores, devido ao fato de que os primeiros são insetos sociais, mais abundantes que os últimos.

Com os dados relativos à riqueza e abundância de espécies foram calculados os índices de diversidade de Margalef, Shannon-Wiener e Simpson, para cada pomar e para cada estação, pelo uso do programa estatístico Past (Hammer *et al.*, 2001). As fórmulas para os índices acima citados são:

$$\text{Shannon (H')}: \mathbf{H'} = \sum \mathbf{pi \cdot \ln pi}; \quad \text{Simpson (1-D)}: \mathbf{D} = \sum \mathbf{pi^2};$$

onde  $\mathbf{pi}$  é a proporção de indivíduos encontrados pertencentes a espécie  $\mathbf{i}$ .

Margaleft (Dmg):  $Dmg = S-1 / \ln (N)$ ;

onde **S** = número de espécies; **N** = número de indivíduos.

Com o mesmo programa foram feitas curvas de rarefação por indivíduos (riqueza x abundância) com os dados agrupados para os dois sistemas de manejo (orgânico e agroflorestal) e para as estações.

Com o programa Estimates foi calculado o índice de similaridade de Chao-Jaccard com os dados agrupados por pomar e por estação, cujos resultados foram submetidos a dois testes de análise de similaridade (ANOSIM), um para cada fator, com o programa PasT. Com este programa também foi construída uma matriz de similaridade Nmds (*non-metric multidimensional scaling*) com o mesmo índice.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Caracterização dos grupos de insetos predadores coletados**

No total, foram coletados 502 insetos predadores, distribuídos em cinco ordens e nove famílias, totalizando 43 espécies (Tabela 1, Apêndice 1). O grupo mais rico foi Coccinellidae (Coleoptera), com 12 espécies coletadas, enquanto que o mais abundante foi Formicidae (Hymenoptera), com 422 indivíduos coletados. Além destes grupos, foram coletados insetos predadores pertencentes às famílias Staphylinidae, Carabidae e Cleridae (Coleoptera), Reduviidae e Nabidae (Hemiptera), Hemerobiidae (Neuroptera) e Forficulidae (Dermaptera). Insetos pertencentes à ordem Diptera e a algumas outras famílias de Hemiptera (Coreidae, Corizidae e Anthocoridae) não puderam ser identificados além destes níveis taxonômicos para discernir se pertenciam ou não a grupos com hábito predador, e foram descartados.

TABELA 1. Abundância e riqueza total de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

ORDEM	FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA
COLEOPTERA	COCCINELIDAE	33	12
COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	13	8
COLEOPTERA	CARABIDAE	4	4
COLEOPTERA	CLERIDAE	8	1
HEMIPTERA	REDUVIIDAE	13	6
HEMIPTERA	NABIDAE	5	2
NEUROPTERA	HEMEROBIIDAE	2	2
HYMENOPTERA	FORMICIDAE	422	7
DERMAPTERA	FORFICULIDAE	2	1

Estes resultados mostram a existência de uma fauna diversificada de cocinelídeos, popularmente conhecidos como joaninhas (*ladybirds*, em inglês) que possuem potencial para controle de afídios, ácaros, moscas-brancas e colchonilhas. (Obricki & Kring, 1998; Zahoor *et al.*, 2003). São predadores móveis, e voam em busca de agregações de suas presas, que influenciam sua abundância e diversidade em níveis locais (Cardinale *et al.*, 2003). Duas espécies deste grupo são as principais causas de mortalidade de psilídeos juvenis transmissores do *greening* asiático (Michaud, 2002). As espécies do gênero *Cycloneda* são predadores de afídeos, pragas sérias de muitas culturas de interesse econômico (Araújo-Vieira & Almeida, 2006). As espécies *Cycloneda pulchella* Klug e *Cycloneda sanguinea* L., amostradas no presente estudo (Apêndice 1), já haviam sido registradas em pomares de citros na mesma região, como constituintes da fauna de inimigos naturais de Diaspididae (Wolff *et al.*, 2004). A riqueza encontrada no presente estudo foi similar àquela encontrada por Rodrigues *et al.* (2008) (11 espécies) no Estado do

Rio de Janeiro, sendo *C. sanguinea* a única espécie comum de Coccinellidae encontrada nos dois trabalhos. Este autor amostrou este grupo em uma área maior (11 municípios), porém utilizando contagem visual e amostrando pomares convencionais, manejo este que pode prejudicar a diversidade destes insetos. De fato, um dos fatores preponderantes para a existência da riqueza deste grupo nos pomares estudados no presente estudo parece ser a inexistência de aplicações de inseticidas. Obricki & Kring (1998) afirmam que esta é a prática cultural com maior efeito negativo nas populações locais de coccinélidos. Outra influência positiva constatada no presente estudo é a inexistência de dominação de predadores exóticos importados: no Paraná, foi constatado que a introdução do coccinélido asiático *Harmonia axyridis* Pallas deslocou completamente a comunidade local dos insetos nativos deste grupo (Martins *et al.*, 2009).

Foi coletada uma diversidade razoável de estafilinídeos e carabídeos, que são dominantes entre os insetos predadores de solo, alimentando-se de moluscos, oligoquetos, aranhas, pequenos artrópodes e principalmente outros insetos. (Marinoni *et al.*, 2001). São abundantes em agroecossistemas ao redor do mundo, sendo comumente encontrados predando pragas (Lövei & Sunderland, 1996; Gallo *et al.*, 2002). Em um estudo realizado em cultivos de chá na Índia, por exemplo, há registro da supressão da população de um ácaro fitófago, realizada pela predação de uma espécie de estafilinídeo (Perumalsamy *et al.*, 2009). Este autor também argumenta que o predador tem boa capacidade de vôo, podendo alcançar facilmente as colônias de ácaros. Em uma extensa pesquisa em agroecossistemas com plantio de soja em sistema convencional e plantio direto e em pomares cítricos em São Paulo, Cividanes *et al.* (2009) amostraram no total 98 espécies de estafilinídeos e 95 espécies de carabídeos. Outro dado importante encontrado por estes autores é que a diversidade destes organismos foi maior nas bordas com fragmentos

florestais do que nos campos de cultivo. Entretanto, o estudo foi conduzido com armadilhas do tipo *pitfall* (frascos enterrados no nível do solo, com água e detergente, ou alguma substância mortal para os insetos), que coletam a fauna terrestre. Em outro longo estudo na Noruega, com 8 anos de duração, em áreas experimentais manejadas com rotação de culturas, utilizando o mesmo método, avaliando o efeito da conversão de sistemas de produção convencionais para biológicos, foram coletadas 79 espécies de carabídeos e 94 espécies de estafilinídeos; entretanto, os sistemas de produção biológicos mostraram resultados positivos apenas para os carabídeos, e negativos para os estafilinídeos (Andersen & Eltun, 2000). Logo, é de se esperar que com o *pitfall* sejam coletados mais insetos pertencentes a estes grupos. Uma interação aditiva sinérgica interessante ocorre entre o coccinelídeo *C. septempunctata* e o carabídeo *Harpalus pennsylvanicus* De Geer: o primeiro preda e derruba afídeos da copa das árvores, que podem ser mais facilmente consumidos pelo último, no chão. A predação combinada dos dois é o dobro da soma de suas predações individuais (Losey & Denno, 1998).

Foram encontrados oito (8) indivíduos de clerídeos. Os clerídeos (*checkered beetles*) são besouros predadores de insetos xilófagos e perfuradores de madeira, principalmente de Cerambycidae, Buprestidae, Curculionidae, Scolytidae e Bostrichidae (Borror & DeLong, 1964; Marinoni *et al.*, 2001). Predam uma espécie inseto praga que ataca árvores de abeto na América do Norte (Poland & Borden, 1994). Por esta razão, sua presença nos agroecossistemas estudados pode ter efeito positivo no controle biológico natural de coleobrocas de citros, insetos-praga que constroem galerias nos troncos e ramos das árvores, podendo causar prejuízos consideráveis nos pomares (Gallo *et al.*, 2002).

A diversidade de reduvídeos também merece destaque, ainda mais considerando o papel importante deste grupo no controle biológico natural. São predadores vorazes,

conhecidos como percevejos assassinos (Borror & DeLong, 1964), consumindo quantidades consideráveis de presas nos estágios ninfais e adulto (Ambrose *et al.*, 2006). São usualmente polípagos, e a especificidade com as presas é rara (Fauvel, 1999). Essa característica, combinada com sua grande abundância, indica que tem um papel preponderante nos agroecossistemas estudados. A espécie *Ricolla quadrispinosa* L. e o gênero *Zelus*, coletados no presente estudo (Apêndice 1), também foram encontradas através de amostragens visuais e com rede de varredura em agroecossistemas de cultivo de algodão no Mato Grosso (Silvie *et al.*, 2005). Quanto a espécie *Debilis longa* Stål, não foram encontrados registros de sua presença em agroecossistemas, apenas em áreas de Mata Atlântica primária e secundária em Cabo Frio, RJ (Gil-Santana & Zeraik, 2003).

Os nabídeos (*damsel bugs*) foram coletados com baixa riqueza e abundância. A maior parte de suas presas são pequenos invertebrados. Entre elas encontram-se gafanhotos, larvas de lepidópteros e afídios (Lattin, 1989). Segundo o mesmo autor, são insetos móveis, capazes de voar consideráveis distâncias, e começam a se alimentar imediatamente após eclodirem, frequentemente em presas consideravelmente maiores que si próprios. Em um trabalho com insetos predadores de afídios em cultivos de alfafa nos Estados Unidos, o predador mais abundante foi uma espécie de Nabidae (Elliott *et al.*, 2002)

A baixa riqueza e abundância de neurópteros encontrados no presente estudo, conhecidos como lixeirinhas (*lacewings*, em inglês), provavelmente se deve ao fato de que no presente trabalho foram considerados somente os insetos adultos. Algumas larvas foram coletadas, mas foram descartadas, por serem de difícil identificação. Como os adultos são bastante móveis, podem escapar facilmente dos métodos utilizados. Entretanto, parece haver uma baixa diversidade desde grupo, pelo menos na vegetação espontânea, já que era

de se esperar que fossem coletados alguns indivíduos pela rede de varredura. Em um estudo de predadores no algodão, Wilson & Gutierrez (1980) concluíram que a rede de varredura era o método mais eficiente para captura de adultos de Neuroptera, pois estes eram facilmente perturbados pelos amostradores e tendiam a voar para longe. Esses insetos se alimentam de moscas-brancas, mas são principalmente predadores de afídeos (Tauber *et al.*, 2000).

Os formicídeos foram os predadores mais abundantes. São predadores generalistas e importantes agentes de controle biológico em agroecossistemas. Reduzem pragas indesejáveis pela predação direta, pela deterrência química e por forçarem as pragas a abandonarem as plantas hospedeiras (Way & Khoo, 1992). Segundo classificação em guildas sugerida por Silvestre & Silva (2001), as formigas do gênero *Camponotus* e *Pseudomyrmex* são classificadas como patrulheiras, patrulhando grande áreas ao redor do ninho e recrutando massivamente quando encontram uma fonte alimentar ; já as formigas dos gêneros *Solenopsis* e *Crematogaster* são classificadas como mirmicíneas agressivas, tendo hábito alimentar onívoro e comportamento agressivo em relação a outras espécies de formigas. Uma espécie do gênero *Camponotus* foi a mais abundante, resultado similar ao estudo de Morais *et al.* (2006) (Apêndice 1). Em um trabalho recente em agroflorestas no México, Philpott *et al.* (2008a) demonstraram que formigas dos gêneros *Camponotus* e *Crematogaster* reduziram significativamente a quantidade de larvas adicionadas experimentalmente às árvores de cobertura. Entretanto, parte das espécies de formigas úteis no controle biológico tem hábito onívoro, sendo também dependentes e protetoras de afídios produtores de *honeydew*, podendo prejudicar as plantas hospedeiras. Sendo assim, estudos que ponderem o custo-benefício do uso de tais espécies se fazem necessários (Way & Khoo, 1992). De fato, duas teorias competem para explicar como a biomassa e a



atividade das formigas são mantidas: uma classifica as formigas como herbívoros crípticos, se alimentando da biomassa vegetal através do *honeydew* de afídios e, neste caso, elas seriam mais prejudiciais às plantas do que benéficas; enquanto que na segunda as formigas seriam predadoras, ocasionando alta rotatividade dos herbívoros presentes nas plantas. De qualquer maneira, o hábito pode até beneficiar as árvores hospedeiras, conquanto que incrementa a permanência e atividade das formigas, e estas atuem como predadores contra outros fitófagos (Delabie, 2001). As interações das formigas com afídios também interfere na predação destes pelos cocinelídeos, grupo que evoluiu características de defesa contra formigas, por vezes enganando-as através de substâncias químicas, de forma a poderem acessar suas presas (Majerus *et al.*, 2007).

Foram coletados alguns forficulídeos, conhecidos como tesourinhas (*earwigs*, em inglês), insetos terrestres de hábito onívoro (Borror & DeLong, 1964). Em um estudo em um pomar de citros orgânico, excluindo formigas mutualistas com afídeos, protetoras destes, foi verificado que a população dos últimos aumentou, ao invés de diminuir, como seria esperado. O autor pondera que a razão principal foi a exclusão simultânea das tesourinhas pelo método utilizado (barreiras adesivas), insetos com papel importante no controle biológico de afídeos (Piñol *et al.*, 2009).

Os dados do presente estudo vão de encontro àqueles encontrados por Morais *et al.* (2006) no que tange à riqueza relativa de Coccinellidae e a abundância relativa de Formicidae; entretanto, a riqueza e abundância de Reduviidae foi superior no presente trabalho. Outras distinções encontradas no presente trabalho, em relação ao anterior, são a presença uma espécie de Forficulidae, a ausência de Thysanoptera predadores, e a baixa abundância e riqueza de Neuroptera. Estas diferenças parecem estar relacionadas, em parte, aos diferentes métodos utilizados, como ficará claro no próximo capítulo.

A boa diversidade de grupos taxonômicos encontrados pode indicar que os organismos estão predando distintos grupos de presas, o que contribuiria para um controle biológico natural mais eficiente e uma regulação das populações de predadores e pragas no agroecossistema (Altieri, 1999). Esta hipótese foi verificada no experimento em plantas de alfafa conduzido por Cardinale *et al.* (2003), que observou que a predação de um afídio, e o rendimento da alfafa, foi maior quando três espécies de predadores (um nabídeo, um cocinelídeo e um braconídeo) ocorriam juntas do que o somatório da predação individual das três. Entretanto, pode também ocorrer interações antagonistas entre os predadores, seja por competição por recursos ou predação intra-guilda. Num experimento com junco, gafanhotos, espécies de aranhas predadoras e um inseto predador da família Miridae (Heteroptera), foi demonstrado que este fenômeno acarretou numa população maior de herbívoros e menor produtividade vegetal quando a diversidade de predadores no sistema era maior (Mitchell *et al.*, 2004). Também podem ocorrer relações competitivas, como no estudo de Philpott *et al.* (2008a) que, comparando a taxa de remoção de larvas de lepidópteros adicionadas experimentalmente, entre formigas e outros predadores de lepidópteros, foi visto que quando as formigas eram excluídas, a remoção de larvas por outros predadores era significativamente maior. Assim, nem sempre uma maior diversidade acarretará em benefícios para as plantas cultivadas, já que em alguns casos os inimigos naturais podem ter efeitos negativos uns sobre os outros.

Para se conhecer melhor os efeitos da diversidade nos agentes de controle biológico natural, são necessários estudos mais específicos sobre as relações intra-guilda entre os organismos encontrados. Já olhando por um ponto de vista da conservação e dinâmica ecológica, a diversidade no agroecossistema é positiva, pois confere resiliência ao sistema,

e a predação pode contribuir para a diversidade (Ricklefs, 2003). Também mostra o valor dos ambientes manejados para a conservação (Perfecto *et al.*, 1997).

#### **4.2 Comparação entre os métodos de amostragem**

Os dois métodos de amostragem capturaram diferentes grupos de insetos predadores. O método do guarda-chuva japonês coletou uma maior riqueza e abundância de Coccinellidae, enquanto que a rede de varredura coletou uma maior riqueza e abundância de Reduviidae e Staphylinidae, além de ser a única a coletar Carabidae, Cleridae e Nabidae (Tabela 2). Coccinellidae foi bem amostrado pelo guarda-chuva, pois tem a tendência de cair das plantas quando perturbados (Elliott *et al.*, 2006). Formicidae foi bem amostrada com ambos os métodos, pois como são insetos sem capacidade de vôo, caem das árvores quando são perturbadas pelo guarda-chuva, e também estão presentes na vegetação espontânea. O uso de dois métodos distintos é uma das possíveis razões para as diferentes proporções de grupos de insetos coletados no presente trabalho e naquele de Morais *et al.* (2006), onde somente foi utilizado um pano de batida de 1m<sup>2</sup> (semelhante ao guarda-chuva japonês). Como os reduvídeos e estafilínídeos foram coletados majoritariamente com a rede de varredura, é de se esperar que no presente estudo tenha sido coletada uma maior riqueza e abundância destes. Já os cocinelídeos e neurópteros (larvas) foram mais ricos naquele estudo, pois as árvores de citros foram mais intensamente amostradas com o pano de batida, e os imaturos de Neuroptera foram considerados.

Como causa última, provavelmente está o fato de estes grupos habitarem distintos microhabitats dentro do agroecossistema, sendo alguns mais abundantes nas árvores, outros na vegetação espontânea. Para que seja feito um inventário mais completo da

entomofauna existente em um agroecossistema, distintos métodos de amostragem são necessários. Certos grupos estão mais presentes na copa das árvores, enquanto outros se encontram na vegetação espontânea.

TABELA 2. Abundância e riqueza de insetos predadores coletados com guarda-chuva japonês e rede de varredura em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

ORDEM	FAMÍLIA	ABUNDÂNCIA		RIQUEZA	
		GUARDA CHUVA	VARREDURA	GUARDA CHUVA	VARREDURA
COLEOPTERA	COCCINELIDAE	25	8	9	7
COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	2	11	2	7
COLEOPTERA	CARABIDAE	0	4	0	4
COLEOPTERA	CLERIDAE	0	8	0	1
HEMIPTERA	REDUVIIDAE	4	9	3	3
HEMPTERA	NABIDAE	0	5	0	2
NEUROPTERA	HEMEROBIIDAE	1	1	1	1
HYMENOPTERA	FORMICIDAE	147	275	5	7
DERMAPTERA	FORFICULIDAE	1	1	1	1
TOTAL		180	322	21	33

Se houvesse sido utilizado mais um método de coleta como, por exemplo, armadilhas do tipo *pitfall*, possivelmente seriam coletados mais indivíduos das famílias Carabidae e Staphylinidae, que são insetos de hábito terrestre (Powell *et al.*, 1996). Este método tem recebido críticas na literatura, pois depende da atividade dos organismos e coleta mais as espécies que são mais ativas, porém nenhum método conveniente mais adequado foi encontrado (Lövei & Sunderland, 1996). Outro método utilizado para amostragem de predadores é o sugador D-Vac, que, segundo estudo de Elliot *et al.* (2006), tem maior eficiência de captura para Nabidae, Staphylinidae e Araneae, e baixa eficiência para coleta de adultos de Carabidae e Coccinellidae. Comparando o D-Vac com iscas de atum na captura de formigas, foi visto que o primeiro método captura uma maior riqueza de formigas (Philpott *et al.*, 2006). O D-Vac é um método ativo, que não depende da atividade dos insetos, mais facilmente comparável com os métodos utilizados neste

trabalho; enquanto que as iscas e o *pitfall* são passivos, logo, de difícil comparação com os métodos de captura ativos utilizados no presente estudo.

Os dados também indicam que o uso da rede de varredura é um método importante para amostrar os inimigos naturais presentes na vegetação espontânea. Um exemplo do uso deste método para amostragem de insetos predadores é o trabalho de Elliott *et al.* (2002), que coletaram oito (8) espécies de Coccinelidae, uma espécie de Nabidae e uma espécie de Chrysopidae em campos de cultivo de alfafa. O presente estudo, ao abordar uma distinta guilda de inimigos naturais presentes na vegetação espontânea em pomares de citros no RS, complementa o conhecimento de inimigos naturais obtido no trabalho de Santos *et al.* (2007, que encontraram 12 espécies de microhimenópteros parasitóides na vegetação espontânea em um pomar de citros.

### 4.3 Curva do coletor e suficiência amostral

As curvas de rarefação (Mao Tau) obtida para os pomares não se aproximaram de uma assíntota (Figura 2), mantendo-se em ascensão. A riqueza em ORG 2 foi a menor, enquanto que em SAF 2 foi a maior, apesar de não existirem diferenças significativas entre os pomares (Figura 3). Os estimadores apontaram que entre 64,8% (Jackknife 1) a 80,8% (Bootstrap) das espécies foram amostradas no pomar SAF 1; 61,1% (Jackknife 1) a 78,7% (Bootstrap) no SAF 2; 60,9% (Jackknife 1) a 79,3% (Bootstrap) no pomar ORG 1; 59,3% (Jackknife 1) a 78,4% (Bootstrap) no ORG 2. (Figura 4).

Gotelli & Colwell (2001) comentam que os estimadores frequentemente falham em atingir de fato uma assíntona, crescendo mais ou menos em paralelo com a inclinada curva de rarefação, como pode ser observado no presente estudo (Figura 2).

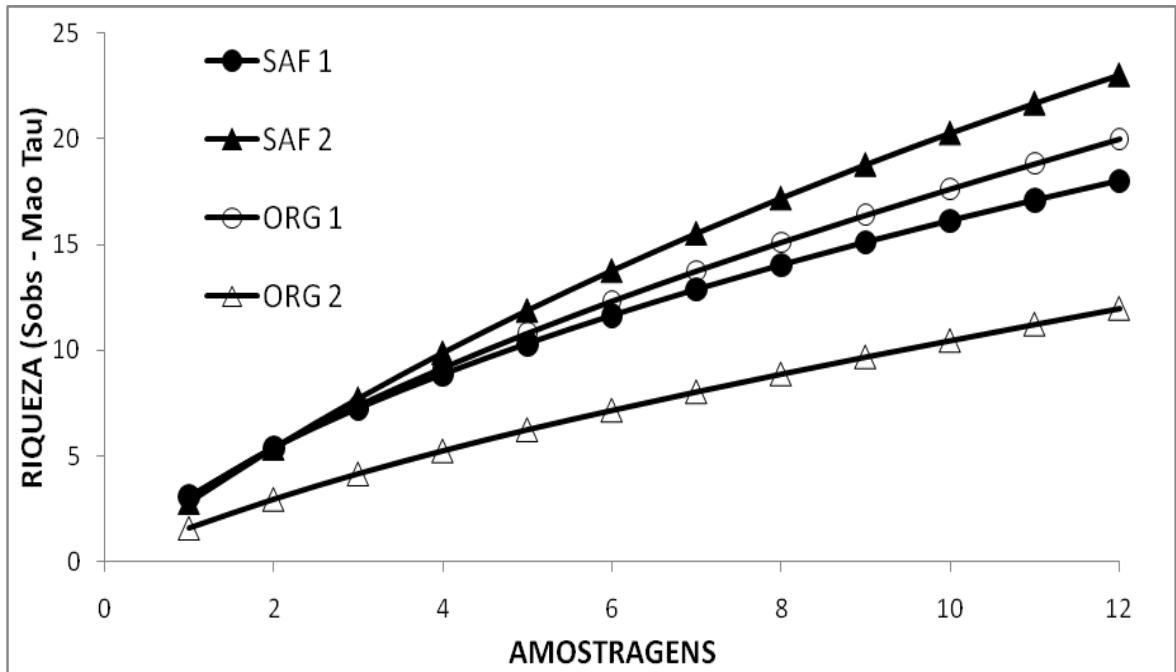


FIGURA 2. Curvas de rarefação de insetos predadores coletados em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

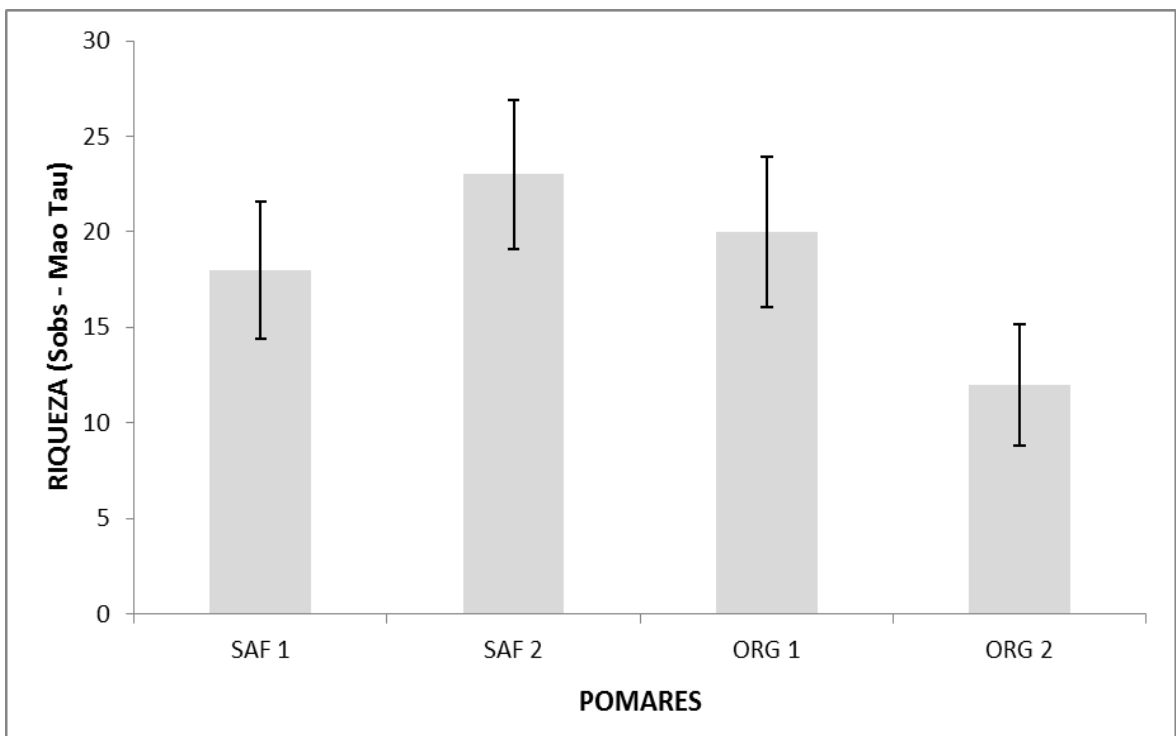


FIGURA 3. Riqueza (Sobs - Mao Tau)  $\pm$ EP de insetos predadores coletados em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

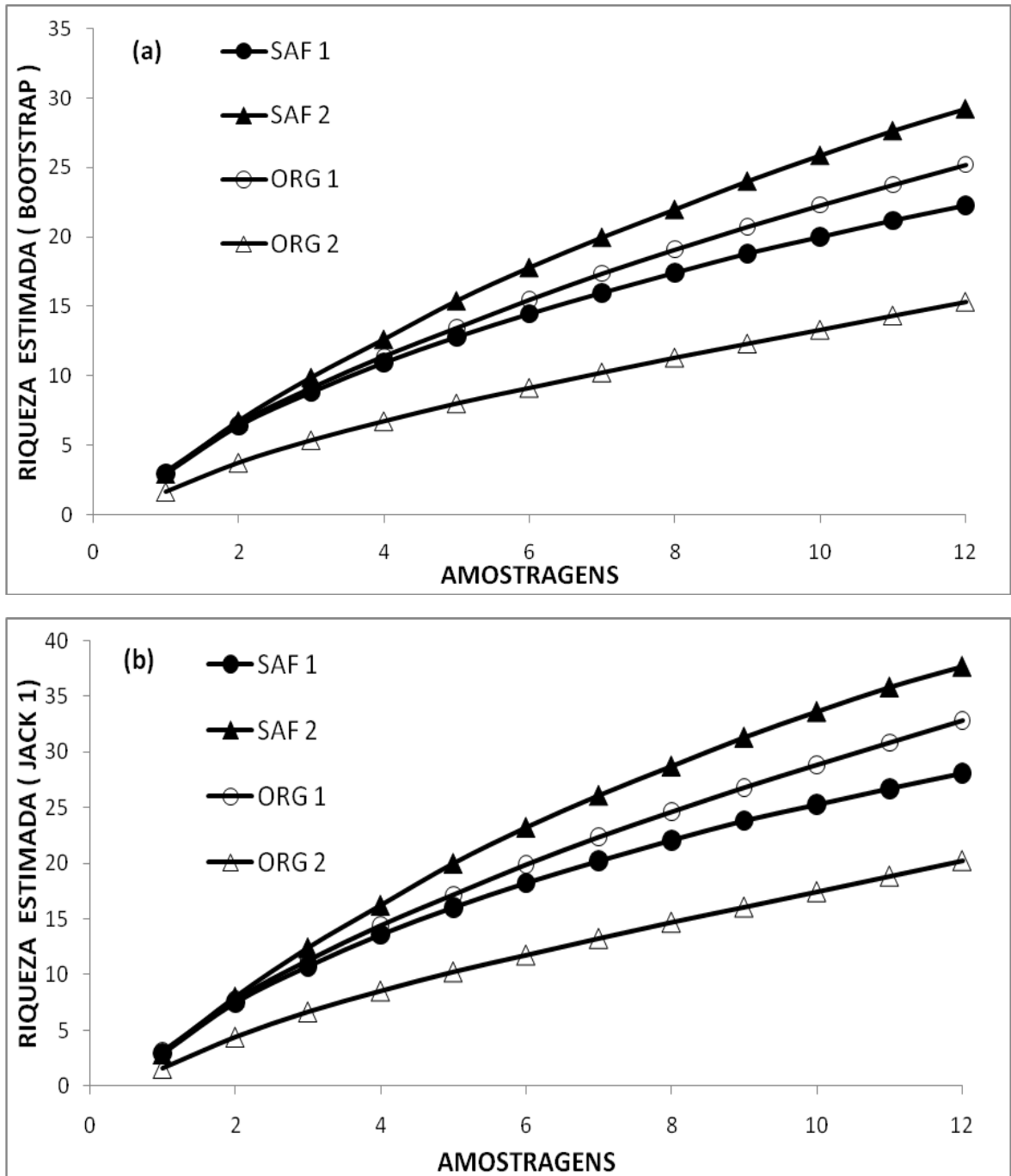


FIGURA 4: Estimadores da riqueza de espécies de insetos coletados em em dois pomares orgânicos (ORG 1 e ORG 2) e dois pomares agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. (a) Bootstrap; (b) Jackknife 1st order.

Curvas em ascensão demonstram que parte da fauna não foi amostrada, não se atingindo a suficiência amostral. Isso mostra que para a realização de um inventário mais completo desta fauna, um esforço amostral maior é necessário. Entretanto, essas curvas são

características de amostragens de artrópodos em regiões tropicais, onde a riqueza geralmente é muito grande, sempre surgindo novas espécies a cada amostragem (Novotny & Basset, 2000; Gotelli & Colwell, 2001).

#### **4.4 Distribuição de abundância**

Considerando-se apenas os insetos não-formicídeos, apenas cinco espécies tiveram abundância igual ou superior a quatro (4) indivíduos coletados. Houve mais cinco espécies com três (3) registros, sendo o restante duplicatas (9 espécies – 25,0%) e unicatas (17 espécies – 47,2%) (Figura 5a). O pico de abundância se deve a um cocinelídeo não identificado, amostrado pelo menos uma vez em todos os pomares estudados (Apêndice 1).

Um alto número de *singletons* e *doubletons* é bastante comum em estudos de artrópodos tropicais, pois a riqueza de espécies é grande, os organismos são móveis, relativamente inespecíficos no uso das plantas, comportam-se como visitantes ocasionais nas plantas amostradas, ou são realmente raros (Novotny & Basset, 2000). Como exemplo deste padrão pode ser citado o resultado do estudo da diversidade de artrópodos galhadores em uma mata subtropical (Dalbem & Mendonça Jr., 2006), no qual mais de 50% dos morfotipos coletados foram *singletons* e *doubletons*, mesmo sendo organismos sésseis e específicos no uso das plantas (Carneiro et al., 2009). Como os organismos estudados no presente trabalho são móveis, é de se esperar que os *singletons* e *doubletons* sejam mais abundantes, já que podem ser visitantes ocasionais nas plantas amostradas. Este resultado também pode ser um subproduto da insuficiência amostral: além de algumas espécies presentes no agroecossistema não terem sido coletadas, outras foram coletadas em números muito reduzidos.



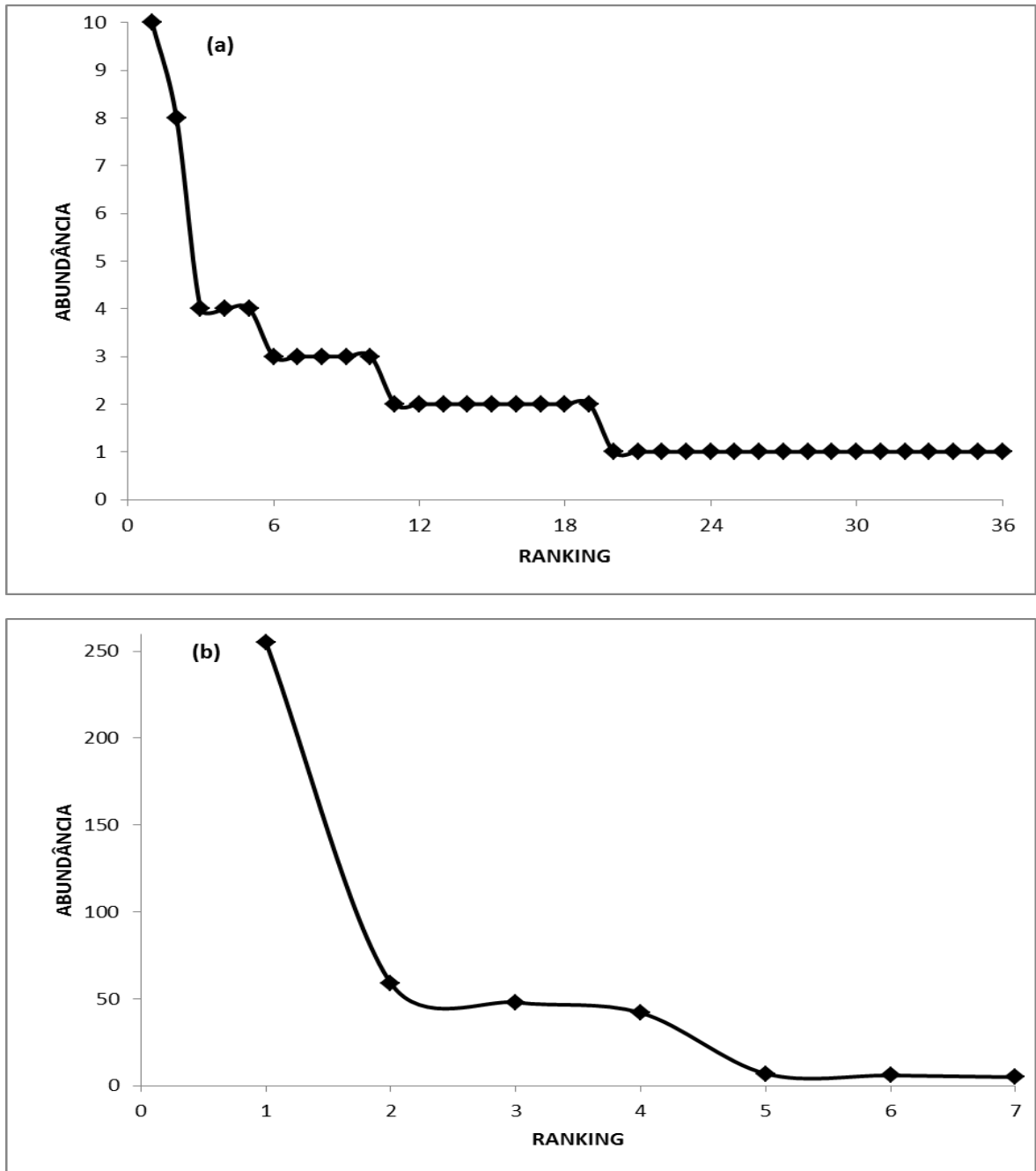


FIGURA 5. Curva de distribuição de abundância de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009. (a) Abundância de insetos predadores excluindo-se Formicidae (Hymenoptera). (b) Abundância de insetos predadores pertencentes a Formicidae.

Dentro da família Formicidae, a abundância variou bastante (Figura 5b), com 255 formigas da espécie *Camponotus* sp.1, e apenas cinco (5), seis (6) e sete (7) indivíduos das espécies *Camponotus* sp.3, *Crematogaster* sp.1 e *Camponotus rufipes*, respectivamente.

Como as formigas são insetos sociais, em geral bastante numerosos, isto se reflete na maior densidade de organismos coletados neste grupo. Sua estabilidade, organização social e comportamento de forrageamento são consideradas características positivas para que respondam rapidamente à densidade de presas (Way & Khoo, 1992).

#### 4.5 Índices de diversidade entre pomares

O pomar SAF 2 teve a maior riqueza e o maior índice de Margalef, SAF 1 teve os maiores índices de diversidade de Shannon e Simpson, enquanto que o pomar ORG 1 teve a maior abundância (Tabela 3).

TABELA 3. Índices de diversidade de insetos predadores coletados em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

	SAF 1	SAF 2	ORG 1	ORG 2
<b>Riqueza</b>	18	23	20	12
<b>Abundância</b>	104	99	266	33
<b>Shannon (H)</b>	1,87	1,767	1,153	1,659
<b>Simpson_(1-D)</b>	0,753	0,6271	0,4506	0,6483
<b>Margalef</b>	3,66	4,788	3,403	3,146

A maior diversidade em SAF 1 se deve a maior equitabilidade da comunidade de insetos predadores neste pomar, uma vez que sua riqueza foi a terceira maior entre os quatro pomares amostrados. Estes resultados indicam que o manejo agroflorestal em estágio avançado pode propiciar o estabelecimento de uma diversidade de insetos predadores, pois a presença de vegetação nativa dentro do pomar, através de uma maior complexidade estrutural da vegetação e diversidade florística, provê recursos alternativos e refúgios para estes organismos (Altieri, 1999; Gurr, 2003).

A diversidade em SAF 2 se deve a riqueza e equitabilidade nas populações de espécies de insetos predadores na comunidade deste pomar. Uma possível razão para a existência de segunda maior diversidade neste é a presença de uma mata ciliar relativamente bem preservada próxima ao pomar, possivelmente servindo como refúgio e provedora de recursos alternativos para inimigos naturais (Altieri, 1999; Bianchi *et al.*, 2006). Remanescentes de ambientes naturais ou semi-naturais também beneficiam a conservação da biodiversidade em geral: servem de habitat para espécies especialistas, como *stepping stones*, e refúgios de hibernação e oviposição (Duelli & Obrist, 2003). Elliott *et al.* (2002) concluíram que variáveis descrevendo a paisagem de agroecossistemas de alfafa explicaram boa parte da variação de populações de cinco (5) espécies de insetos predadores. Além disso, o manejo agroflorestal com plantas nativas dentro do pomar pode contribuir para a existência de tais populações.

Já os índices mais baixos de diversidade em ORG 1 se devem provavelmente a grande abundância de duas espécies de formigas do gênero *Camponotus* (Apêndice 1), enquanto que o índice de Margalef, que privilegia a riqueza de espécies (Moreno, 2001), é mais alto em ORG 1 (que foi mais rico) do que em ORG 2.

Os índices de diversidade maiores em SAF 1 e SAF 2 indicam que nos sistemas agroflorestais há uma maior diversidade de insetos predadores, sugerindo que este manejo propicia a manutenção destes organismos no agroecossistema. Em um trabalho no México, comparando distintas formas de manejo de agroecossistemas com o café como cultura principal, Philpott *et al.* (2006) mostrou que as formigas eram mais ricas e diversas nos pomares classificados de policulturas tradicionais do que nas policulturas comerciais, e mais ainda do que as monoculturas sombreadas. Essas diferenças se relacionaram com o sombreamento dos agroecossistemas e a diversidade da vegetação. Da mesma forma,

Delabie *et al.* (2007) afirma que agroflorestas de cacau na Bahia contribuem para a manutenção de uma alta diversidade de formigas. Entretanto, tais diferenças nem sempre se refletem na redução da abundância de herbívoros e seus danos nas plantas cultivadas, ocorrendo por vezes a redução de alguns grupos de herbívoros, e um aumento de outros (Philpott *et al.*, 2008b).

Uma maior diversidade de predadores é importante de duas maneiras: aumenta a probabilidade que predadores importantes se encontrem na comunidade; e suas distintas dietas e comportamentos de forrageamento contribuem para sua função no controle biológico natural (Hooper *et al.*, 2005). Assim, podem propiciar o aumento da produtividade, um dos principais objetivos do controle de pragas, através da redução da densidade de herbívoros (Cardinale *et al.*, 2003).

Quando a riqueza de insetos predadores coletados em cada sistema de manejo é analisada em função do número de indivíduos, os sistemas agroflorestais surgem como os mais ricos numa subamostra de 203 indivíduos (Figura 6). Segundo Gotelli & Colwell (2001) esta é outra maneira de comparar a riqueza de espécies entre comunidades: são os indivíduos, e não as amostras, que carregam informação taxonômica, e o número de indivíduos pode variar sistematicamente entre habitats ou comunidades. Quando a riqueza de espécies é analisada em função do número de amostras, o que surge é a indicação da *densidade de espécies*, mostrando quantas espécies aparecem concentradas em uma dada amostra do habitat. Isso parece ser o que ocorreu no presente estudo, pois o pomar ORG 1 foi o segundo mais rico, contribuindo para a riqueza nos pomares com manejo orgânico, porém isso se deveu à maior abundância absoluta e a alta abundância de algumas espécies de formigas. Este resultado sugere a existência de uma maior riqueza de insetos predadores nos pomares com manejo agroflorestal.

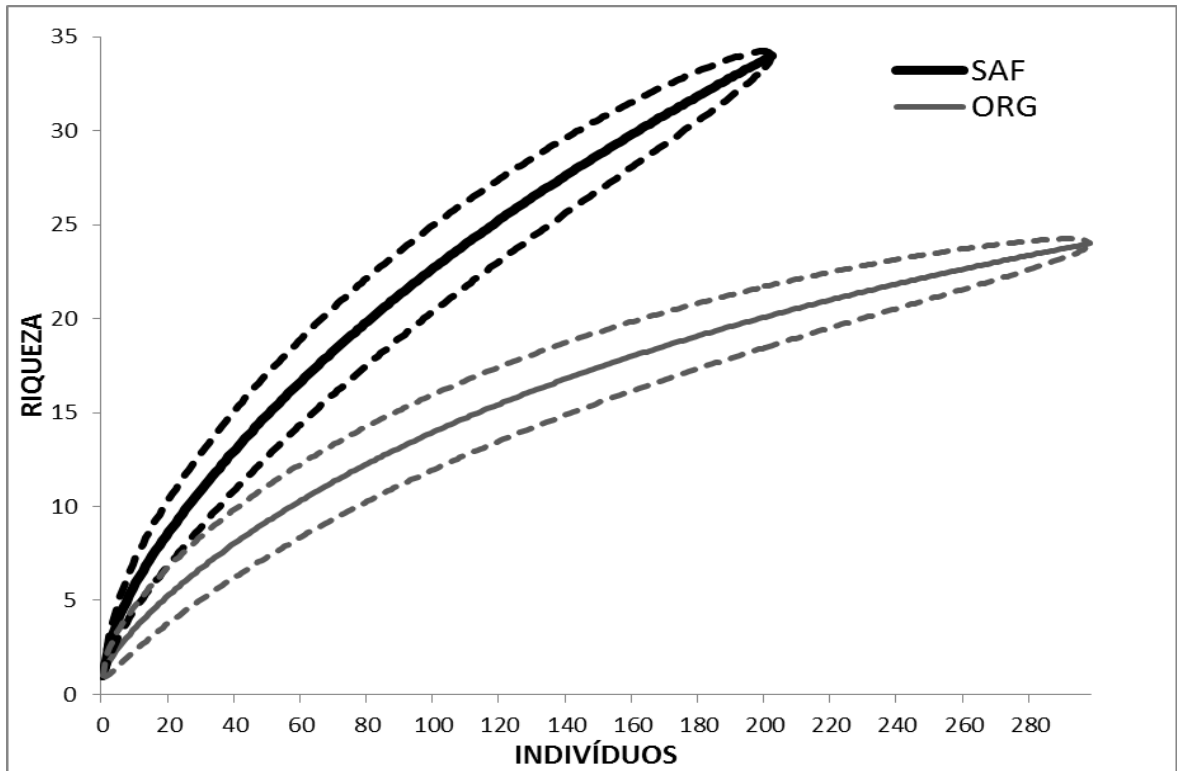


FIGURA 6. Rarefação baseada em indivíduos de insetos predadores coletados em dois sistemas de manejo de cultivos de citros nos municípios de Montenegro e Tupandi, de novembro de 2008 a outubro de 2009. As linhas pontilhadas acima e abaixo de cada curva correspondem ao erro padrão.

Quando a riqueza dos diferentes grupos é identificada por pomar, pode ser discernido uma leve tendência de maior riqueza no SAF 1 e SAF 2 (Figura 7). A riqueza de coccinélidos foi maior em SAF 2, enquanto a de reduvídeos foi maior em SAF 1. Em SAF 1 não foi coletado nenhum estafilínido, e somente em SAF 1 e SAF 2 foram coletados carabídeos e forficulídeos. Quanto aos nabídeos, foram coletados somente em ORG 1 e ORG 2.

A maior riqueza de Coccinellidae em SAF 2 pode ter origem na presença de vegetação nativa ao redor do pomar como refúgio no inverno, que para este grupo tipicamente ocorre em habitats lenhosos naturais ou seminaturais (Hoodek & Honek, 1996 *apud* Elliott *et al.*, 2002).

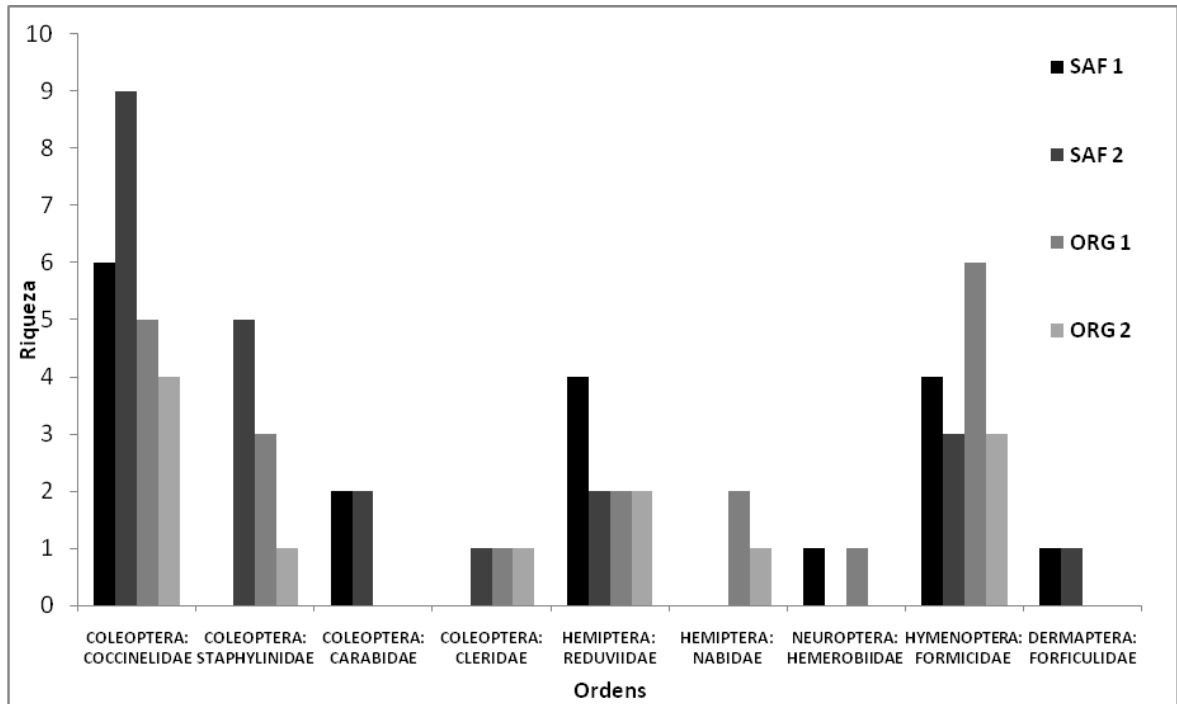


FIGURA 7. Riqueza de espécies de famílias de insetos predadores em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

A maior riqueza de formicídeos em ORG 1 provavelmente se deve ao grande volume de plantas espontâneas presentes durante o estudo: na primavera e no verão, a vegetação espontânea não foi roçada e chegou a passar de 1m de altura em fevereiro. Como esses insetos foram coletados majoritariamente com a rede de varredura e são encontrados na vegetação espontânea, esta provavelmente ofereceu um habitat de maior qualidade para estes grupos. Altieri *et al.* (2003) comenta que campos de cultivo com uma cobertura densa de invasoras usualmente tem mais artrópodos predadores. Semelhante resultado foi obtido por Cerdá *et al.* (2009) que, comparando a fauna de formigas em diferentes pomares de citros, obteve uma maior diversidade de espécies nos pomares com maior incidência de plantas espontâneas. Esta pode ser a razão para a maior abundância de insetos predadores em ORG 1: foram coletadas muitas formigas na vegetação espontânea.

#### 4.6 Sazonalidade

A estação mais rica e abundante de insetos predadores foi a primavera, com 26 espécies e 219 indivíduos coletados e também com maior índice de diversidade de Margalef, enquanto que o outono, apesar de ter sido a estação menos rica e abundante, teve os maiores índices de diversidade de Shannon e de Simpson (Tabela 4).

TABELA 4. Índices de diversidade de insetos predadores coletados por estação em quatro pomares cítricos nos municípios de Montenegro e Tupandi, RS, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

ESTAÇÕES	PRIMAVERA	VERÃO	OUTONO	INVERNO
MESES	nov/08 – set/09 – out/09	dez/08 – jan/09 – fev/09	mar/09 – abr/09 – mai/09	jun/09 – jul/09 – ago/09
Riqueza	26	16	11	15
Abundância	219	90	42	130
Shannon (H)	1,791	1,332	1,973	1,548
Simpson_(1-D)	0,6491	0,4983	0,8107	0,6714
Margalef	4,639	3,333	2,675	2,876

Quando a riqueza é analisada em função do número de indivíduos, o outono aparece como a estação mais rica numa subamostra de 42 indivíduos; entretanto, mostra uma tendência de estabilização da riqueza, enquanto que as outras curvas seguem em ascensão. (Figura 8). De qualquer forma, não houve diferença significativa entre a riqueza nas diferentes estações do ano (dados não-apresentados).

No fim do outono e no inverno foram coletados poucos insetos, provavelmente devido ao clima anormalmente seco e frio para estas estações no período amostrado (Apêndice 3). A maior riqueza e abundância no inverno em relação ao outono se deve à coleta no final de agosto, mês que possui fotoperíodo, insolação e temperaturas primaveris.

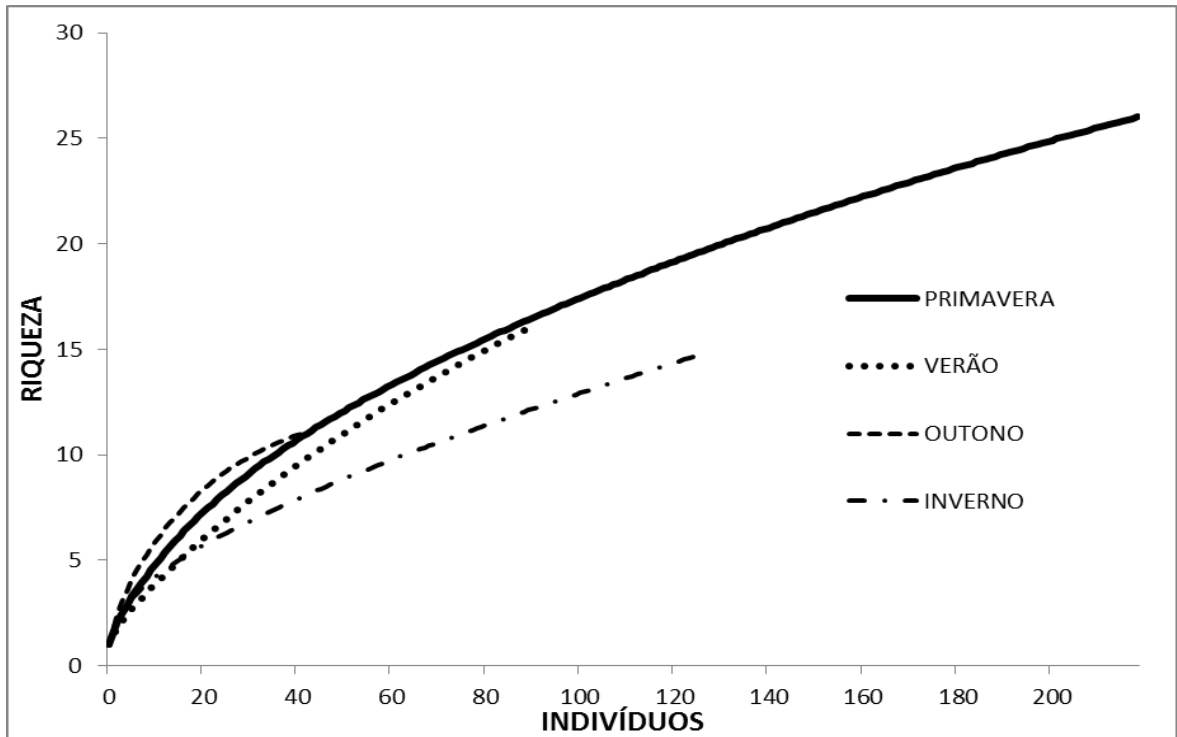


FIGURA 8. Riqueza por abundância coletada de insetos predadores por estação em quatro pomares de citros nos municípios de Montenegro e Tupandá, de novembro de 2008 a outubro de 2009.

A primavera é tradicionalmente o período com maior abundância de insetos, pois é a época onde fatores abióticos como a temperatura e o fotoperíodo aumentam, propiciando condições favoráveis para crescimento, reprodução e dispersão dos insetos de modo geral (Speight *et al.*, 1999). Assim, muitos destes organismos saem do estado de hibernação ou latência em que passam o inverno. Além disso, é nesta estação que ocorre o principal fluxo de brotação no citros (Koller, 1994), disponibilizando grande quantidade de recursos alimentares para espécies fitófagas, presas potenciais para os insetos predadores. Entretanto, algumas espécies podem ser mais abundantes no inverno, devido à disponibilidade de presas e à chegada da primavera, como no caso do cocinelídeo exótico *H. axyridis* no Estado do Paraná (Martins *et al.*, 2009).



#### 4.7 Similaridade entre pomares e estações

Os testes ANOSIM mostraram que a composição faunística é significativamente distinta entre os pomares (*mean rank within*: 48,6; *mean rank between*: 63,5;  $r = 0,249$ ;  $p = 0,0098$ ), mas não entre as estações (*mean rank within*: 63,3; *mean rank between*: 59,8;  $r = -0,0582$ ;  $p = 0,7389$ ). A análise de agrupamento mostrou maior proximidade entre as amostragens no SAF 1 e em ORG 1, e um agrupamento entre as amostragens de primavera em ORG 1 e ORG 2, não ficando claro um padrão em relação aos outros pomares nas diferentes estações do ano (Figura 9).

Estes resultados mostram que a composição da fauna entre os pomares é distinta, assim como a composição da fauna na primavera. Isso sugere que os pomares são unidades amostrais independentes, sendo válidas as comparações entre os distintos locais e formas de manejo. Entre os pomares, a análise de grupamento mostrou que em SAF 1 e ORG 1 a composição é mais semelhante ao longo tempo. Em SAF 1, isso pode ser um subproduto da maior diversidade, enquanto que em ORG 1 isso provavelmente se deve ao grande número de formigas coletadas na primavera e no verão (Apêndice 1). No que tange a primavera, isso provavelmente se deve a maior diversidade nesta estação, com muitos insetos entrando nos seus períodos de atividade.

No geral, houve grande variabilidade na fauna presente nos distintos pomares e nas distintas ocasiões de coleta, mostrando que cada pomar tem uma fauna particular de insetos predadores, ou seja, a heterogeneidade de habitats é grande dentro dos agroecossistemas cítricos estudados.



## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem que o sistema de manejo agroflorestal possibilita o estabelecimento de uma maior diversidade da fauna de insetos predadores do que o manejo orgânico.

A composição da fauna dos pomares é distinta, provavelmente devido a distância entre as propriedades, ou talvez em decorrência da insuficiência amostral.

Os grupos de predadores de maior importância são Coccinelidae (Coleoptera) e Formicidae (Hymenoptera). São encontrados em distintos estratos nos pomares: o primeiro é mais rico e abundante nas árvores de citros, enquanto o último é mais rico e abundante na vegetação espontânea.

Os dois métodos de amostragem se complementam para coletar a fauna presente no agroecossistema de forma mais completa.

A vegetação do entorno e as plantas espontâneas parecem contribuir para a diversidade de insetos predadores; o volume destas últimas parece ter influência sobre a densidade de algumas espécies desta guilda.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para se atingir a suficiência amostral, é necessário um esforço amostral maior. Ou as saídas devem ser realizadas quinzenalmente, que trariam dados mais completos no tempo, mas exige um esforço maior de logística; ou devem ser feitas mais amostras por saída a campo, o que torna a amostragem espacialmente mais completa dentro dos pomares, e requer apenas um pequeno esforço adicional em campo.

Para aumentar a robustez dos resultados obtidos, a coleta em mais pomares é interessante, pois aumenta o n amostral. As amostragens poderiam ser mais densas e se concentrar na primavera e no verão, época de maior abundância de insetos, deixando o outono e o inverno para a triagem destes no laboratório.

Pode ser interessante comparar estas formas de manejo com pomares convencionais, pois provavelmente as diferenças seriam mais marcantes.

Uma análise de paisagem utilizando imagens de satélite poderia permitir discernir melhor os efeitos da vegetação do entorno sobre este grupo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop protection**, Guildford, v. 1, p. 405-430, 1982
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 19-31, 1999
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto : Holos, 2003. 226 p.
- AMBROSE, D.P. *et al.* Redescription, biology, life table, behaviour and ecotypism of *Sphedanolestes minusculus* Bergroth (Hemiptera: Reduviidae). **Entomology Croatia**, Croatia, v. 10, p. 47-66, 2006.
- ANDERSEN, A.; ELTUN, R. Long-term developments in carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, p. 51-56, 2000.
- ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.36, p. 561-586, 1991
- ARAÚJO-VIEIRA, M.; ALMEIDA, L.M. de. Estudo das espécies brasileiras de *Cycloneda* Crotch (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 550-568, 2006.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecología**: individuos, poblaciones y comunidades. Barcelona : Omega, 1998. 886p.
- BERRY, N.A.; WRATTEN, S.D.; MCERLICH, A.; FRAMPTON, C. Abundance and diversity of beneficial arthropods in conventional and “organic” carrot crops in New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 24, p. 307-313, 1996

BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A.I. Parasitóides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 29-41.

BIANCHI, J.J.A.; BOOIJ, C.J.H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v.273, p. 1715-1727, 2006.

BONINE, P.D.; JOÃO, P.L. **Estudo da cadeia produtiva dos citros no Vale do Caí/RS**. Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2002. 46p.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **An introduction to the study of insects**. Austin, Holt: Rinehart and Winston, 1964. 819p.

CARDINALE, B.J. *et al.* Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. **Ecology Letters**, Oxford, v. 6, p. 857-865, 2003.

CARNEIRO, M.A.A. *et al.* Are gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) host-plant specialists? **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 3, p. 365-378, 2009.

CARVALHO, G.A. *et al.* Efeitos de inseticidas na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 699-706, 2003.

CERDA, X.; PALACIOS, R.; RETANA, J. Ant Community Structure in Citrus Orchards in the Mediterranean Basin: Impoverishment as a Consequence of Habitat Homogeneity. **Environmental Entomology**, College Park, v. 38, n. 2, p. 317-324, 2009.

CIVIDANES, F.J. *et al.* Faunistic analysis of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in five agroecosystems in northeastern São Paulo state, Brazil. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 8, p. 954-958, 2009.

COLWELL, R.K.. **EstimateS. Statistic estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2. Disponível em: <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>. Acesso em: 2006.

CONSUEGRA, N.P. **Manejo ecológico de plagas**. La Habana : Universidad Agraria de La Habana, 2004. 296p.

DALBEM, R.V.; MENDONÇA JR., M DE S. Diversity of Galling Arthropods and Host Plants in a Subtropical Forest of Porto Alegre, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 616-624, 2006.

DALGAARD, T.; HUTCHINGS, N.J.; PORTER, J.R. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 100, p. 39-51, 2003.

DELABIE, J.H.C. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): and overview. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 501-506, 2001.

DELABIE, J.H.C *et al.* Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 16, p. 2359-2384, 2007.

DIAMOND, J. **Colapso**: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2005. 685p.

DUELLI, P.; OBRIST, M.K. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 4, p. 129-138, 2003.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, Dordrecht, v. 46, p. 387-400, 2001.

ELLIOT, N.C.; KIECKHEFER, R.; KAUFFMAN, W. Effects of an invading coccinellid on native coccinellids in an agricultural landscape. **Oecologia**, Berlin, v. 105, p. 537-554, 1996.

ELIOTT, N.C. *et al.* Predator abundance in alfalfa fields in relation to aphids, within-field vegetation, and landscape matrix. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 2, p. 253-260, 2002.

ELLIOTT, N.C. *et al.* D-vac sampling for predatory arthropods in winter wheat. **Biological Control**, Orlando, v. 38, p. 325-330, 2006.

EUBANKS, M.D. *et al.* Intraguild predation of beneficial arthropods by red imported fire ants in cotton. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 6, p. 1168-1174, 2002.

FAO. **Oranges**; Tangerines, mandarins, clementines and satsumas; lemons and limes; grapefruit and pomelos. Rome, 2003. 87 p. (Production Yearbook).

FAUVEL, G. Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 275-303, 1999.

FREEMARK, K.E.; BOUTIN, C.; KEDDY, C.J. Importance of farmland habitats for conservation of plant species. **Conservation Biology**, Boston, v. 16, n. 2, p. 399-412, 2002.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. 10. ed. Piracicaba : FEALP, 2002. 920p.

GIL-SANTANA, H.R.; ZERAIK, S.O. Reduviidae de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil (Hemiptera, Heteroptera). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p. 121-128, 2003.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre : Ed. da UFRGS, 2005. 653 p.

GOSTCH, E. **Break-through in agriculture**. 1994. Disponível em: <<http://www.agrofloresta.net/bibliotecaonline/index.htm>>. Acesso em: 06 jan. 2010.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, p. 379-391, 2001.

GRAZIANO, F. **Os números da citricultura**. São Paulo : Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, 1997. 72p.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v.4, p.107-116, 2003.

GUZMÁN, E.S.; CASADO, G.G.; MORALES, J.; EQUIPO ISEC. La acción social colectiva en agroecología. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA: agricultura ecológica y desarrollo rural, 2., 1996, Pamplona. Pamplona-Iruña, 1996. p. 41-49

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: Paleontological statistics software Packaged for education and data analysis. Version 1.94b. **Palaentologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9. 2001. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>>. Acesso em: 2009.

HOODEK, I.; HONEK, A. **Ecology of Coccinelidae**. Dordrecht: Kluwer, 1996. 464 p.

HOOPER, D.U. *et al.* Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 75, p. 3-35, 2005.

HUANG, W. *et al.* Agroforestry for biodiversity conservation of nature reserves: functional group identification and analysis. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 55, p. 65-72, 2002.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: Culturas temporárias e permanentes. 2005. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 09 jan. 2010.

IPAGRO. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989.102 p.



- JAHNKE, S. M. **Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de citros em Montenegro, RS.** 2004. 102f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- KOLLER, O. C. **Citricultura:** laranja, limão e tangerina. Porto Alegre : Rigel, 1994. 446 p.
- KUMAR, B.M. Agroforestry: the new old paradigm for Asian food security. **Journal of Tropical Agriculture**, Ibaraki, v.44, p.1-14, 2006.
- LANDIS, D.A.; HAAS, M.J. Influence of landscape structure on abundance and within-field distribution of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larval parasitoids in Michigan. **Environmental Entomology**, College Park, v.21, p.409-416. 1992.
- LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.45, p.175-201, 2000.
- LATTIN, J.D. Bionomics of the Nabidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.34, p.383-400, 1989.
- LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 640-645, 2005.
- LOSEY, J.E.; DENNO, R.F. Positive predator-predator interactions: enhanced predation rates and synergistic suppression of aphid populations. **Ecology**, Tempe, v. 79, p. 2143-2152, 1998.
- LÖVEI, G.L.; SUNDERLAND, K.D. Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 231-256, 1996.
- MAGURRAN, A.E.. **Ecological Diversity and its measurement.** London : Croom Helm, 1988. 179 p.
- MAJERUS, M.E.N. *et al.* Interactions between ants and aphidophagous and coccidophagous ladybirds. **Population Ecology**, Tokyo, v. 49, p. 15-27, 2007.
- MARINONI, R.C.; GANHO, N.G.; MONNÉ, M.L.; MERMUDES, J.R.M. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta):** compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 64p.
- MARTINS, C.B.C *et al.* *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian Coccinelidae? **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 663-671, 2009.

MDA; PRONAF. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**: Introdução geral, classificação e breve caracterização de SAFs e práticas agroflorestais. Brasília, 2007 Disponível em: <<http://redeagroecologia.cnptia.embrapa.br/biblioteca/agroflorestas/>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

METZGER, J. P. *et al.* Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 2, 2006.

MICHAUD, J.P. Biological control of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: a preliminary report. **Entomological News**, Philadelphia, v. 113, n. 3, p. 216-222, 2002.

MITCHELL, J.F.; STONER, G.R.; REYNOLDS, J.H. Predator diversity dampens trophic cascades. **Nature**, London, v. 429, p. 407-410, 2004.

MORAIS, R.M.; BARCELLOS, A.; REDAELLI, L.R. Insetos predadores em copas de *Citrus deliciosa* (Rutaceae) sob manejo orgânico no sul do Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 4, p. 419-424, 2006.

MORENO, C.E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza : CITED : Unesco & SEA, 2001. 84p. M & T Manuales y Tesis SEA.

NOVOTNY, V.; BASSET, Y. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. **Oikos: a Journal of Ecology**, Copenhagen, v. 89, p. 564-572, 2000.

OBRYCKI, J.J.; KRING, T.J. Predaceous Coccinelidade in biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 46, p. 295-321, 1998.

PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. **Ecological Applications**, Tempe, v. 5, p. 1084-1097, 1995

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; HANSON, P.; CARTÍN, V. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 935-945, 1997

PERUMALSAMY, K. *et al.* Life table and predation of *Oligota pygmaea* (Coleoptera: Staphylinidae) a major predator of the red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acarina: Tetranychidae) infesting tea. **Biological Control**, Oxford, v. 51, p. 96-101, 2009.

PHILPOTT, S.M.; DIETSCH, T. Coffee and conservation: a global context and the value of farmer involvement. **Conservation Biology**, Boston, v. 17, n. 6, p. 1844-1846, 2003.

PHILPOTT, S.M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 15, p. 139-155, 2006.

PHILPOTT, S.M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Behavioral diversity of predatory arboreal ants in coffee agroecosystems. **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 1, p. 181-191, 2008a.

PHILPOTT, S.M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Effects of predatory ants on lower trophic levels across a gradient of coffee management complexity. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 77, p. 505-511, 2008b.

PIMENTEL, D.A. *et al.* Conservating biological diversity in agricultural/forestry systems. **Bioscience**, Washington, v. 42, p. 354-362, 1992.

PIÑOL, J. *et al.* Effects of the concurrent exclusion of ants and earwigs on aphid abundance in an organic citrus grove. **BioControl**, Dordrecht, v. 54, p. 515-527, 2009.

POLAND, T.M.; BORDEN, J.H. Attraction of a bark beetle predator, *Thanasimus undulates* (Coleoptera: Cleridae), to pheromones of the spruce beetle and two secondary bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, Victoria, v. 94, p. 35-41, 1994.

POWELL, W.; WALTON, M.P.; JERVIS, M.A. Populations and communities. In: JERVIS, M.; KIDD, N (Eds). **Insect Natural Enemies**. London : Chapman & Hall, 1996. p. 223-259.

RASUL, G.; THAPA, G.B. Financial and economic suitability of agroforestry as an alternative to shifting cultivation: The case of the Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. **Agricultural Systems**, Essex, v.91, p. 29-50, 2006.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 5.ed. New York : W.H. Freeman and Company, 2001. 503 p.

RODRIGUES, W.C.; CASSINO, P.C.R.; SILVA FILHO, R. Ocorrência e distribuição de coccinélidos (Coleoptera, Coccinellidae) associados às plantas cítricas no Estado do Rio de Janeiro. **Entomobrasilis**, Vassouras, v. 1, n. 2, p. 23-27, 2008.

SANTOS, J.P. dos. *et al.* Parasitóides de lepidópteros minadores presentes em plantas de crescimento espontâneo em pomar orgânico de citros em Montenegro – RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 80 -84, 2007.

SHANKAR, A.V. *et al.* Homegardening and access to animals in households with xerophthalmic children in rural Nepal. **Food and Nutrition Bulletin**, Tokyo, v.19, p. 34-41, 1998.

SILVA, P.P.V. da. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado – Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVEIRA-NETO, S. *et al.* **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo : Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

- SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. de. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antonio – SP – sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 37-69, 2001.
- SILVIE P.; BÉRENGER J.M.; ABERLENC H.P. Os Reduviidae identificados nos sistemas de cultivo algodoeiro (Estado de Mato Grosso, Brasil). In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9., 2005, Recife. **Anais...** Recife, 2005. Recife, 2005. p. 166.
- SPEIGHT, M.R.; HUNTER, M.D.; WATT, A.D. **Ecology of insects: concepts and applications**. London : Blackwell Science, 1999. 350 p.
- TAUBER, M.J. *et al.* Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). **American Entomologist**, Lanham, v. 46, p. 26-38, 2000.
- VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS, T.S. Jr. **Biological control**. New York : Chapman & Hall, 1996. 539 p.
- WAY, M.J., KHOO, K.C. Role of ants in pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 37, p. 479-503, 1992.
- WILSON, L.T.; GUTIERREZ, A.P. Within-plant distribution of predators on cotton: comments on sampling and predator efficiencies. **Hilgardia**, California, v. 48, p. 1-11, 1980.
- WOLFF, V.R. dos S. *et al.* Inimigos naturais associados a Diaspididae (Hemiptera, Sternorrhyncha), ocorrentes em *Citrus sinensis* (Linnaeus) Osbeck, no Rio Grande do Sul, Brasil: I – Joaninhas e fungos entomopatogênicos. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 355-361, 2004.
- ZAHOR, M.K. *et al.* Biodiversity of predaceous coccinellids and their role as bioindicators in an agro-ecosystem. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 5, n. 4, p. 555–559, 2003.

## 8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Abundância de insetos predadores por pomar (SAF 1, SAF 2, ORG 1, ORG 2), por estação (PRI: primavera; VER: verão; OUT: outono; INV: inverno;), e por método de amostragem (G: guarda-chuva japonês; V: rede de varredura):

	PRI - G	PRI - V	VER - G	VER - V	OUT - G	OUT - V	INV - G	INV - V
<b>SAF 1</b>								
<b>COLEOPTERA</b>								
<b>COCCINELIDAE</b>								
<i>Cycloneda pulchella</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cycloneda sanguinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psyllobora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
Coccinelidae indet. 1	0	0	0	0	0	0	1	0
Coccinelidae indet. 2	2	0	2	0	0	0	1	0
Coccinelidae indet. 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Coccinelidae indet. 4	0	0	0	0	0	0	1	0
Coccinelidae indet. 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Coccinelidae indet. 6	0	0	0	0	1	1	0	0
Coccinelidae indet. 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Coccinelidae indet. 8	0	1	0	0	0	0	0	0
Coccinelidae indet. 9	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>STAPHYLINIDAE</b>								
Staphylinidae indet. 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae indet. 8	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CARABIDAE</b>								
<i>Agra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
Cicindelinae indet. 1	0	0	0	1	0	0	0	0

continuação APÊNDICE 1. Abundância de insetos predadores por pomar (SAF 1, SAF 2, ORG 1, ORG 2), por estação (PRI: primavera; VER: verão; OUT: outono; INV: inverno;), e por método de amostragem (G: guarda-chuva japonês; V: rede de varredura):

	PRI - G	PRI - V	VER - G	VER - V	OUT - G	OUT - V	INV - G	INV - V
Carabidae indet. 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Carabidae indet. 2	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>CLERIDAE</b>								
Cleridae indet. 1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>HEMIPTERA</b>								
<b>REDUVIIDAE</b>								
<i>Debilis longa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ricolla quadrispinosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Zelus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
Reduviidae indet. 1	0	0	0	1	0	0	0	0
Reduviidae indet. 2	0	0	0	1	0	1	0	0
Reduviidae indet. 3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NABIDAE</b>								
Nabidae indet. 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nabidae indet. 2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NEUROPTERA</b>								
<b>HEMEROBIIDAE</b>								
Hemerobiidae indet. 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemerobiidae indet. 2	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>HYMENOPTERA</b>								
<b>FORMICIDAE</b>								
<i>Camponotus rufipes</i>	0	0	1	0	1	0	3	0
<i>Camponotus</i> sp.1	4	19	2	0	2	2	2	10
<i>Camponotus</i> sp.2	0	1	0	0	2	6	0	0
<i>Camponotus</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crematogaster</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	13	9	0	3	1	1	0	2
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>DERMAPTERA</b>								
<b>FORFICULIDAE</b>								
<i>Doru luteipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>SAF 2</b>								
<b>COLEOPTERA</b>								
<b>COCCINELIDAE</b>								
<i>Cycloneda pulchella</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cycloneda sanguinea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psyllobora</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0













APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):

## 1. COLEOPTERA

### 1.1 COCCINELIDAE



*Cycloneda pulchella*



*Cycloneda sanguinea*



*Psyllobora sp.*



**Coccinélidade indet. 1**

continuação APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):



**Coccinellidae indet. 2**



**Coccinellidae indet. 4**



**Coccinellidae indet. 3**



**Coccinellidae indet. 5**

continuação APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):



**Coccinellidae indet. 6**



**Coccinellidae indet. 8 (élitros)**

## 1.2 STAPHYLINIDAE



**Staphylinidae indet. 1**



**Staphylinidae indet. 2**

continuação APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):



**Staphylinidae indet. 3**



**Staphylinidae indet. 5**

### 1.3 CARABIDAE



**Cicindelinae indet. 1**



**Staphylinidae indet. 4**



**Staphylinidae indet. 6**



**Carabidae indet. 1**

continuação APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):



**Carabidae indet. 2**

**1.4 CLERIDAE**



**Cleridae indet. 1**

**2. HEMIPTERA**

**2.1 REDUVIIDAE**



***Ricolla quadrispinosa***



**Reduviidae indet. 2**

**2.2 NABIDAE**



**Nabidae indet. 1**



**Nabidae indet. 2**



continuação APÊNDICE 2. Fotografias digitais das morfoespécies de insetos predadores coletados (as barras verticais correspondem a 1mm):

### 3. NEUROPTERA

#### 3.1 HEMEROBIIDAE



*Hemerobiidae indet. 1*



*Solenopsis sp.*

### 4. HYMENOPTERA

#### 4.1 FORMICIDAE



*Camponotus sp.*



*Pseudomyrmex sp.*

### 5. DERMAPTERA

#### 5.1 FORFICULIDAE



*Doru luteipes*

APÊNDICE 3. Temperatura (°C) e pluviosidade (mm) médias mensais de 1971 a 2000 e no período do estudo (novembro de 2008 a outubro de 2009) na estação metereológica da FEPAGRO em Taquari, RS:

MESES	Pluviosidade Média 1971/2000	Pluviosidade Média no Período do Estudo*	Temperatura Média 1971/2000	Temperatura Média no Período do Estudo*
Janeiro	138	201,5	25,1	22,5
Fevereiro	126,7	78,7	25,1	22,7
Março	110,4	89,3	23,5	21,8
Abril	130,8	11	20,2	18,5
Mai	106	78,8	17,1	14,7
Junho	161,7	63,6	14,5	9,4
Julho	152,3	94	14,8	**
Agosto	136,3	221,2	15,4	**
Setembro	152,4	304	17	17
Outubro	136,4	129,7	19,5	19,3
Novembro	129,1	31,3	21,6	23,5
Dezembro	106,9	90,7	23,8	23,4

\* os meses de novembro e dezembro correspondem a 2008; todos os demais correspondem a 2009.

\*\* meses sem o registro das temperaturas, devido a problemas na estação metereológica.