

LUIZ EDUARDO STEFFENS

RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM QUATRO FORMAS DE
CULTIVO DE ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL., 1822)
NA ENCOSTA SUPERIOR DO NORDESTE DO RIO GRANDE DO SUL

SÃO LEOPOLDO, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

LUIZ EDUARDO STEFFENS

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM
QUATRO FORMAS DE CULTIVO DE ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*
ST. HIL., 1822), NA ENCOSTA SUPERIOR DO NORDESTE DO
RIO GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DIVERSIDADE E MANEJO DE VIDA SILVESTRE

PROFA. DRA. ELENA DIEHL - ORIENTADORA

SÃO LEOPOLDO, ABRIL DE 2006

S928d Steffens, Luiz Eduardo

Riqueza e composição das comunidades de formigas em quatro formas de cultivo de erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil., 1822) na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul / por Luiz Eduardo Steffens. – 2006.

48 f. : il. , 30cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, 2006.

“Orientação: Profª. Drª. Elena Diehl, Ciências da saúde”.

1. Formigas – Biologia. 2. Erveiras. 3. Grupos funcionais.

I. Título.

Catlogação na Fonte:
Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

ÍNDICE

Agradecimentos	6
Abstract	7
Resumo	8
Introdução	9
Material e métodos	15
Resultados	20
Discussão	35
Conclusões	42
Referências	43

DEDICO

À minha família, em especial a minha esposa Márcia e meu filho Ezequiel, pelo amor e paciência durante estes dois anos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, pela disponibilidade dos professores, funcionários, laboratórios, biblioteca e pela bolsa filantropia concedida.

À Profa. Dra. Elena Diehl, pelos conhecimentos, pela amizade, paciência e por ter acreditado em mim.

A todo pessoal do Laboratório de Insetos Sociais, por compartilharem comigo momentos de alegria e de agonia.

Ao Fernando pelo auxílio imprescindível na identificação das formigas.

À Emilia, que me auxiliou nas análises estatísticas dos dados e também prestando moradia e amizade.

À turma do mestrado.

À Fabiana e a Franciele, pela amizade.

À todo pessoal do laboratório de artrópodes da UNIVATES, pelo apoio nas coletas e triagem do material.

Aos meus familiares, pela educação, amor e pelo apoio constante durante todas as etapas da minha vida.

À minha esposa Márcia que me apoiou nos momentos difíceis.

Ao meu filho Ezequiel que mesmo sem saber o que acontecia, passou o carinho e amor.

Às famílias Borger e Steffens, que me incentivaram e apoiaram durante estes dois anos.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

ABSTRACT

In the Rio Grande do Sul State, the maté, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), is one of the main native components of the mixed ombrophilous forest understory with social-economical and environmental value. The present study aimed at surveying and comparing the ant species richness and composition among four differently cultivated maté fields: native, intercropping system, monoculture and herbicide treated, determining the occurrence and the dominance patterns and the species status. In each fields, ten maté trees were randomly sampled during 12 months using beating tray with a sample effort of 20 beatings per tree. At the same time, 100 sweeps using the entomologic net sampled the vegetation between the maté trees per field. Of the 35 taxa collected, 27 occurred in the native fields, 26 in the herbicide treated fields, 19 in the monoculture and 18 taxa in the mixed culture fields. Fourteen (40.0 %) were common to all cultivation techniques, six (17.1 %) were exclusive to the native fields and four (11.4 %) in the herbicide treated fields. A single exclusive taxon (2.8 %) occurred in the areas of herbicide treatment, mixed culture and monoculture. The native field differed significantly ($p=0.031$) from the mixed one. The subfamily Myrmicinae was the most representative with 17 genera. The herbicide treated and the monoculture fields had the highest similarity ($S_j=71.8$ %). Most of the species status was categorized as accidental, dominant and as intermediate. The functional groups distribution presented great similarity among the four ant communities, suggesting that the cultivation form interferes more on the wealth of species than on the functional structure of the ants.

Key Words: Maté trees, Formicidae, functional groups.

RESUMO

No Rio Grande do Sul, a erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), é um dos componentes nativos da floresta ombrófila mista e tem importância sócio-econômica e ambiental. Este trabalho objetivou inventariar e comparar a riqueza e composição de táxons de formigas em quatro formas de cultivo de erva-mate: nativa, consorciada, monocultivo com e sem aplicação de herbicida e determinar os padrões de ocorrência e de dominância, e o status dos táxons. Durante 12 meses, em cada forma de cultivo, foram amostradas aleatoriamente dez árvores, utilizando-se guarda-chuva entomológico com esforço amostral de 20 batidas por erva-mate. Paralelamente, com a rede entomológica de varredura foram feitas coletas na vegetação entre as erva-mates com 100 redadas por forma de cultivo. Dos 35 táxons registrados, 27 foram encontrados nos erva-mates nativos, 26 nos monocultivos com aplicação de herbicida, 19 nos de monocultivo e 18 nos erva-mates consorciados. Quatorze (40,0 %) foram comuns a todas as formas de cultivo, seis (17,1 %) foram exclusivos no cultivo nativo, quatro (11,4 %) no erva-mate com aplicação de herbicida e tanto o erva-mate consorciado, quanto o monocultivo apresentaram apenas um táxon (2,8 %) exclusivo. Ocorreu diferença significativa ($p=0,031$) apenas entre as comunidades de formigas dos erva-mates nativo e consorciado. A subfamília melhor representada foi Myrmicinae com 17 gêneros. A similaridade entre as comunidades de formigas dos erva-mates com aplicação de herbicida e monocultivo foi a mais alta ($S_j=71,8$ %). A maioria dos táxons foi categorizada como acidental e dominante, com status intermediário. A distribuição dos grupos funcionais apresentou grande semelhança entre as quatro comunidades, sugerindo que a forma de cultivo interfere mais sobre a riqueza de táxons do que sobre a estrutura funcional das comunidades de formigas.

Palavras-chave: Erveiras, Formicidae, grupos funcionais.

INTRODUÇÃO

A interferência antrópica nos ecossistemas naturais provoca desequilíbrios, principalmente, em áreas onde espécies nativas são retiradas, reduzindo a complexidade estrutural da vegetação, formando áreas de monocultivo que dependem de grande demanda de água e de agrotóxicos (Matson et al. 1997). A redução da complexidade vegetacional tem influência sobre as comunidades de insetos nos agroecossistemas (Castro & Queiroz 1987) provocando o aumento populacional de pragas e, conseqüentemente, a queda da produtividade e o aumento dos custos de produção (Penteado et al. 2000). Por outro lado, a diversidade de plantas e a presença de inimigos naturais em ambientes não-perturbados por ação antrópica mantêm baixos os níveis populacionais dos insetos fitófagos, ao contrário do que ocorre em monocultivos e em ambientes com aplicação de agrotóxicos que, apesar de reduzir as populações de insetos praga, afeta as dos inimigos naturais (Penteado 1995).

Kenne et al. (2003) constataram que a aplicação de inseticidas em pomares (cítricos, manga e goiaba) eliminava apenas as espécies de formigas arborícolas, enquanto as espécies de solo cujas operárias forrageiam sobre plantas eram favorecidas. Dois anos após o tratamento, as espécies de formigas de solo que passaram a ser dominantes nas árvores coexistiam com as populações de formigas arborícolas que estavam se recuperando. Os autores relataram também um efeito da espécie vegetal sobre a distribuição tanto das espécies de formigas arborícolas quanto sobre as que nidificam no solo e apenas forrageiam nas plantas. Constataram também que a composição das comunidades de formigas mesmo após dois anos, ainda não se comparava a das áreas sem o tratamento, evidenciando o prolongado efeito dos agrotóxicos.

Azevedo et al. (1988) constataram que as populações de formigas reduzem drasticamente quando se controlam pragas e plantas daninhas utilizando agrotóxicos constantemente. Para Fernandes et al. (2000) esta redução relaciona-se com a migração das formigas para áreas não contaminadas, pois o uso de herbicidas reduz a vegetação levando a uma maior exposição das formigas à radiação solar, à chuva e ao vento. Segundo Perfecto & Snelling (1995) o pastoreio, a irrigação, a drenagem, a fertilização química, a aração e a ressemeadura também podem reduzir a diversidade e a biomassa de formigas.

Ambientes com maior complexidade estrutural da vegetação tendem a disponibilizar maior quantidade de locais para nidificação (Tavares et al. 2001) e de recursos alimentares, permitindo a coexistência de um número maior de espécies em um mesmo habitat (Castro & Queiroz, 1987). Fonseca & Diehl (2004) relataram que a riqueza de espécies de formigas em reflorestamentos de eucaliptos variou de acordo com a idade da mata e com a complexidade da vegetação do sub-bosque.

Matos et al. (1994) constataram diferenças na riqueza de espécies de formigas em quatro áreas de cultivo de *Pinus elliottii* Engelm. de acordo com diferentes níveis de desenvolvimento do sub-bosque, relacionando-se com a variação da complexidade estrutural da vegetação e da serrapilheira. Fato similar foi constatado em reflorestamentos novos de *Pinus radiata* (D. Don), ainda sem sub-bosque, observando-se menor número de morfo-espécies de formigas do que plantações mais antigas, nas quais ocorria sub-bosque (Sinclair & New 2004). Por sua vez, Perfecto & Snelling (1995) constataram que a redução da complexidade vegetacional aliada à modernização do agroecossistema em áreas de cultivo de café, influenciava negativamente a diversidade de formigas.

No Rio Grande do Sul a erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), é um dos componentes nativos do sub-bosque da floresta ombrófila mista, característica da região sul do Brasil, e tem significativa importância sócio-econômica e ambiental. Distribui-se em uma área aproximada de 540.000 km², abrangendo o Brasil, Argentina e o Paraguai, entre as latitudes 22°S e 30°S e longitudes 48°W e 56°W, em altitudes que variam de 500 m a 1.500 m. A área de cultivo abrange aproximadamente 5% do território nacional e 3% da área da América do Sul (Rotta & Oliveira 2005). O aumento da comercialização nos países do Mercosul possibilitou que seu cultivo se expandisse nos últimos anos, tornando-se uma excelente opção, para pequenos e médios produtores e a expansão dessas áreas refletiu em alterações ambientais provocando danos às espécies florestais nativas (Penteado et al. 2000).

No Brasil são quatro os estados produtores de erva-mate: Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com uma produção anual estimada em 139.000 toneladas, o Paraná sendo o maior produtor. O consumo anual de erva-mate no Brasil, sob a forma de chimarrão e de chá-mate, é estimado em 117.000 toneladas, sendo que o maior consumidor é o Rio Grande do Sul. Cerca de 22.000 toneladas de erva-mate são exportadas, principalmente para países da América do Sul (Tormem 1995).

Segundo Medrado et al. (2005), a exploração de formações naturais de erva-mate é a mais empregada como forma de cultivo atualmente. Em muitos casos, ocorre ainda o plantio de culturas anuais entre as erveiras, o que torna este sistema agroflorestal economicamente viável.

O plantio de erveiras como sub-bosque em ambientes florestais de mata secundária e a manutenção das existentes é uma prática recomendável, pois dispensa a movimentação da terra e tem menor interferência sobre os inimigos naturais das pragas.

A formação de monocultivos de erva-mate ocorre, na maioria das vezes ou pelo adensamento de erveiras em ambientes de mata secundária em estágio inicial de formação, composta principalmente por capoeiras, ou em clareiras de matas ralas. A erva-mate é uma das culturas mais susceptíveis à competição com plantas invasoras e o controle dessas plantas torna-se uma atividade permanente, podendo ser mecânica quando utiliza roçadeiras e grades, cultural quando emprega cobertura verde (rotações de cultivos) ou química quando são aplicados herbicidas (Medrado 2005).

De Cool & Saini (1992) citaram ácaros das famílias Eriophyidae, Tarsonemidae e Tetranychidae, como pragas importantes da erva-mate na Argentina. No Brasil, Iede & Machado (1989) relataram a ocorrência de 86 espécies de insetos na erva-mate, sendo que apenas duas causam prejuízo à cultura: a broca-da-erva-mate *Hedypathes betulinus* Klug, 1825 (Coleoptera, Cerambycidae) e a ampola-da-erva-mate *Gyropsylla spegazziniana* Lizer, 1917 (Hemiptera, Psyllidae). Por sua vez, Penteado (1995) citou 58 espécies de insetos, pertencentes a 21 famílias, distribuídos nas ordens Coleoptera, Homoptera, Hymenoptera e Lepidoptera, alimentando-se da erva-mate, mas poucas provocando danos econômicos. Segundo o autor, as espécies que causam danos frequentes, tanto aos ervais nativos como aos plantados, são *Ceroplastes grandis* Hempel, 1900 (Hemiptera, Coccidae), *G. spegazziniana*, *H. betulinus*, *Hylesia* sp. (Lepidoptera, Hemileucidae), *Isomerida picticollis* Bates, 1881 (Coleoptera, Cerambycidae) e *Thelosia camina* Schaus, 1896 (Lepidoptera, Apatelodidae).

Segundo Mody & Linsenmair (2004), a associação formigas/plantas tem sido documentada, principalmente, quando estas possuem nectários extraflorais, cuja secreção fornece uma fonte rica em carboidratos, tornando-se interessante a interação quando algumas espécies de formigas passam a fornecer proteção à planta contra insetos herbívoros. Nas regiões em que ocorrem essas plantas, a densidade de formigas

é alta, o que sugere que pelo menos parte delas utiliza o néctar extrafloral como item alimentar (Bentley 1977a, b; Oliveira & Oliveira-Filho 1991). Segundo Bentley (1977a), as formigas também exercem ação protetora, evidenciada pelo comportamento agressivo de operárias nas plantas onde construíram seus ninhos. Assim, Junqueira et al. (2001) observaram que a nidificação das formigas nas erveiras era maior no erval mais atacado por *H. betulinus*, o que poderia estar relacionado com a ocupação das cavidades formadas pela larva desse coleóptero no caule das erveiras, e não com a presença dos nectários extraflorais.

Estudos faunísticos de formigas vêm crescendo em decorrência de características como taxonomia bem estabelecida, ampla distribuição geográfica, alta abundância, facilidade na amostragem e na separação em morfo-espécies (Majer 1997). Em ambientes tropicais, as formigas são dominantes em biomassa e número de espécies (Davidson 1997) o que é determinado pela alta capacidade de colonização, ocupação de diferentes nichos e relações ecológicas que mantêm com outros táxons (Hölldobler & Wilson 1990). A influência das formigas sobre a estrutura trófica das comunidades de artrópodes destaca-se quando atuam como predadoras de outros insetos (Floren et al. 2002), que podem ser a maior fonte de proteínas para suas colônias. Quando parte dos indivíduos predados é herbívora, os formicídeos acabam protegendo as plantas, principalmente quando as presas são abundantes (Jaffé 1993; Folgarait 1998). Por exemplo, no sudeste brasileiro, Fernandes et al. (1994) constataram que as formigas atuam na predação de espécies de curculionídeos, reduzindo o risco de altas infestações nos ciclos subsequentes do cultivo do algodão. Em *Pseudocedrela kotschy* (Schweint.) Harms (Meliaceae), planta com nectários extraflorais, Mody & Linsenmair (2004) demonstraram que a presença de formigas reduzia a abundância de determinados grupos

de artrópodes, como Araneae, Blattodea, Coleoptera, Homoptera e Hymenoptera não-Formicidae.

Como ainda são poucos os estudos sobre a mirmecofauna em sistemas agroflorestais no Rio Grande do Sul, este trabalho objetivou: 1) inventariar e comparar a riqueza e composição de espécies de formigas em quatro formas de cultivo de erva-mate: nativa, monocultivo, consorciada com outros produtos agrícolas e monocultivo com aplicação de herbicida; 2) determinar os padrões de ocorrência, dominância, bem como o status dos táxons de formigas nas quatro formas de cultivo de erva-mate, e 3) distribuir os táxons de formigas amostrados em grupos funcionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas de cultivo de erva-mate, em Ilópolis (28°55'43"S, 52°7'29"W) e Putinga (29°0'07"S, 52°9'26"W), na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, com altitude aproximada de 900 metros. A região apresenta pluviosidade média anual de 1.700 mm com os meses de agosto, setembro e outubro sendo os mais chuvosos, e abril, maio e novembro os menos chuvosos. A temperatura média anual é de 17°C, com temperatura média das máximas do mês mais quente em janeiro de 28°C e média das mínimas do mês mais frio em julho de 7°C (Teixeira & Coura Neto 1986). Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima na região é subtropical.

Foram avaliadas as comunidades de formigas em ervais sob quatro formas de manejo: nativa, consorciada, monocultivo com e sem aplicação de herbicida, sendo duas áreas para cada forma de cultivo.

Os ervais nativos apresentam cinco hectares, seguidos pelos ervais consorciados, que apresentam dois hectares, enquanto os ervais monocultivo sem aplicação de herbicida apresentam três hectares. Os ervais monocultivos com aplicação de herbicida foram isolados para a realização dos estudos, sendo que suas áreas apresentaram 0,6 hectares. Os ervais monocultivados e consorciados apresentam três anos, enquanto que os nativos apresentam 30 anos de idade. Em um dos ervais consorciados foi plantada cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* Linnaeus, 1753) em janeiro de 2003 e cortada em dezembro do mesmo ano, no outro foi plantado azevém (*Lolium multiflorum* Lamarck, 1844) e nabo (*Brassica napus* Linnaeus, 1796) em maio de 2003 e feijão-preto (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753) em novembro do mesmo ano. Nos ervais com tratamento de herbicida, as aplicações foram realizadas em

fevereiro e dezembro de 2003. O monocultivo de erva-mate, sem aplicação de herbicida, caracteriza-se por apresentar somente erveiras em uma área anteriormente composta por espécies nativas onde foi procedida a substituição da vegetação apenas por mudas de erva-mate. As duas áreas com erval nativo estão em ambientes com predominância de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, 1898).

Coletas

Mensalmente, em 2003, em cada forma de cultivo foram realizadas coletas em dez árvores obtidas aleatoriamente, utilizando-se guarda-chuva entomológico com esforço amostral de 20 batidas por erveira. Paralelamente, com a rede entomológica de varredura foram feitas coletas na vegetação entre as erveiras com 100 redadas por forma de cultivo, abrangendo uma área de aproximadamente 80 metros quadrados. As coletas, tanto para guarda-chuva entomológico como para a rede entomológica de varredura foram realizadas nos horários compreendidos das nove às 12 horas da manhã. Assim, para cada forma de cultivo foram amostradas duas áreas durante 12 meses, foram obtidas 24 amostras com guarda-chuva entomológico e outras 24 com rede entomológica. Em laboratório foi realizada a triagem do material, sendo as formigas separadas dos demais grupos de artrópodes e individualizados em vidros, contendo álcool 70% e os dados da coleta.

Identificação

Para a identificação em subfamílias de Formicidae foi adotada a proposta de Bolton (2003). As formigas foram identificadas em nível de gênero segundo Bolton (1994) e em nível de táxon através de comparação com a Coleção de Formicidae do Laboratório de Insetos Sociais da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

A separação em nível de morfo-espécie seguiu os padrões estabelecidos na referida coleção, onde o material testemunho encontra-se depositado.

Para a distribuição das espécies coletadas nas quatro formas de cultivo em grupos funcionais utilizou-se a proposta de Brown Jr. (2000).

Análise faunística

Foram realizadas análises faunísticas nos diferentes cultivos de erva-mate: A riqueza observada (S_{obs}) foi obtida pelo número total de táxons coletados através de cada método e em cada forma de cultivo. A riqueza estimada (S_{est}) das comunidades de formigas em cada forma de cultivo foi calculada através do estimador Chao de segunda ordem, pelo programa “EstimateS” versão 5.0 (Colwell & Coddington 1994), utilizando-se os táxons coletados em cada amostragem. Optou-se por utilizar o estimador Chao 2 pois ele é indicado em estudos em que não são feitas repetições e também porque serve para evitar pseudorepetições (Teixeira et al. 2005).

Para avaliar a similaridade entre as comunidades de formigas das quatro formas de cultivo foi realizada análise de cluster utilizando o programa Systat 10.0 (Wilkinson 2000), com ligação única e distância euclidiana. Para esse cálculo foi utilizada a frequência de ocorrência total (considerados dados da rede e do guarda-chuva entomológico). A similaridade entre as comunidades das distintas formas de cultivo de erva-mate, agrupadas no cluster, foi calculada pelo coeficiente de similaridade de Jaccard (baseado na presença das espécies nos ambientes) através da fórmula $S_j = x/(a+b+x)$, onde:

x= número de táxons comuns as duas formas de cultivo;

a= número de táxons exclusivos em uma das formas de cultivo;

b= número de táxons exclusivos na outra forma de cultivo.

Para a comparação da riqueza observada de táxons de formigas entre as formas de cultivo de erva-mate foi utilizada Anova (*One Way*) do programa Systat 10.0 (Wilkinson 2000).

Por forma de cultivo, o padrão de ocorrência de cada táxon foi avaliado pelo número de amostras em que o táxon foi encontrado dividido pelo número total de amostragens feitas com rede e guarda-chuva entomológicos, multiplicado por 100. A partir destes dados os táxons foram categorizados (segundo Silveira Neto et al. 1976) em: acidental quando presente em menos de 25% das amostras, acessório quando presente em 25 a 50% das amostragens e constante quando presente em mais de 50% das amostras.

Para determinar o padrão de dominância de cada táxon por forma de cultivo levou-se em conta o número de vezes que o táxon ocorreu nas amostragens feitas pelos dois métodos dividido pelo número total de amostras contendo formigas, multiplicado por 100. Assim, o táxon foi categorizado como acidental quando o valor obtido variou de 0,0 a 2,5%, acessório quando variou de 2,6 a 5,0% e dominante quando o valor foi superior a 5,0% (Lazzarotto & Lazzari 2005). O status de cada táxon foi definido pela combinação dos dois padrões, ocorrência e dominância. Assim, os táxons foram distribuídos em três classes: raro, intermediário e comum (Quadro I).

Quadro I. Status dos táxons de formigas resultantes da combinação de padrões de dominância e de ocorrência.

Padrão de ocorrência	Padrão de dominância		
	Acidental	Acessório	Dominante
Acidental	Raro	Intermediário	Intermediário
Acessório	Intermediário	Intermediário	Intermediário
Constante	Intermediário	Intermediário	Comum

A distribuição dos táxons coletados nas quatro formas de cultivo em grupos funcionais foi feita segundo a proposta de Brown Jr. (2000).

RESULTADOS

Riqueza de espécies

A subfamília melhor representada foi Myrmicinae com 17 gêneros, seguida por Formicinae com nove, Dolichoderinae e Ponerinae, ambas com três, Pseudomyrmecinae com dois gêneros e Heteroponerinae com um. Os gêneros representados por maior número de táxons foram *Pheidole* com seis, *Solenopsis* e *Camponotus* ambos com quatro (Tabela I).

Nas quatro formas de cultivo de erva-mate analisadas foi coletado um total de 35 táxons de formigas, distribuídos em 16 tribos. Destes, 27 táxons ocorreram nos ervais nativos, 26 nos monocultivos com aplicação de herbicida, 19 nos de monocultivo sem aplicação de herbicida e 18 nos ervais consorciados (Tabela I). A comparação da riqueza média de táxons observados nas quatro formas de cultivo pela análise de variância (ANOVA *one way*) indica diferença significativa entre as comunidades de formigas nas quatro formas de cultivo ($F=9,414$; g.l.=3; $p=0,028$), sendo que o teste *post hoc* de Tukey mostra que esta diferença está entre as comunidades de formigas dos ervais consorciado e nativo ($p=0,031$).

Comparando-se a riqueza dos táxons observados (S_{obs}) com a riqueza estimada (S_{est}) nas quatro formas de cultivo e pelos dois métodos de coleta, o número de táxons coletados foi muito próximo dos valores estimados. Analisando as curvas de riqueza estimada dos táxons de formigas no monocultivo sem aplicação de herbicida constata-se que tanto para o método de coleta com rede quanto para com guarda-chuva entomológico, as curvas alcançaram um platô na 21^a. amostragem (Figura 1), enquanto que no monocultivo com aplicação de herbicida, este patamar foi alcançado na 23^a. amostragem (Figura 2). Para o erval nativo observa-se diferença na riqueza estimada e

observada para as coletas com rede entomológica, tendo sido amostradas 72 % dos táxons estimados através deste método. No entanto as amostragens com guarda chuva entomológico alcançaram um platô na 23^a. (Figura 3). Nos ervais consorciados as curvas de riqueza estimada para ambas formas de coleta alcançou um platô na 20^a. amostragem (Figura 4).

Composição de espécies

Do total de 35 táxons coletados, 14 (40,0 %) foram comuns a todas as formas de cultivo, enquanto seis (17,1 %) foram exclusivos no cultivo nativo, quatro (11,4 %) ocorreram somente no erval com aplicação de herbicida e tanto o erval consorciado, quanto o monocultivo apresentaram apenas um táxon (2,8 %) exclusivo (Tabela I).

A representação em cluster da frequência dos táxons de formigas que formam as comunidades nas quatro formas de cultivo de erva-mate mostra a formação de um grupo que reúne as comunidades de formigas dos monocultivos com e sem aplicação herbicida. Com este grupo une-se a comunidade de formigas do erval consorciado formando um segundo agrupamento, ficando a comunidade de formigas do erval nativo mais afastada (Figura 5).

Utilizando os dados de presença dos táxons de formigas para calcular o coeficiente de similaridade de Jaccard entre as comunidades de formigas, observou-se uma similaridade de 71,8 % entre as comunidades de formigas dos ervais monocultivos com e sem aplicação herbicida, de 58,6 % entre as comunidades desses dois ervais e o consorciado, e 60,6 % entre as comunidades de formigas do erval nativo e as dos demais ervais.

Tabela 1: Táxons de formigas coletados com guarda-chuva entomológico (G) e rede entomológica de varredura (R) com suas respectivas classificações em grupos funcionais (GF) em quatro formas de cultivo de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS.

Subfamília	Tribo	Táxon	Nativa	Monocultivo	Consoiciada	Herbicida	GF	
Dolichoderinae	Dolichoderini	<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	G	G	R	O	
		<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	G	-	-	R	DD	
		<i>Linepithema</i> sp.	G/R	G/R	G/R	G/R	G/R	DD
Formicinae	Brachymyrmecini	<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	G/R	G/R	G/R	G/R	ECT	
		<i>Brachymyrmex</i> sp.2	G/R	G/R	G/R	G/R	ECT	
	Camponotini	<i>Camponotus mus</i> Roger, 1863	G/R	G/R	G/R	G/R	G/R	CS
		<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	G/R	G/R	G/R	G/R	G/R	CS
		<i>Camponotus</i> sp.11	G/R	-	-	-	-	CS
		<i>Camponotus</i> sp.12	G/R	G/R	G/R	G/R	G/R	CS
	Myrmelachistini	<i>Myrmelachista</i> sp.1	G/R	-	-	-	-	C
		<i>Myrmelachista</i> sp.2	R	-	-	-	-	C
Lasiini	<i>Paratrechina</i> sp.	R	-	-	-	O		
Heteroponerinae	Heteroponerini	<i>Heteroponera</i> sp.	-	-	-	R	ECF	
Myrmicinae	Attini	<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Meneville, 1838)	R	G/R	R	G/R	ECT	
		<i>Wasmania</i> sp.	G/R	R	-	R	ECT	
	Cephalotini	<i>Cephalotes depressus</i> Klug, 1824	G/R	-	-	G/R	ECT	
		<i>Procraptocerus</i> sp.	-	G	-	-	-	ECT
	Crematogastrini	<i>Crematogaster (Orthocrema) quadrimis</i> Roger, 1863	G	G/R	G/R	R	MG	
		<i>Crematogaster</i> sp.1	G/R	-	-	G	MG	
	Pheidolini	<i>Pheidole grupo fallax</i>	G/R	G/R	G/R	G/R	MG	
		<i>Pheidole triconstricta</i> Forel, 1886	G/R	-	G	R	MG	
		<i>Pheidole</i> sp.3	-	G/R	-	G/R	MG	
	<i>Pheidole</i> sp.5	R	G/R	G/R	R	MG		

Continuação

Tabela I. Continuação

		<i>Pheidole</i> sp.6	G	R	G/R	-	MG
		<i>Pheidole</i> sp.11	R	-	-	-	MG
	Solenopsidini	<i>Solenopsis</i> (<i>Diplorhopttrum</i>) sp.	G/R	G/R	G/R	G/R	ECT
		<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	-	R	ECT
		<i>Solenopsis</i> sp.3	G/R	G/R	G/R	G/R	ECT
		<i>Solenopsis</i> sp.4	-	-	-	R	ECT
	Tetramorini	<i>Tetramorium</i> sp.	G	-	-	-	O
Ponerinae	Ectatommini	<i>Gnaptogenys moelleri</i> Forel, 1912	-	-	-	G	ECT
	Ponerini	<i>Hypoponera foreli</i> Mayr, 1887	-	-	R	-	C
		<i>Pachycondyla harpax</i> Fabricius, 1805	G	G/R	R	R	PE
Pseudomyrmecinae	Pseudomyrmecini	<i>Pseudomyrmex acanthobius</i> (Emery, 1869)	R	-	-	G/R	ECT
		<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	G/R	G/R	G/R	G/R	ECT
6	16	35	27	19	18	26	

Grupos funcionais de acordo com Brown Jr. (2000): DD=Dolichoderinae Dominante; ECT=Especialista de Clima Tropical; CS=Camponotini Subordinada; C=Críptica ; O=Oportunista; MG= Myrmicinae Generalista; PE=Predadora Especialista; ECF= Especialista de Clima Frio.

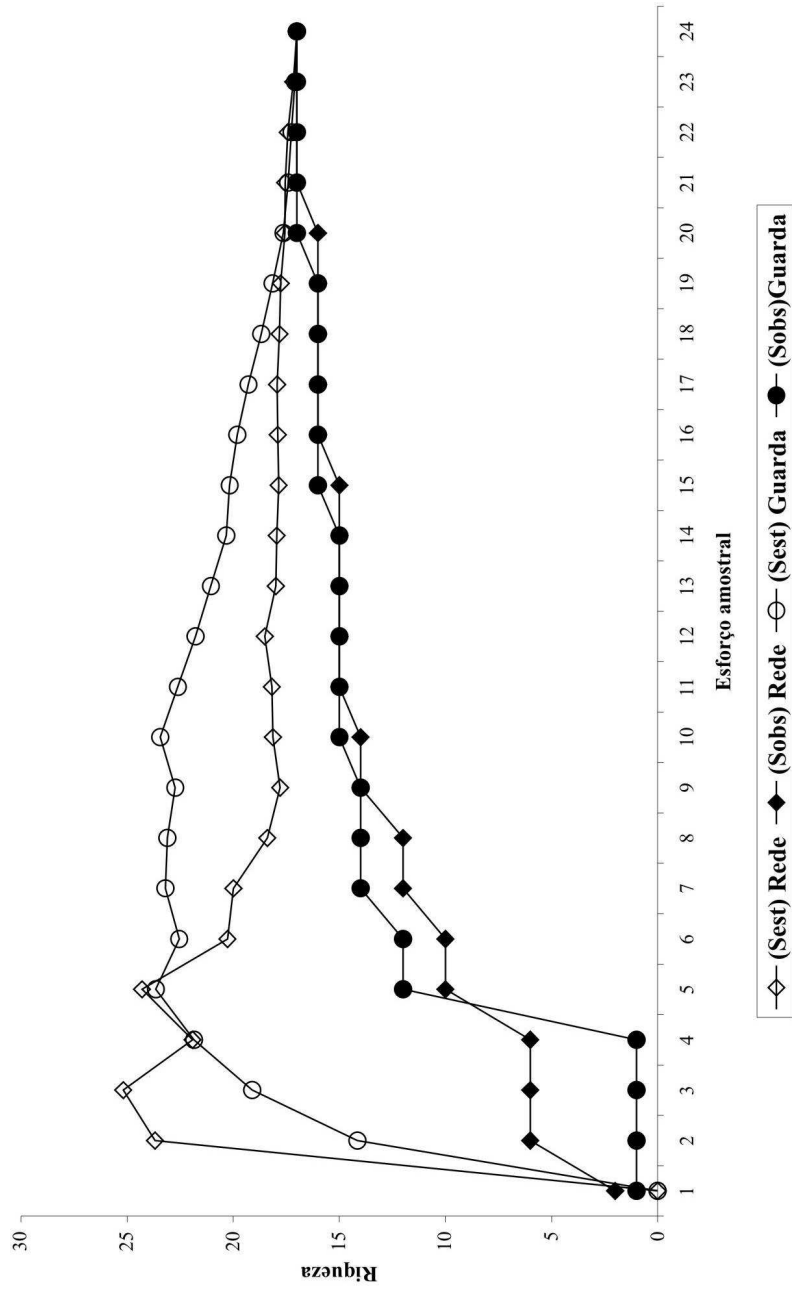


Figura 1. Curvas de riqueza estimada (Sest) pelo estimador Chao 2 e curvas de riqueza observada (Sobs) de formigas através de coleta com rede e guarda-chuva entomológico, em monocultivo de erva-mate sem aplicação de herbicida na Encosta Superior do Nordeste, RS, Janeiro a dezembro de 2003.

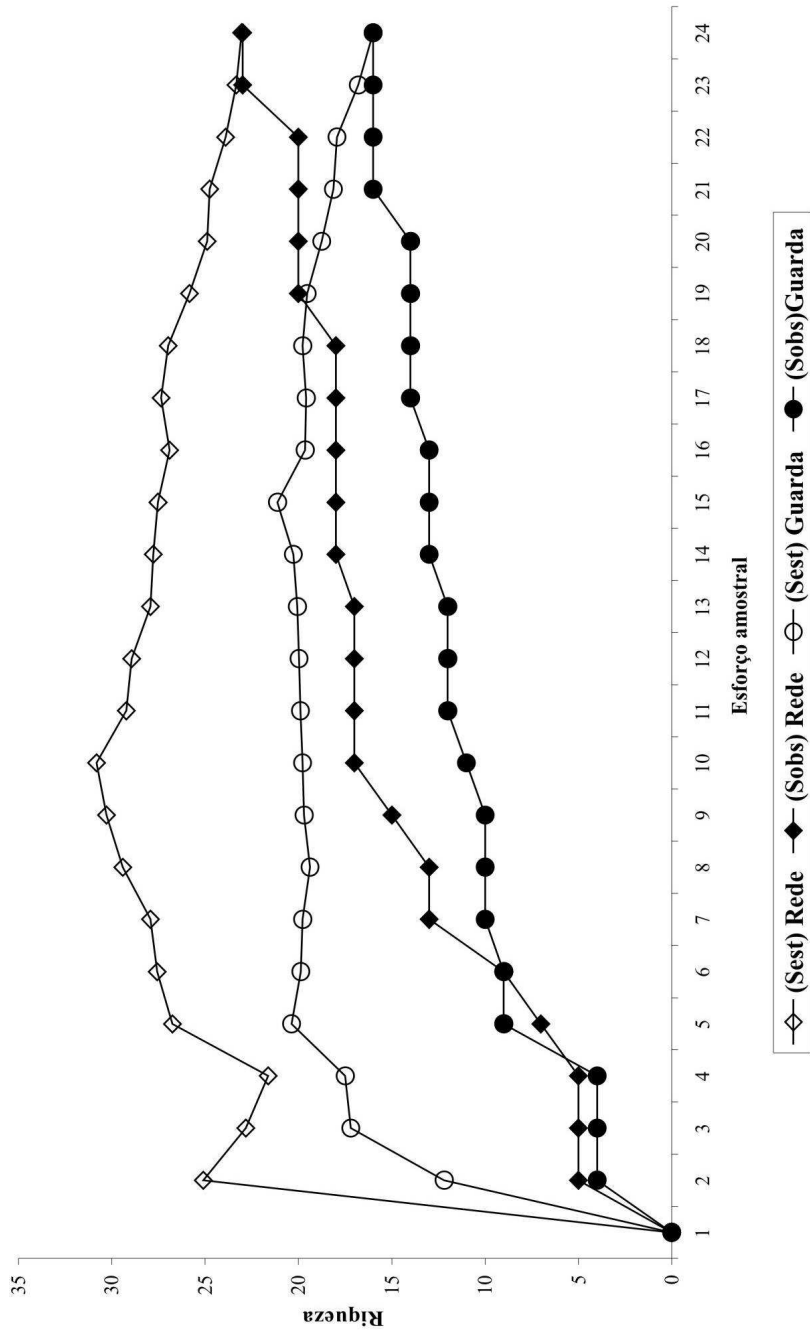


Figura 2. Curvas de riqueza estimada (Sest) pelo estimador Chao 2 e curvas de riqueza observada (Sobs) de formigas através de coleta com rede e guarda-chuva entomológico, em monocultivo de erva-mate com aplicação de herbicida na Encosta Superior do Nordeste, RS, Janeiro a dezembro de 2003.

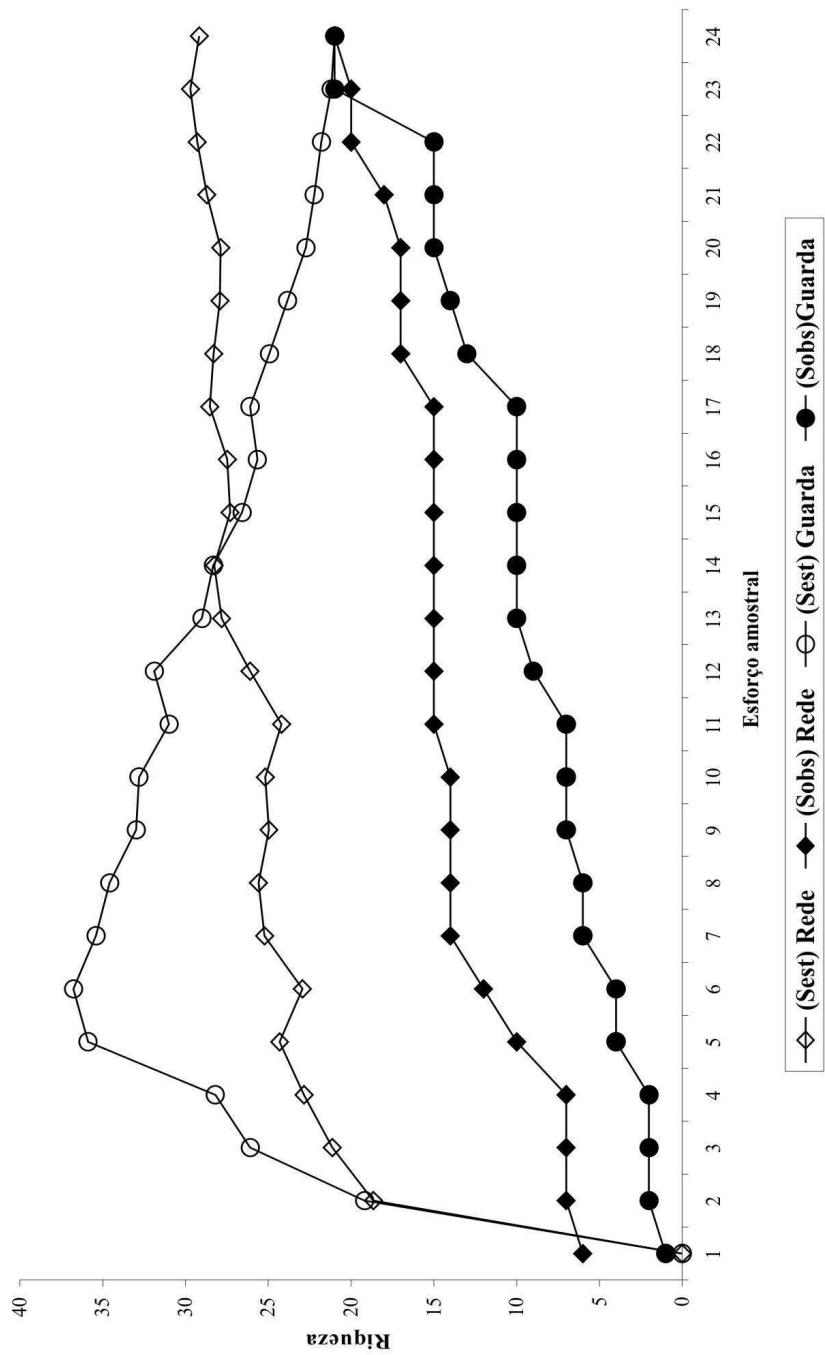


Figura 3. Curvas de riqueza estimada (Sest) pelo estimador Chao 2 e curvas de riqueza observada (Sobs) de formigas através de coleta com rede e guarda-chuva entomológico, em cultivo nativo de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003.

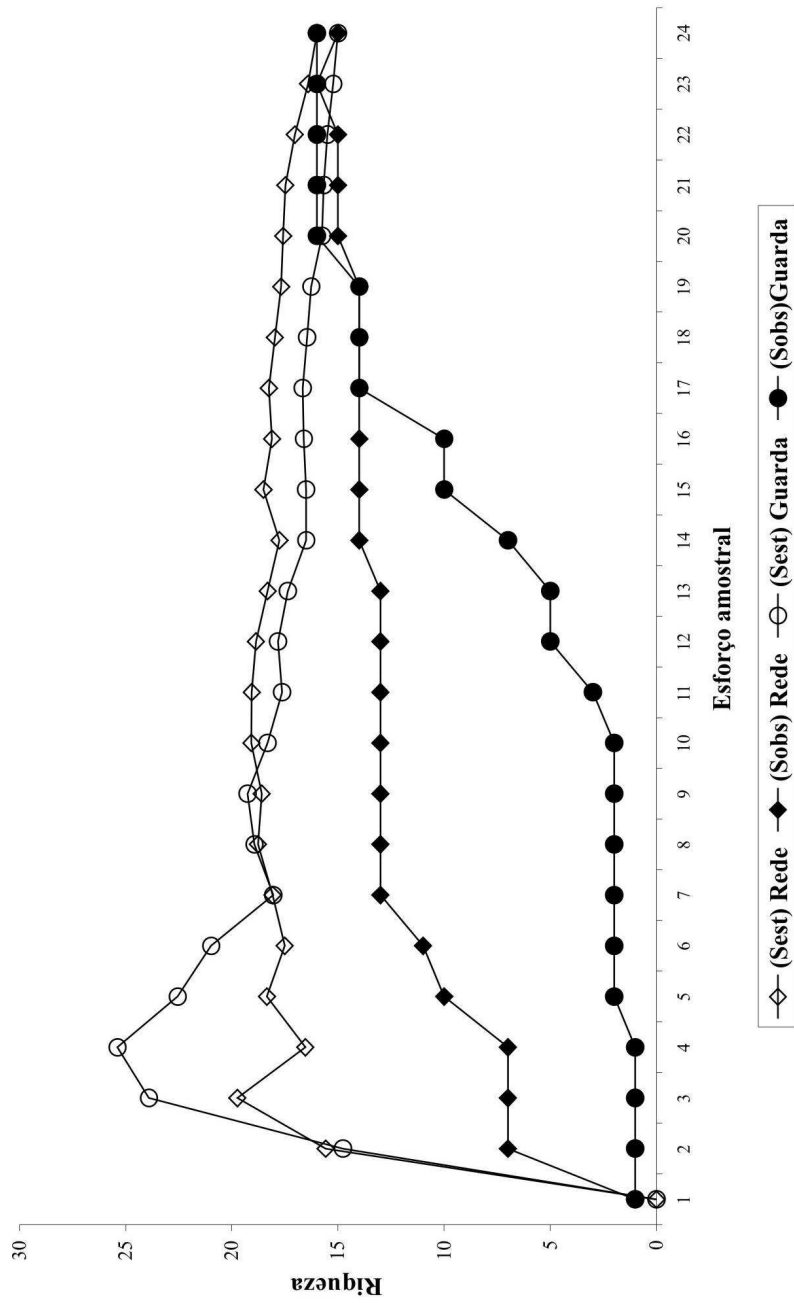


Figura 4. Curvas de riqueza estimada (Sest) pelo estimador Chao 2 e curvas de riqueza observada (Sobs) de formigas através de coleta com rede e guarda-chuva entomológico, em cultivo consorciado de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003.

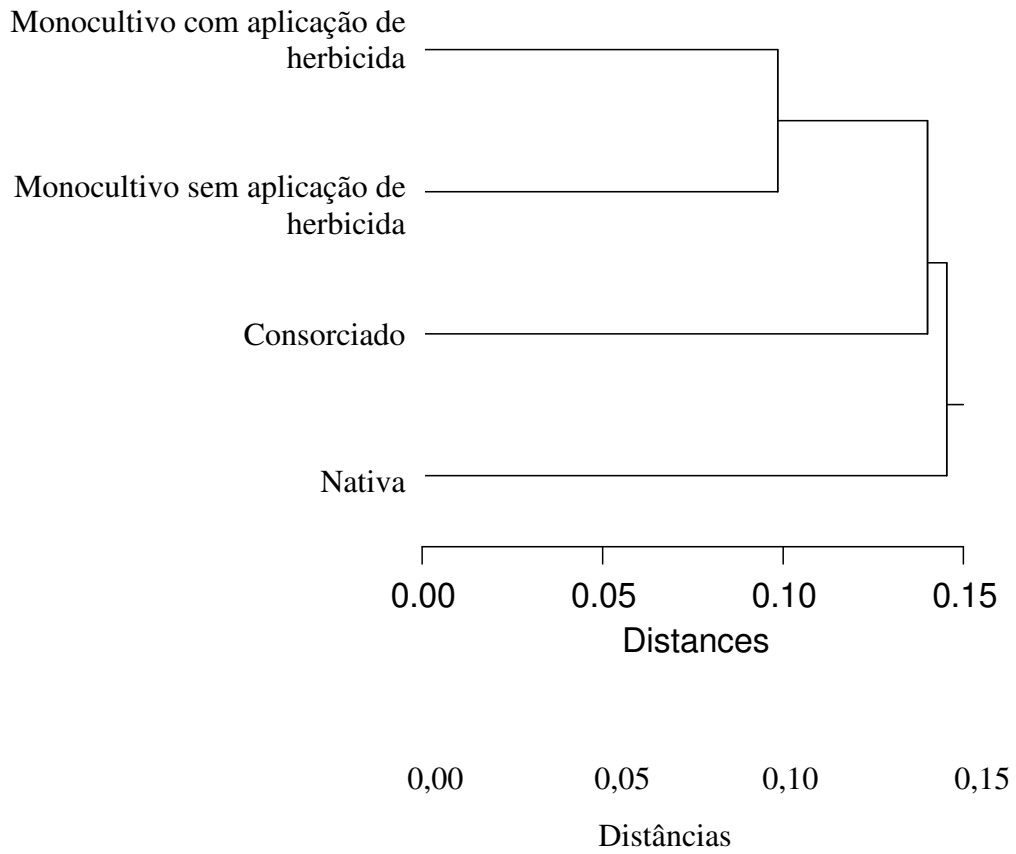


Figura 5. Cluster de similaridade, baseado nas distâncias euclidianas, das comunidades de formigas em quatro formas de cultivo de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003.

Grupos funcionais

A distribuição de grupos funcionais de formigas utilizando a proposta de Brown Jr. (2000) nas quatro formas de cultivo foi semelhante tanto na quantidade de grupos coletados quanto na proporção dos mesmos (Tabela I). Assim, representantes dos grupos funcionais (CS) Camponotini subordinada; (DD) Dolichoderinae dominante; (ECT) Especialista de clima tropical; (MG) Myrmicinae generalista; (O) Oportunista e (PE) Predadora especialista foram coletados em todas as formas de cultivo, enquanto representantes de (C) Espécies crípticas foram amostrados somente nos ervais nativo e consorciado, e (ECF) Especialista de clima frio no erval com aplicação de herbicida.

O grupo funcional com maior número de táxons coletados nas quatro formas de cultivo foi o Especialista de clima tropical apresentando frequências que variaram de 33,3 a 46,2 %, sendo a sua maior ocorrência no cultivo com aplicação de herbicida. O segundo grupo em número de táxons coletados foi Myrmicinae generalista, com frequências que variaram de 23,1 a 27,8 %, seguido pelo grupo Camponotini subordinada, cujas frequências variaram de 11,5 a 16,7 %, ambos com maior ocorrência no erval consorciado. Dentre os grupos funcionais comuns a todas as formas de cultivo, Dolichoderinae dominante foi o quarto em número de táxons coletados, com frequências que variaram de 5,3 a 7,7 %. A seguir os grupos funcionais Oportunista com frequências de 3,8 a 7,4 % e Predadora especialista com frequências que variaram de 3,7 a 5,6%. Representantes do grupo funcional Espécie críptica foram coletados somente nos ervais nativo e consorciado, com frequências de ocorrência de 5,6 a 7,4 %, respectivamente. Finalmente, táxons do grupo Especialista de clima frio foram amostradas somente nos ervais com aplicação de herbicida, apresentando frequência de 3,8 %, (Figura 6).

Status das espécies

O padrão de ocorrência de cada táxon de formiga nas comunidades foi muito semelhante quando comparadas as quatro formas de cultivo (Tabela II). A maioria dos táxons foi classificado como acidental. Nas áreas de monocultivo sem aplicação de herbicida e consorciada, aproximadamente um quarto dos táxons apresentou padrão de ocorrência do tipo acessório, enquanto nos ervais nativo e monocultivo com aplicação de herbicida os táxons categorizados como acessórios apresentaram baixa frequência. Somente nos ervais nativo e monocultivo com aplicação de herbicida ocorreram táxons constantes, também em baixa frequência (Tabela III).

Quanto ao padrão de dominância dos táxons de formigas nas comunidades analisadas, a maioria dos táxons foi categorizado como dominante. Para os ervais nativo e com aplicação de herbicida aproximadamente um quinto dos táxons foram categorizados como acessórios, enquanto que nos ervais monocultivo e consorciado, este padrão teve baixa frequência (Tabela III). Táxons acidentais ocorreram somente nos ervais consorciado e com aplicação de herbicida (Tabela II) com mais de 25,0 % de frequência (Tabela III).

Combinando os padrões de ocorrência e de dominância, a maioria dos táxons de formigas foi categorizado como tendo status intermediário. Uma baixa frequência de táxons nos ervais nativo e com aplicação de herbicida foram categorizados como tendo status comum, enquanto mais de 25,0 % dos táxons foram categorizados como raros e ocorreram somente nos ervais consorciado e com aplicação de herbicida (Tabela III).

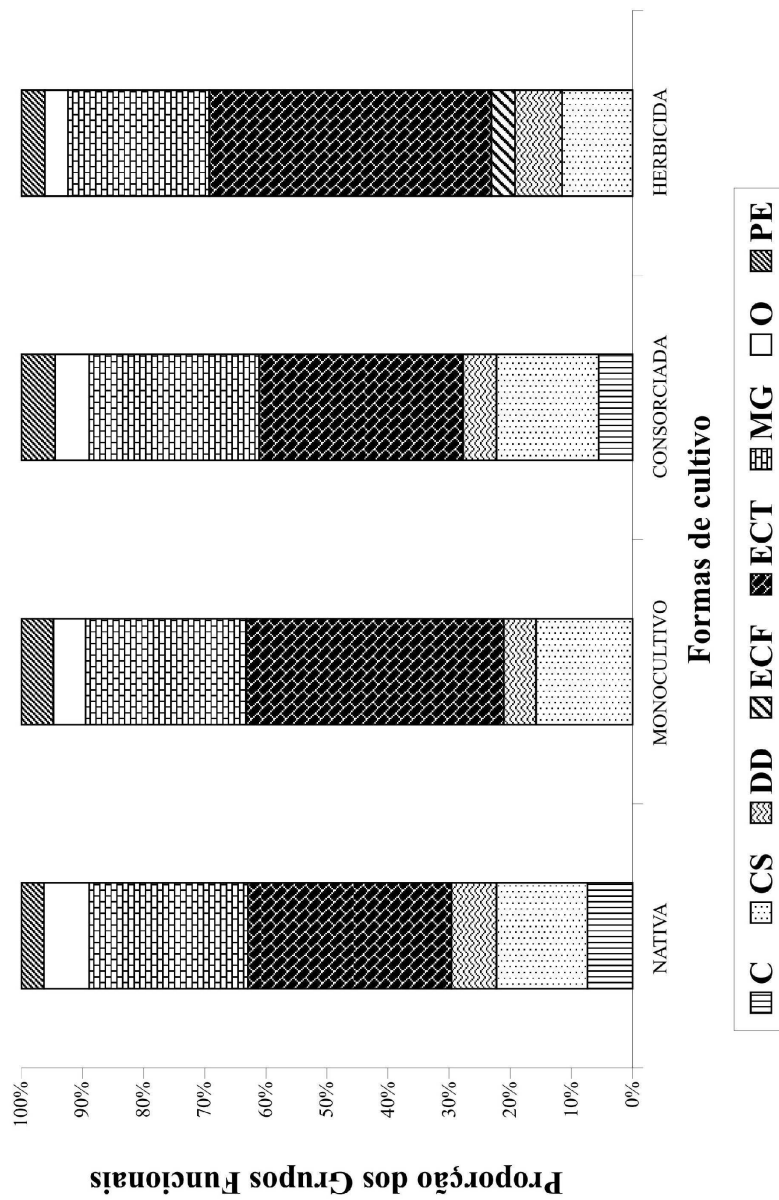


Figura 6. Comunidades de formigas em quatro formas de cultivo de erva -mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003. (Grupos funcionais segundo Brown Jr., 2000: C = Espécie críptica; CS = Camponotini subordinada; DD = Dolichoderinae dominante; ECF = Especialista de clima frio; ECT = Especialista de clima tropical; MG = Myrmicinae generalista; O = Oportunista; PE = Predadora especialista)

Tabela II: Padrões de ocorrência (PO) e de dominância (PD) e status das espécies (S) em quatro formas de cultivo de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003. (N=Número de amostras com formigas; Ac=Acidental; A=Acessória; Co=Constante; Do=Dominante; R=Rara; I=Intermediária; C=Comum).

Táxon	Nativa			Monocultivo			Consoiciada						
	N	PO	PD	S	N	PO	PD	S	N	PO	PD	S	N
<i>Acromyrmex lundii</i>	1	Ac	A	I	2	Ac	Do	I	1	Ac	Ac	R	2
<i>Brachymyrmex heeri</i>	11	A	Do	I	6	Ac	Do	I	7	Ac	Do	I	4
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	7	Ac	Do	I	8	Ac	Do	I	9	A	Do	I	7
<i>Camponotus mus</i>	7	Ac	Do	I	7	Ac	Do	I	8	Ac	Do	I	14
<i>Camponotus rufipes</i>	13	A	Do	I	16	A	Do	I	12	A	Do	I	17
<i>Camponotus</i> sp.11	2	Ac	Do	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.12	7	Ac	Do	I	9	A	Do	I	10	A	Do	I	10
<i>Cephalotes depressus</i>	2	Ac	Do	I	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Crematogaster (Orthocrema) quadriformis</i>	2	Ac	Do	I	3	Ac	Do	I	4	Ac	Do	I	2
<i>Crematogaster</i> sp.1	5	Ac	Do	I	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	-	-	-	1	Ac	A	I	1	Ac	Ac	R	1
<i>Gnamptogenys moelleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Heteroponera</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hypoponera foreli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Linepithema humile</i>	1	Ac	A	I	-	-	-	-	1	Ac	Ac	R	-
<i>Linepithema</i> sp.	5	Ac	Do	I	9	A	Do	I	17	A	Do	I	14
<i>Myrmelachista</i> sp.1	4	Ac	Do	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrmelachista</i> sp.2	2	Ac	Do	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pachycondyla harpax</i>	2	Ac	Do	I	6	Ac	Do	I	1	Ac	Ac	R	1
<i>Paratrechina</i> sp.	1	Ac	A	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole grupo fallax</i>	8	Ac	Do	I	9	A	Do	I	15	A	Do	I	8
<i>Pheidole triconstrica</i>	3	Ac	Do	I	-	-	-	-	1	Ac	Ac	R	2
<i>Pheidole</i> sp.3	-	-	-	-	8	Ac	Do	I	-	-	-	-	5

Continuação

Tabela II. Continuação

<i>Pheidole</i> sp.5	3	Ac	D0	I	5	Ac	D0	I	7	Ac	D0	I	2
<i>Pheidole</i> sp.6	1	Ac	A	I	3	Ac	D0	I	2	Ac	A	I	-
<i>Pheidole</i> sp.11	1	Ac	A	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Procryptocerus</i> sp.	-	-	-	-	2	Ac	D0	I	-	-	-	-	-
<i>Pseudomyrmex acanthobius</i>	2	Ac	D0	I	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	17	Co	D0	C	17	A	D0	I	7	Ac	D0	I	18
<i>Solenopsis (Diplorhoptum)</i> sp.	4	Ac	D0	I	4	Ac	D0	I	3	Ac	D0	I	4
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Solenopsis</i> sp.3	5	Ac	D0	I	5	Ac	D0	I	5	Ac	D0	I	5
<i>Solenopsis</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tetramorium</i> sp.	1	Ac	A	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wasmania</i> sp.	3	Ac	D0	I	3	Ac	D0	I	-	-	-	-	1

Tabela III: Distribuição das frequências absolutas (N) e relativas (%) dos padrões de ocorrência e de dominância e do status das espécies formigas em quatro formas de cultivo de erva-mate na Encosta Superior do Nordeste, RS. Janeiro a dezembro de 2003.

	Categoria	N (%)			
		Nativa	Monocultivo	Consorciada	Herbicida
Padrão de ocorrência	Acidental	24 (88,9)	15 (78,9)	13 (72,2)	22 (94,6)
	Acessória	2 (7,4)	4 (21,1)	5 (27,8)	2 (7,7)
	Constante	1 (3,7)	-	-	2 (7,7)
Padrão de dominância	Acidental	-	-	5 (27,8)	8 (30,8)
	Acessória	6 (22,2)	1 (5,3)	1 (5,6)	5 (19,2)
	Dominante	21 (77,8)	18 (94,7)	12 (66,6)	13 (50,0)
Status das espécies	Rara	-	-	5 (27,8)	8 (30,8)
	Intermediária	26 (96,3)	19 (100,0)	13 (72,2)	16 (61,5)
	Comum	1 (3,7)	-	-	2 (7,7)

DISCUSSÃO

A subfamília que apresentou a maior riqueza de táxons nas coletas realizadas nos cultivos de erva-mate, na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, foi Myrmicinae, o que já era esperado, pois esta é uma das subfamílias dominantes quanto a riqueza de espécies na América do Sul (Cuezzo 1998).

O gênero com maior número de táxons amostrados nos ervais foi *Pheidole* seguido por *Camponotus* e *Solenopsis* o que certamente decorre do fato dos dois primeiros serem os mais ricos em espécies, respectivamente, com 462 e 350 espécies na região Neotropical, enquanto para esta mesma região, *Solenopsis* é representado por 98 espécies (Fernández & Sendoya 2004).

As curvas da riqueza estimada das comunidades de formigas em cada uma das quatro formas de cultivo de erva-mate, obtidas a partir do estimador utilizado, indicam que o esforço amostral empregado foi suficiente para estimar as espécies existentes.

A utilização dos dois métodos de coleta para amostrar a riqueza das comunidades de formigas nas quatro formas de cultivo mostrou-se eficiente, uma vez que nos ervais monocultivo, consorciado e monocultivo com aplicação de herbicida foram amostradas 100 % das espécies estimadas para essas duas técnicas de coleta. No entanto, no cultivo nativo as coletas realizadas com rede entomológica de varredura amostraram 72 % dos táxons estimadas.

A riqueza total de táxons de formigas encontrada nas quatro formas de cultivo de erva-mate foi de 35, dos quais 28 foram coletados com ambas as técnicas, guarda-chuva e rede entomológica de varredura, e sete foram coletados exclusivamente com rede. Junqueira et al. (2001) encontraram menor riqueza de espécies (16) em cultivo de erva-mate em dois municípios do Rio Grande do Sul, possivelmente porque utilizaram como método de coleta apenas aspirador entomológico. Ainda no Rio Grande do Sul, Fonseca & Diehl (2004),

utilizando apenas armadilhas de solo encontraram uma maior riqueza de espécies (49) em povoamentos de *Eucalyptus* spp., implantados em ecossistema de restinga. Da mesma forma, Castro et al. (1989) encontraram maior riqueza de morfo-espécies (94), em pomares de citros em Minas Gerais, onde foram amostradas as comunidades de formigas em quatro locais com diferentes idades de implantação dos pomares, utilizando como forma de coleta iscas atrativas e armadilhas de solo. Na Bahia, Santos & Marques (1996) constataram a presença de 28 espécies de formigas em dois agroecossistemas, uma pastagem e um bananal, riqueza esta similar a encontrada nos ervais nativo (27) e com aplicação de herbicida (26) deste trabalho, ambos também agroecossistemas.

Em um estudo desenvolvido por Armbrrecht et al. (2005) em três diferentes formas de cultivo de café em duas regiões nos Andes Colombianos, com características diferentes quanto a diversidade vegetal e sombreamento, os autores encontraram maior riqueza de espécies nos cafezais que apresentavam maior diversidade de espécies vegetais e sombreamento. Entre os cultivos de erva-mate, o erval com maior riqueza de táxons foi o nativo, que também apresenta maior área de sombreamento e diversidade vegetal. No entanto, o segundo em número de táxons foi o erval com aplicação de herbicida, que diferentemente do nativo, é mais exposto ao sol, de forma similar aos consorciado e monocultivo.

Sinclair & New (2004) amostraram menor número de morfo-espécies em plantações de pinus do que nas florestas de eucaliptos na Austrália. Nos ervais analisados observou-se uma diferença significativa na riqueza de formigas entre o nativo e o consorciado, possivelmente porque no erval consorciado houve a substituição da vegetação nativa pelas erveiras, como no caso da implantação de pinus na Austrália. Os autores ressaltam ainda que as espécies de formigas ocorrentes nas plantações de pinus seriam um subconjunto das formigas existentes nas florestas de eucaliptos e que a maioria das formigas especialistas foi eliminada nos processos de implantação dos pinus, restando somente as

generalistas. No caso da erva-mate, a maioria das espécies especialistas foi coletada no erval nativo, onde foi mantida uma quantidade maior da vegetação original, o que poderia estar relacionado com a diversidade vegetal característica de cada forma de cultivo, sendo que o erval nativo, devido a maior complexidade da vegetação, poderia estar disponibilizando maior quantidade de locais para a nidificação (Tavares et al. 2001), propiciando esta diferença.

Um baixo número de táxons foi comum a todos os ambientes, totalizando somente 40,0 % dos táxons amostrados. O erval nativo foi o que apresentou maior quantidade de táxons exclusivos, seguido pelo monocultivo com aplicação de herbicida, enquanto os ervais consorciado e monocultivo sem aplicação de herbicida apresentaram apenas um táxon exclusivo cada.

Das formigas consideradas como pertencentes ao grupo funcional Espécie Críptica por Brown Jr. (2000), foram coletadas nos ervais os táxons *Myrmelachista* sp.1, *Myrmelachista* sp. 2 e *H. foreli*, o gênero dos dois primeiros caracterizam-se por formigas que nidificam em cavidades de plantas e que Silvestre & Silva (2001) consideram como da guilda Especialista Mínima de Vegetação. Espécies especialistas, segundo Majer & Nichols (1998), seriam sensíveis a áreas perturbadas, o que provavelmente explica o fato delas estarem presentes somente no erval nativo. *H. foreli* é uma forrageadora generalista (Brown Jr. 2000), apresenta atividade hipogéica, ocupando ambientes de serrapilheira. Em geral, operárias desta espécie são coletadas com extrator de Winkler (Silvestre & Silva 2001), no entanto, no erval com aplicação de herbicida foi coletada pelo guarda-chuva entomológico, possivelmente pela redução de vegetação do solo.

O grupo funcional Camponotini subordinada, representado pelas formigas do gênero *Camponotus* que é forrageador generalista, nidifica no solo, em madeira morta e sobre árvores (Brown Jr. 2000). Normalmente patrulha grandes áreas próximas ao ninho (Silvestre & Silva 2001). Lutinski & Garcia (2005) encontraram maior riqueza de espécies do gênero

Camponotus em ambientes perturbados e abertos, que no caso eram o de reflorestamento com eucalipto e o ambiente composto por gramíneas e arbustos. Nas formas de cultivo de erva-mate estudadas, que também podem ser considerados ambientes alterados pelo manejo, este gênero apresentou a segunda maior riqueza de táxons.

As Dolichoderinae dominantes, representadas pelas formigas do gênero *Linepithema* (Brown Jr. 2000), apresentam também hábitos das forrageadoras generalistas. As formigas deste gênero são consideradas onívoras e promovem o recrutamento maciço (Silvestre & Silva 2001). Apesar da espécie *L. humile* ser considerada, segundo Teixeira et al. (2005), boa indicadora de distúrbios ambientais, ela ocorreu nos ervais nativo e com aplicação de herbicida. No entanto, o primeiro erval não é intensamente manejado enquanto o segundo devido à aplicação sistemática de agrotóxicos, possivelmente, apresenta distúrbios de efeito prolongado tal como referido por diversos autores, entre os quais Kenne et al. (2003).

Dentre as formigas predadoras, o gênero *Heteroponera*, incluído no grupo funcional Especialista de clima frio (Brown Jr. 2000), foi encontrado apenas no cultivo com aplicação de herbicida. Segundo Hölldobler & Wilson (1990), os gêneros de Ponerinae são considerados predadores característicos de solo e serrapilheira, dos quais *Pachycondyla*, do grupo funcional Predador especialista é dispersor de sementes (Brown Jr. 2000) e foi encontrado em todas as formas de cultivo.

Operárias de *G. moelleri*, espécie predadora pertencente ao grupo funcional Especialista de clima tropical, foram encontradas somente no cultivo com aplicação de herbicida. Por sua vez, *P. acanthobius*, considerada predadora generalista, do mesmo grupo funcional de *G. moelleri* (Brown Jr. 2000), foi coletada nos ervais nativo e com aplicação de herbicida, enquanto que *Pseudomyrmex* sp.4 foi amostrada em todas as formas de cultivo. Este táxon foi dominante, constante e comum nos cultivos nativo e com aplicação de herbicida, possivelmente relacionado a ser de um gênero visitante de nectários extraflorais

(Brown Jr. 2000) e, segundo Mariath et al. (1995), a erva-mate apresenta estes órgãos na face inferior das suas folhas, embora microscópicos.

Ainda pertencentes ao grupo funcional Especialista de clima tropical, os gêneros *Brachymyrmex*, *Solenopsis* e *Wasmania* são considerados forrageadores generalistas (Brown Jr. 2000). O gênero *Brachymyrmex*, representado por dois táxons, foi coletado em todas as formas de cultivo de erva-mate. De acordo com Delabie et al. (2000) algumas espécies deste gênero utilizam homópteros como meio de obtenção de alimento. Segundo Silvestre & Silva (2001), o gênero *Solenopsis* é caracterizado por apresentar alta riqueza de espécies e ampla tolerância às condições físicas do ambiente. Este gênero esteve presente em todas as formas de cultivo de erva-mate, sendo que dois dos quatro táxons foram amostrados somente no erval com aplicação de herbicida. O gênero *Wasmania*, referido por Silvestre & Silva (2001) por sua agressividade e dominância sobre os recursos alimentares, foi amostrado nos ervais nativo, monocultivo e com aplicação de herbicida, neste último apresentando status raro.

A espécie *A. lundi*, também pertencente ao grupo funcional Especialista de clima tropical, foi coletada em todos os ervais. De acordo com Diehl-Fleig (1995; 1997), a ocorrência de espécies de *Acromyrmex* é maior em áreas alteradas, especialmente devido a redução de inimigos naturais. No entanto, seu status foi raro no erval consorciado e intermediário nos demais ervais. Representantes dos gêneros *Cephalotes* e *Procryptocerus*, pertencentes ao grupo funcional Especialista de clima tropical, utilizam pólen na sua alimentação (Brown Jr. 2000). Segundo Silvestre & Silva (2001) a riqueza de espécies pertencentes a estes gêneros, está positivamente relacionada à diversidade da vegetação do ambiente. No entanto, foram amostrados somente dois táxons, *C. depressus* e *Procryptocerus* sp. nos ervais nativo, com aplicação de herbicida e monocultivo.

Os gêneros de formigas considerados Oportunistas por Brown Jr. (2000), *Dorymyrmex*, *Paratrechina* e *Tetramorium*, os três com hábitos generalistas, foram

encontrados em todas as formas de cultivo, porém apresentando maior frequência no erval nativo. Segundo Silvestre & Silva (2001), os dois primeiros gêneros são considerados patrulheiros de solo e vegetação, com hábito alimentar onívoro, apresentam colônias grandes e recrutamento maciço. Algumas espécies são típicas de ambientes perturbados, sendo que *Dorymyrmex* sp. só não foi amostrada no erval nativo, enquanto *Paratrechina* sp. ocorreu apenas neste erval.

O grupo funcional Myrmicinae generalista, representado por dois gêneros, *Crematogaster* e *Pheidole*, foi o segundo em número de táxons amostrados nos ervais. O primeiro gênero, considerado forrageador generalista (Brown Jr. 2000) e arborícola, utiliza repelentes químicos para a defesa (Silvestre & Silva 2001). Esteve representado por *C. (Orthocrema) quadriformis* em todas as formas de cultivo e por *Crematogaster* sp.1 somente nos ervais nativo e com aplicação de herbicida, ambos táxons tendo sido coletados com os dois métodos. O gênero *Pheidole*, presente em todos os ervais, apresentou o maior número de táxons. Muitas espécies de *Pheidole* são onívoras e coletoras de semente (Brown Jr. 2000) utilizando partes de sementes em sua dieta (Leal & Oliveira 1998).

A estruturação das comunidades de formigas em guildas, segundo Silvestre & Silva (2001) permite comparar funcionalmente a composição de espécies de diferentes locais e pode ser uma ferramenta importante nos estudos das comunidades. De acordo com Andersen (1997) a reunião das espécies em grupos funcionais reduz a complexidade das comunidades decorrente da relação das espécies que as compõem, permitindo a identificação de padrões estruturais nas mesmas (Andersen 1997).

O reconhecimento dos grupos funcionais (Andersen 1997) ou das guildas (Silvestre & Silva 2001) de formigas nos ecossistemas e a compreensão das suas respostas às mudanças no ambiente, podem servir na avaliação de diversos ambientes e também como método comparativo entre diferentes comunidades (Silvestre & Silva 2001). A estrutura dos

grupos funcionais é similar tanto na composição quanto na distribuição das suas frequências nas comunidades de formigas nas quatro formas de cultivo de erva-mate. Apesar das diferenças na riqueza de táxons entre os ervais, a frequência e distribuição dos grupos funcionais se manteve similar, o que sugere que a forma de cultivo interfere mais sobre a riqueza de espécies do que sobre a estrutura funcional das formigas.

CONCLUSÕES

- Nos cultivos de erva-mate, na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, Myrmicinae foi a subfamília que apresentou a maior riqueza de táxons, sendo que os gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis* apresentaram os maiores números de táxons.
- A maioria dos táxons que compunham as comunidades de formigas nos cultivos de erva-mate foram categorizados como tendo padrões de ocorrência acidental e de dominância do tipo dominante, com status intermediário, indicando a semelhança entre as formas de cultivo quanto a disponibilidade de recursos.
- A distribuição dos grupos funcionais foi semelhante nas quatro comunidades, sugerindo que a forma de cultivo interfere mais sobre a riqueza de espécies de formigas que sobre a estrutura funcional das formigas.

REFERÊNCIAS

- Andersen, A. N. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography** **24**: 433–460.
- Armbrecht, I.; Rivera, L. & I. Perfecto. 2005. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter an assemblage of colombian coffee plantations. **Conservation Biology** **19**(3): 897–907.
- Azevedo, D. M. P.; Vieira, D. J.; Nóbrega, L. D. & N. E. M. Beltrão. 1988. Controle de ervas daninhas e seletividade de herbicidas em algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **23**: 581–586.
- Bentley, B. L. 1977a. The protective function of ants visiting the extrafloral nectaries of *Bixa orellana*. **Journal of Ecology** **65**: 27–38.
- Bentley, B. L. 1977b. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. **Annual Review Ecology and Systematic** **8**: 407–427.
- Bolton, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge, MA, Harvard University Press, 222 p.
- Bolton, B. 2003. **Synopsis and classification of Formicidae**. Florida, The American Entomological Institute, 370 p.
- Brown Jr., W. L. 2000. Diversity of ants, p. 45–79. In: D. Agosti; J. D. Majer; L. E. Alonso & T. R. Schulz (eds.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 280p.
- Castro, A. G. & M. V. B. Queiroz. 1987. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agro-ecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **16**(2): 363–375.

- Castro, A. G.; Queiroz, M. V. B. & L. M. Araújo. 1989. Estrutura e diversidade de comunidades de formigas em pomar de cítricos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 18(2): 229–246.
- Colwell, R. K. & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)** 345: 101–118.
- Cuezzo, F. 1998. Formicidae, p. 452–462. In: J. J. Morrone & S. Coscarón (eds.). **Biodiversidad de artrópodos argentinos**. La Plata. Ediciones SUR, 599 p.
- Davidson, D. W. 1997. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. **Biological Journal of the Linnean Society** 61: 153–181.
- De Coll, O. R. & E. D. Saini. 1992. **Insectos y acaros perjudiciales al cultivo de la yerba mate en la republica Argentina**. INTA, E. E. A. Montercalo, Publicación n. 1, 48 p.
- Delabie, J. H. C.; D. Agosti & I. C. Nascimento. 2000. Litter ant communities of the brazilian Atlantic rain forest region, p. 1–17. In: **Sampling ground-dwelling ants: case studies from world's rain forest**. School of Environmental Biology (Bulletin, 18).
- Diehl-Fleig, E. 1995. **Formigas: organização social e ecologia comportamental**. São Leopoldo, UNISINOS, 166 p.
- Diehl-Fleig, E. 1997. Ocorrência de *Acromyrmex* em áreas com distintos níveis de perturbação antrópica no Rio Grande do Sul. **Acta Biologica Leopoldensia** 19: 165–171.
- Fernandes, W. D.; Oliveira, P. S.; Carvalho, L. S. & M. E. M. Habib. 1994. *Pheidole* ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis*, (Col. Curculionidae), in southeast Brazil. **Journal of Applied Ecology** 118: 437–441.
- Fernandes, W. D.; Cruz, M. C. A.; Faccenda, O. & T. O. Valente. 2000. Impacto de herbicidas em uma guilda de formigas predadoras. **Revista Brasileira de Herbicidas** 1: 225–231.
- Fernández, F. & Sendoya, S. 2004. List of neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana** 5(1): 3–93.

- Floren, A.; Bium, A. & K. E. Linsenmair. 2002. Arboreal ants key, predators in tropical lowland forest trees. **Oecologia** **131**: 137–144.
- Folgarait, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation** **7**: 1221–1244.
- Fonseca, R. C. & E. Diehl. 2004. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia** **48**(1): 95–100.
- Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 1990. **The ants**. Cambridge, MA, The Belknap Press of Harvard University Press, 732 p.
- Iede, E. T. & D. C. Machado. 1989. Pragas da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e seu controle. **Boletim de pesquisa florestal**. Colombo: EMBRAPA/CNPF 18/19: 51–60.
- Jaffé, K. 1993. **El mundo de las hormigas**. Universidad Simon Bolivar, Baruta, F. do Miranda, 183p.
- Junqueira, L. K.; Diehl, E. & Ed. Diehl-Fleig. 2001. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) visitantes de *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology** **30** (1): 161–164.
- Kenne, M.; Djiéto-Lordon, C.; Orivel, J.; Mony, R.; Fabre, A. & A. Dejean. 2003. Influence of insecticide treatments on ant-hemiptera associations in tropical plantations. **Journal of Economic Entomology** **96**(2): 251–258.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Economica-Pánuco, Mexico, 479 pp.
- Lazzarotto, C. M. & S. M. N. Lazzari. 2005. Análise faunística de afídeos (Hemiptera, Aphididae) na Serra do Mar, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **49**(2): 270–274.

- Leal, I. R. & P. S. Oliveira. 1998. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in southeast Brazil. **Biotropica** **30**: 170–178.
- Lutinski, J. A.. & F. R. M. Garcia. 2005. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas** **18**(2): 73–86.
- Majer, J. D. 1997. The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. **Memorial Museum of Victoria** **56**(2): 323–329.
- Majer, J. D. & O. G. Nichols. 1998. Long-term recolonization patterns of ants in western Australian rehabilitated hauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. **Journal of Applied Ecology** **35**: 161–182.
- Mariath, J. F. A.; Coelho, C. G.; Santos, R. P.; Heuser, F. D.; Ayur, D. M. & A. E. Cocucci. 1995. Aspectos anatômicos e embriológicos das espécies do gênero *Illex*, p. 263–279. In: H. Winge, A. G. Ferreira, J. F. A. Mariath & L. C. Tarasconi (eds.). **Erva-mate: biologia e cultivo no cone sul**. Porto Alegre, RS, Ed. Da Universidade/UFRGS. 356 p.
- Matos, J. Z. de; Yamanaka, C. N.; Castellani, T. T. & B. C. Lopes. 1994. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas** **7**(1 e 2): 57–64.
- Matson, P. A.; Parton, W. J.; Power, A. G. & M. J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science** **277**: 504–509.
- Medrado, M. J. S. 2005. Controle de plantas daninhas. In: M. J. S. Medrado (ed.). **Cultivo da erva-mate**. Sistemas de produção, 1 - ISSN 1678-8281, Versão Eletrônica Nov./2005. Embrapa Florestas. Disponível em < [http:// sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate/index.htm)> Acesso em 05/janeiro/2006.

- Medrado, M. J. S.; Vilcahuaman, L. J. M.; Rodigheri, H. R.; Dossa, D. & R. A. . Dedecek. 2005. Sistema agroflorestal, In: M. J. S. Medrado (ed.). **Cultivo da erva-mate**. Sistemas de Produção, 1 - ISSN 1678-8281, Versão Eletrônica Nov./2005. Embrapa Florestas. Disponível em < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate/index.htm>> Acessado em 05/janeiro/2006.
- Mody, K. & K. E. Linsenmair. 2004. Plant-attacted ants affect arthropod community structure but not necessarily herbirory. **Ecological Entomology** **29**: 217–225.
- Oliveira, P. S. & A. T. Oliveira-Filho. 1991. Distribution of extrafloral nectaries in the woody flora tropical communities in western Brazil, p. 163–175. In: P.W. Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes & W.W.Benson (eds.), **Plant-animal interactions: evolucionary ecology in tropical and temperate regions**, J.Wiley & Sons, Inc. 639p.
- Penteado, S. R. C. 1995. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para o seu controle, p. 109–120. In: H. Winge, A. G. Ferreira; J. E. de A. Mariath & L. C. Tarasconi (eds.). **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**, Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS. 355p. il.
- Penteado, S. R. C.; Iede, E. T. & M. S. P. Leite. 2000. Pragas da erva-mate: Perspectivas de controle, p. 27–38. In: **2.º Congresso sul-americano da erva-mate e 3.º Reunião técnica da erva-mate**. Porto Alegre. 355p.
- Perfecto, I. & R. Snelling. 1995. Biodiversity and the transformation of the tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. **Ecological Applications** **5**: 1084–1097.
- Rotta, E. & Y. M. M. de Oliveira. 2005. Distribuição geográfica, In: M. J. S. Medrado (ed.). **Cultivo da erva-mate**. Sistemas de produção, 1 - ISSN 1678-8281, Versão Eletrônica Nov./2005. Embrapa Florestas. Disponível em < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate/index.htm>> Acessado em 05/janeiro/2006.

- Santos, G. M. M. & O. M. Marques. 1996. Análise faunística de comunidades de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois agroecossistemas em Cruz das Almas – Bahia. **Insecta** 5(1): 1–17.
- Silveira Neto, S; Nakano, O.; Barbin, D. & N. A. Villa Nova. 1976. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 419p. il.
- Silvestre, R. & R. R. da Silva. 2001. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP – sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas** 14(1): 37–69.
- Sinclair, J. E. & T. R. New. 2004. Pine plantations in south eastern Australia support highly impoverished ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Insect Conservation** 8: 277–286.
- Tavares, A. A.; Bispo, P. C. & A. C. S. Zanini. 2001. Comunidades de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em áreas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. e de vegetação nativa numa região de cerrado. **Revista Brasileira de Entomologia** 45(3): 251–256.
- Teixeira, M. & A. B. Coura Neto. 1986. **Levantamento de recursos naturais – Vegetação – V. 33**. São Paulo, Editora Nacional, p. 541–632.
- Teixeira, M. C.; J. H. Schoereder; J. T. Nascimento & J. N. C. Louzada. 2005. Response of ant communities to sand dune vegetation burning in Brazil (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology** 45: 1–11.
- Tormen, M. J. 1995. Economia ervateria brasileira, p. 27–40. In: H. Winge, A. G. Ferreira, J. F. A. Mariath & L. C. Tarasconi (eds.). **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre. .Ed. Universidade/UFRGS, 355p. il.
- Wilkinson, L. 2000. **Systat: the system for statistics**. Evanston, Illinois.