

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

“Influência do tamanho do fragmento na diversidade de Hymenoptera Sociais (Apidae; Apinae: Apini, Vespidae; Polistinae, Formicidae) em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar”

Simony Lavezzo Coró

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO -SP

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

“Influência do tamanho do fragmento na diversidade de Hymenoptera Sociais (Apidae; Apinae: Apini, Vespidae; Polistinae, Formicidae) em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar”

Simony Lavezzo Coró

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO -SP

2010

Coró, Simony Lavezzo

Influência do tamanho do fragmento na diversidade de Hymenoptera Sociais (Apidae; Apinae: Apini, Vespidae; Polistinae, Formicidae) em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar, 2010.

146 p.: il.; 30 cm.

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/ USP. Área de concentração: Entomologia.
Orientador: Noll, Fernando Barbosa.

1. Hymenoptera sociais 2. Fragmentação 3. Diversidade 4. Conectividade 5. Guildas

Dedicatória

*Aos meus pais, Odari e Rosi,
por todo amor, apoio
e confiança, dedico.*

Agradecimentos

Aos meus pais, Rosi e Odari, pelo apoio constante e respeito às minhas escolhas, por todo amor, dedicação e pela força que me sustenta e guia.

Ao meu orientador, Prof. Fernando Noll, pela oportunidade, confiança, amizade e pelos valiosos ensinamentos.

Ao Sidnei Mateus, pela grande ajuda na identificação dos Apini e com referências bibliográficas.

Ao Carlos Roberto Brandão e a todos os seus alunos, pela companhia e boa recepção no Museu de Zoologia para identificação das espécies de Formicidae e pelas sugestões para o trabalho, em especial ao Rodrigo Feitosa, por sua ajuda na identificação dos espécimens, e ao Rogério Silva, pelas dicas em relação ao agrupamento em guildas.

Ao Eduardo, meu grande e amado companheiro, pela força constante e companhia imprescindível.

Ao meu irmão Leonardo pela bela amizade e companhia bem humorada, e à irmãzinha de coração, Nicole, pela grande amizade, irmandade, e pela sempre boa disposição em ouvir e trocar ideias.

À tia Dina, por sempre acolher quando necessário, pela grande ajuda em fase tão importante e por todo o carinho e atenção, e à minha avó Graciosa, pela força e sabedoria.

A todo o pessoal do laboratório, pela companhia e horas bem humoradas, especialmente à Laura, pela amizade, companhia sempre positiva e às muitas gargalhadas, à Cíntia, pelos momentos filosóficos e amizade peculiar, à Gracieli, pela amizade e companhia, ao Getulio, pela amizade e sempre boa disposição em ajudar, ao Eduardo, pela grande ajuda com análises estatísticas, ao Gorgon, pela amizade, companheirismo e vibração positiva, e ao Pudim, por sua prestatividade, amizade, boa música e boas gargalhadas.

À minha prima Lígia, pela companhia e troca de ideias e experiências.

À amiga Manu, pela contagiante vibração positiva, amizade e companhia.

Resumo

A fragmentação da vegetação em pequenas áreas afeta vários processos ecológicos que envolvem animais e plantas. O tamanho do fragmento e seu grau de isolamento podem ser fatores determinantes da diversidade de espécies em sistemas fragmentados, e tal processo é uma das principais razões da perda de biodiversidade. Em relação ao número de espécies, invertebrados terrestres representam a maior parte da biodiversidade, sendo Hymenoptera uma das maiores e mais diversas ordens de insetos. Os insetos sociais são o melhor exemplo de níveis de organização social, e os graus de comportamento social variam, desde solitário até eussocial. Essa visão geral revela a importância e a riqueza dos Hymenoptera sociais para os ambientes naturais, uma vez que ocupam vários nichos ecológicos. Neste trabalho foi realizado um levantamento de Hymenoptera eussociais, capturados com o uso de armadilhas Malaise, sendo duas em cada localidade. O período de amostragem das áreas foi de maio de 2007 a agosto de 2009. Dentre a tribo Apini, foram registrados 218 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 11 espécies, sendo que os gêneros *Tetragonisca* e *Trigona* foram os mais representativos e *Tetragonisca angustula* foi a espécie mais significativa. A área de Pindorama foi a de maior heterogeneidade e de maior equitabilidade, e Barretos foi a área mais representativa em relação à dominância das espécies. Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e União Paulista são as áreas mais similares entre si. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, pudemos observar que Macaúbal e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si, e através do coeficiente de Jaccard, observamos os mesmos resultados obtidos com o coeficiente de Bray-Curtis. As curvas dos estimadores de riqueza (ACE e ICE) mostraram que somente em Macaúbal, União Paulista e Barretos houve tendência à estabilização das curvas, indicando que as coletas foram suficientes. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Barretos apresenta maior riqueza de espécies, e as curvas de todas as áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que seriam necessárias mais algumas coletas para confirmar que todas as espécies

foram registradas. Dentre a subfamília Polistinae, foram registrados 802 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 20 espécies. Os gêneros *Agelaia* e *Polybia* foram os mais significativos, e as espécies *A. pallipes*, *P. jurinei* e *P. paulista* foram as mais representativas. A área de Macaubal apresentou maior diversidade e maior equitabilidade, e Pindorama foi a área mais representativa em relação à dominância das espécies. . Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e Barretos são as áreas mais similares entre si. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, podemos observar que Vicentinópolis e Planalto apresentam maior similaridade, e através do coeficiente de Jaccard observamos que também Vicentinópolis e Planalto apresentam maior similaridade entre si. As curvas dos estimadores de riqueza (ACE e ICE) mostram que somente em Vicentinópolis e Macaubal as curvas se estabilizaram, indicando que nestas áreas as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Barretos apresenta maior riqueza de espécies. Onda Verde é a área de menor riqueza, onde seriam necessárias mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies. Em relação à família Formicidae, além do levantamento de sua fauna, foi feito um agrupamento das espécies em guildas tróficas. Foram registrados 6016 indivíduos, pertencentes a nove subfamílias, 26 gêneros e 99 espécies. A subfamília melhor representada foi Myrmicinae, os gêneros mais representativos foram *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Cephalotes*, e *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* e *Cephalotes clypeatus* foram as espécies mais significativas. Pindorama foi a área mais diversa e também de maior equitabilidade, e Onda Verde foi a área que apresentou mais espécies dominantes. No que diz respeito à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Vicentinópolis e Macaubal são as áreas mais similares entre si, o coeficiente de Bray-Curtis indicou-nos que Planalto e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si e o coeficiente de Jaccard mostrou-nos os mesmos resultados obtidos pelo coeficiente de Bray-Curtis. As curvas dos estimadores de riqueza dos índices ACE e ICE mostraram que somente em União Paulista as curvas se estabilizaram, indicando que nesta área as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies

encontradas. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Planalto é a área com maior riqueza de espécies. Foram descritos 13 grupos funcionais para as formigas, desde predadoras de solo e vegetação, até onívoras, oportunistas e especialistas.

Abstract

The natural vegetation fragmentation in small areas affects several ecological process which involve plants and animals. Fragment's size and its degree of isolation can be determinant factors of the species diversity in fragmented systems, and such process is one of the essential causes of biodiversity loss. Concerning the species number, terrestrial invertebrates represent the largest part of biodiversity, being Hymenoptera one of the biggest e most diverse insects orders. Social insects are the best example of social organization levels, and the degrees of social behavior vary, from solitary to eusocial. This general view reveals the importance and richness of social Hymenoptera to natural environments, once they occupy various ecological niches. In this work a social Hymenoptera survey was made with Malaise traps, two in each locality. The sampling period was from May 2007 to August 2009. Among the tribe Apini, there were recorded 218 individuals, belonging to 9 genera and 11 species, and the *Tetragonisca* and *Trigona* were the most representative genera, and *Tetragonisca angustula* was the most representative species. Pindorama was the area with the highest heterogeneity and equitability, and Barretos was the most representative area concerning species dominance. Concerning similarity between the areas, the Morisita-Horn coefficient showed us that Palestina and União Paulista are the most similar areas. By the Bray-Curtis coefficient, we observed that Macaubal and União Paulista are the most similar areas, and by the Jaccard coefficient we observed the same results obtained with the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that only in Macaubal, União Paulista and Barretos there was an inclination to stabilization of the curves, indicating the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed us that Barretos has the biggest species richness, and the curves of all areas tend to growth and stabilization, which means that would be necessary some more collects to confirm all species were recorded. Among the subfamily Polistinae, there were recorded 802 specimens, belonging to nine genera and 20 species. The genera *Agelaia* and

Polybia were the most significative, and the species *A. pallipes*, *P. jurinei* and *P. paulista* were the most representative. The area of Macaubal showed the highest diversity and equitability, and Pindorama was the area with more dominant species. Concerning the similarity between the areas, the Morisita-Horn coefficient showed that Palestina and Barretos are the most similar areas. By the Bray-Curtis coefficient, we observed that Vicentinópolis and Planalto have the highest similarity, and by the Jaccard coefficient it's possible to observe the same results as those obtained by the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that just in Vicentinópolis and Macaubal the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed that Barretos has the biggest species richness. Onda Verde is the area with the smaller richness of species, which means that it would be necessary more collects to confirm the total species richness. Finally, among the family Formicidae, besides its fauna survey, it was made an assembly of the species in trophic groups. There were recorded 6016 specimens, belonging to nine subfamilies, 26 genera and 99 species. The best represented subfamily was Myrmicinae, the genera *Camponotus*, *Pseudomyrmex* and *Cephalotes* were the most significative, and *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* and *Cephalotes clypeatus* were the most representative species. Pindorama was the most diverse area, and also with the highest equitability, and Onda Verde was the area with more dominant species. Concerning the similarity between the areas, the Morisita-Horn coefficient showed that Vicentinópolis and Macaubal are the most similar areas, the Bray-Curtis coefficient showed that Planalto and União Paulista have the highest similarity, and by the Jaccard coefficient it's possible to observe the same results as those obtained by the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that just in União Paulista the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed that Planalto has the biggest species richness. There were described 13 functional groups to the ants, since soil and vegetation predators to omnivorous, opportunists and specialists.

Sumário

Introdução Geral.....	1
Capítulo 1: Diversidade de riqueza de abelhas eussociais corbiculadas (Apidae; Apinae: Apini) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar.....	3
Resumo.....	4
Abstract.....	5
1. Introdução.....	6
2. Objetivos.....	8
3. Áreas de Estudo.....	8
4. Materiais e Métodos.....	9
5. Tratamento dos Dados.....	10
6. Resultados e Discussão.....	11
6.1. Espécies coletadas.....	11
6.2. Análises Estatísticas.....	12
6.3. Comparação com outros levantamentos de abelhas eussociais realizados no Estado de São Paulo e outros Estados.....	15
7. Conclusões.....	18
8. Referências Bibliográficas.....	20
Tabelas e Figuras – Capítulo 1.....	27
Capítulo 2: Diversidade e riqueza de vespas eussociais neotropicais (Vespidae; Polistinae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar.....	46

Resumo.....	47
Abstract.....	48
1. Introdução.....	49
2. Objetivos.....	51
3. Áreas de Estudo.....	51
4. Materiais e Métodos.....	52
5. Tratamento dos Dados.....	53
6. Resultados e Discussão.....	54
6.1 Espécies coletadas.....	54
6.2 Análises Estatísticas.....	55
6.3 Comparação com outros levantamentos de vespas eussociais realizados no Estado de São Paulo e outros Estados.....	58
7. Conclusões.....	61
8. Referências Bibliográficas.....	63
Tabelas e Figuras – Capítulo 2.....	68
Capítulo 3: Diversidade, riqueza e estrutura das guildas funcionais de Formicidae em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar.....	86
Resumo.....	87
Astract.....	89
1. Introdução.....	90
2. Objetivos.....	92
3. Áreas de Estudo.....	92
4. Materiais e Métodos.....	93
5. Tratamento dos Dados.....	94
6. Resultados e Discussão.....	95
6.1. Espécies coletadas.....	95

6.2.	Análises Estatísticas.....	97
6.3.	Comparação com outros levantamentos de Formicidae realizados no Estado de São Paulo e outros Estados.....	99
7.	Estrutura dos grupos funcionais das formigas da Região Noroeste do Estado de São Paulo.....	102
7.1.	Descrição das guildas de Formigas do Noroeste de São Paulo, com base no trabalho de Silvestre et al. (2003).....	103
8.	Conclusões.....	106
9.	Referências Bibliográficas.....	108
	Tabelas e Figuras – Capítulo 3.....	114
10.	Considerações Finais.....	139
	Tabela e Figuras.....	143
11.	Referências Bibliográficas.....	146

Introdução Geral

Quando a vegetação natural está fragmentada em pequenas áreas, vários processos ecológicos que envolvem animais e plantas podem ser afetados (Aizen & Feinsinger, 1994). A fragmentação de ecossistemas é caracterizada pelo aumento no grau de isolamento dos fragmentos, diminuição do seu tamanho e aumento da suscetibilidade a distúrbios externos, como alterações em suas condições físicas ou invasões por espécies exóticas, entre outros fatores (Geneletti, 2004). Se a fragmentação afeta determinadas populações de animais ou plantas que participam de interações mutualísticas, os efeitos poderiam afetar várias outras espécies (Gilbert, 1980; Howe, 1984; Terborgh, 1986; Powell & Powell, 1987; Dirzo & Miranda, 1991).

O tamanho do fragmento e seu respectivo grau de isolamento têm sido identificados como determinantes-chave da diversidade de espécies em sistemas fragmentados (Wilcox & Murphy, 1985; Gilpin & Soulé, 1986; Saunders *et al.*, 1991; Haila *et al.*, 1993). Assim sendo, a ocorrência de espécies em áreas fragmentadas depende do tamanho e da conectividade dos habitats, do contexto no qual o habitat está implantado e das características das espécies. Relações entre espécies e áreas fragmentadas dependem da escala de movimentos individuais e da distância entre os fragmentos de habitat (Tschardtke & Brandl, 2004).

Padrões espaciais de arranjo do habitat e a estrutura da área como um todo têm sofrido grandes mudanças por conta da destruição e fragmentação de habitats naturais e semi-naturais e, ainda, devido à agricultura e intenso uso da terra. Reconhece-se que tal processo é um dos principais motivos de perda de biodiversidade (Saunders *et al.*, 1991; Harrison & Bruna, 1999; Dale *et al.*, 2000).

Segundo Connor *et al.* (2000), a densidade populacional de animais também pode aumentar com o tamanho do fragmento – “relação área-abundância” – mas, para os insetos há apenas alguns poucos estudos.

Invertebrados terrestres representam a maior porção da biodiversidade no que diz respeito ao número de espécies (Wilson, 1987). A ordem Hymenoptera, que compreende, entre outras, vespas (tanto as sociais como as de vida livre ou parasitas), formigas e abelhas, é uma das maiores e mais diversas ordens de insetos (Corlett, 2004) e tem um papel significativo em ecossistemas terrestres, em especial nos trópicos, pois agem como polinizadores, predadores, parasitas, etc. (Fernández, 2001). Ainda de acordo com Fernández (2001), os aculeados da região Neotropical compreendem três superfamílias monofiléticas (Chrysidoidea, Apoidea e Vespoidea), 25 famílias, 807 gêneros e cerca de 13000 espécies descritas. É um grupo único dentro dos insetos endopterigotos, possuindo um aparato ovipositor bem desenvolvido (Smith, 1969).

De acordo com Wilson (1971), insetos sociais constituem o melhor exemplo de níveis de organização social, e esta, por sua vez, é incomparável no que diz respeito à coesão, especialização de castas e altruísmo individual. Ainda de acordo com Wilson (1971), a colônia desses insetos também é chamada de superorganismo, pois exhibe muitos fenômenos sociais análogos a propriedades fisiológicas de órgãos e tecidos.

Os graus de comportamento social variam, desde solitário até eusocial, passando por subsocial, comunal, quase-social e semi-social. Existem três fatores, ou qualidades, que definem um grupo como eussocial, ou social verdadeiro: cuidado cooperativo com a prole, divisão de castas (reprodutiva e operária) e sobreposição de gerações (Wilson, 1971).

Esse panorama geral revela a riqueza e a importância dos Hymenoptera sociais para os ambientes naturais, uma vez que ocupam os mais variados nichos ecológicos. É importante ressaltar ainda que, no estado de São Paulo, com exceção de inventário realizado em regiões de Mata Atlântica (BIOTA/FAPESP “Riqueza e diversidade de Hymenoptera e Isoptera ao longo de um gradiente latitudinal de Mata Atlântica – a floresta úmida do leste do Brasil”), não há estudos a respeito da fauna de Hymenoptera sociais na região Noroeste, deixando clara a relevância do trabalho apresentado.

Capítulo 1

Diversidade e riqueza de abelhas eussociais corbiculadas (Apidae; Apinae: Apini) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar

Resumo

As abelhas pertencem à superfamília Apoidea e são o grupo mais estudado de insetos. São os principais polinizadores de plantas em ecossistemas de agricultura e naturais, consomem pólen de angiospermas e muitas espécies de abelhas possuem associações ecológicas íntimas com gêneros específicos ou determinadas espécies de plantas, sendo dessa forma fortemente relacionadas à evolução e diversificação das angiospermas. Apidae é a mais diversificada e comum das famílias de abelhas, e a tribo Apini (Apinae), que compreende as abelhas corbiculadas, divide-se em quatro sub-tribos: Euglossina, Bombina, Meliponina e Apina. Neste trabalho foi realizado um levantamento de abelhas eussociais, capturadas com o uso de armadilhas Malaise, sendo duas em cada localidade. O período de amostragem das áreas foi de maio de 2007 a agosto de 2009. Foram registrados 218 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 11 espécies, sendo que os gêneros *Tetragonisca* e *Trigona* foram os mais representativos e *Tetragonisca angustula* foi a espécie mais representativa. A área de Pindorama foi a de maior heterogeneidade e de maior equitabilidade, e Barretos foi a área mais representativa em relação à dominância das espécies. Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e União Paulista são as áreas mais similares entre si. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, pudemos observar que Macaubal e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si, e através do coeficiente de Jaccard, observamos os mesmos resultados obtidos com o coeficiente de Bray-Curtis. As curvas dos estimadores de riqueza (ACE e ICE) mostraram que somente em Macaubal, União Paulista e Barretos houve tendência à estabilização das curvas, indicando que as coletas foram suficientes. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Barretos apresenta maior riqueza de espécies, e as curvas de todas as áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que seriam necessárias mais algumas coletas para confirmar que todas as espécies foram registradas.

Abstract

Bees belong to the superfamily Apoidea and are the most studied insect group. They are the main pollinators in agricultural and natural ecosystems, consume angiosperm pollen and many bees species have close ecological associations with specific genera or some plant species, being, this way, strongly related with the evolution and diversification of angiosperms. Apidae is the most diverse and commom bee family, and the tribe Apini (Apinae), which comprise the corbiculate bees, share itself in four subtribes: Euglossina, Bombina, Meliponina and Apina. In this work an eusocial bees survey was made with Malaise traps, two in each locality. The sampling period was from May 2007 to August 2009. There were recorded 218 individuals, belonging to 9 genera and 11 species, *Tetragonisca* e *Trigona* were the most representative genera, and *Tetragonisca angustula* was the most representative species. Pindorama was the area with the highest heterogeneity and equitability, and Barretos was the most representative area concerning species dominance. Concerning similarity between the areas, Morisita-Horn coefficient showed us that Palestina and União Paulista are the most similar areas. By the Bray-Curtis coefficient, we observed that Macaubal and União Paulista are the most similar areas, and by the Jaccard coefficient we observed the same results obtained with the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that only in Macaubal, União Paulista and Barretos there was an inclination to stabilization of the curves, indicating the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed us that Barretos has the highest species richness, and the curves of all areas tend to growth and stabilization, which means that would be necessary some more collects to confirm all species were recorded.

1. *Introdução*

As abelhas pertencem a superfamília Apoidea, que está dividida em nove famílias: Andrenidae, Colletidae, Dasypodaidae, Halictidae, Meganomiidae, Melittidae e Stenotritidae e são o grupo mais estudado de insetos (Michener, 1990; Melo & Gonçalves, 2005). São os principais polinizadores de plantas em ecossistemas de agricultura e naturais (Neff & Simpson, 1993), e são, de um modo geral, totalmente dependentes das flores para obtenção de óleos, fragrâncias, além de néctar e pólen (Macedo & Martins, 1999), este último usado na alimentação das larvas, ao invés de proteína animal, como ocorre com as vespas (Corlett, 2004).

Consomem pólen de angiospermas e proporcionam, através de suas atividades, benefício direto às plantas (Danforth & Ascher, 1999). Muitas espécies de abelhas possuem associações ecológicas íntimas – e geralmente oligoléticas – com gêneros específicos ou determinadas espécies de plantas (Wcislo & Cane, 1996), e estão, dessa forma, fortemente relacionadas com a evolução e diversificação das angiospermas (Bawa, 1990).

A família Apidae é a mais diversificada e comum das famílias de abelhas, com ampla distribuição em todos os continentes do globo (Roig-Alsina & Michener, 1993).

Abelhas corbiculadas pertencem à tribo Apini (Apinae) e são definidas principalmente pela presença da corbícula, uma especializada estrutura nas pernas posteriores utilizada para o transporte de pólen, e estão divididas em quatro sub-tribos: a solitária ou comunal Euglossina, a primitivamente social Bombina e as abelhas altamente sociais Meliponina e Apina (Sakagami e Michener, 1987; Roig-Alsina e Michener, 1993; Michener, 2000).

A subtribo Euglossina contém as abelhas polinizadoras de orquídeas. Este grupo está amplamente distribuído na região neotropical e possui cerca de 175 espécies (Michener, 2000). É composto por abelhas grandes e robustas, normalmente de coloração metálica. Contém cinco gêneros, a maioria das espécies é solitária (*Euglossa* e *Eufriesea*), mas algumas

(*Euglossa* e *Eulaema*) constituem colônias parassociais com várias fêmeas. Há, ainda, dois gêneros (*Exaerete* e *Aglæ*) com espécies parasitas nos ninhos de outras euglossinas.

Bombina é um grupo que ocorre no mundo todo, mas por estar especialmente adaptado ao clima frio, ocorre principalmente na Eurásia (Silveira et al., 2002). Contém apenas o gênero *Bombus*, são abelhas primitivamente eussociais de tamanho médio a grande e estima-se que haja 250 espécies (Michener, 2000).

Meliponina é a subtribo que reúne as abelhas sem ferrão. São abelhas de tamanho pequeno a médio e são geralmente robustas. Possui ampla distribuição, com centenas de espécies nas regiões tropicais do mundo e subtropicais do hemisfério sul. Todas as espécies são eussociais, embora algumas vivam de alimento que roubam de colônias de outras espécies, e as espécies estão distribuídas em 60 gêneros, muitos dos quais pouco conhecidos (Silveira et al., 2002; Michener, 2000; Rasmussen & Cameron, 2010).

Em geral, seus ninhos são construídos em cavidades pré-existentes (ninhos abandonados de cupins e formigas, ocos de árvores, etc.), mas algumas espécies constroem ninhos expostos (Silveira et al., 2002). São polinizadores indispensáveis dentro de ecossistemas tropicais, e variam muito em número de indivíduos e tamanho da colônia (Roubik, 1989). Além disso, são de extrema importância no entendimento da evolução de comportamentos sociais complexos, como emprego de dança e som para comunicar a localização de alimento e abrigo (Rasmussen & Cameron, 2010).

A subtribo Apina possui um único gênero, *Apis*. Esta subtribo contém 11 espécies, é mais diversificada nas regiões tropicais da Ásia e África e era restrita ao Velho Mundo até que *A. mellifera* fosse introduzida nos demais continentes para a produção comercial de mel. Tal espécie é o visitante floral mais comum nas regiões tropicais (Michener, 1979; Roubik, 1989; Wilms et al. 1996), e suas diversidade e riqueza são influenciadas por fatores climáticos, sociais e individuais que afetam os padrões de forrageamento, nidificação e as relações intra-e interespecíficas (Castro, 2001).

Suas espécies são de tamanho médio a grande, pilosas e todas as espécies são eussociais. Seus ninhos são expostos ou em cavidades pré-existentes. No Brasil, a subtribo é representada por híbridos de várias subespécies européias e uma subespécie africana de *A. mellifera* Linnaeus, 1758, que ocorre em todo o país (Silveira et al., 2002).

2. *Objetivos*

O objetivo geral deste projeto foi inventariar a fauna de abelhas eussociais corbiculadas de oito remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual da região Noroeste do Estado de São Paulo. Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- Comparar as áreas no que diz respeito à riqueza e abundância do grupo em questão.
- Identificar as possíveis influências do tamanho dos fragmentos em relação à riqueza e abundância encontradas.

3. *Áreas de Estudo*

O presente trabalho é parte do projeto temático “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no Noroeste Paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (Programa Biota-Fapesp, processo no. 04/04820-3). As coletas foram realizadas em oito dos fragmentos florestais do projeto temático, localizados nas cidades de Planalto (G3), sob as coordenadas 21° 00' 05" S, 49° 58' 26" W, União Paulista (G4), sob as coordenadas 20° 55' 16" S, 49° 55' 34" W, Nova Granada (G6), sob as coordenadas 20° 32' 37" S, 49° 14' 47" W,

Barretos (G7), sob as coordenadas 20° 29' 05" S, 48° 49' 21" W, Vicentinópolis (P1), sob as coordenadas 20° 55' 34" S, 50° 20' 55" W, Macaubal (P2), sob as coordenadas 20° 44' 34" S, 49° 55' 45" W, Palestina (P6), sob as coordenadas 20° 19' 16" S, 49° 30' 17" W e Pindorama (P9), sob as coordenadas 21° 13' 12" S, 48° 55' 04" W. Os fragmentos foram convenientemente classificados como grandes (G) e pequenos (P). Características físicas e da vegetação dos fragmentos podem ser observadas nas Tabelas I e II. CU – Campo Úmido, FESP – Floresta Estacional Semidecidual em estágio Pioneiro, FESI - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Inicial de regeneração, FESM - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Médio de regeneração, FESA - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Avançado de regeneração.

A topografia da região é regular com altitude variando de 280 a 600 m e predomínio de relevo uniforme e monótono. O tipo climático da região (segundo classificação de Köppen) é o Cwa-Aw, considerado como tropical quente e úmido, com chuvas de verão e estiagem de inverno. Assim, duas estações distintas podem ser caracterizadas: uma chuvosa, com 85% da precipitação total anual (outubro a março) e outra seca, com apenas 15% da precipitação total anual (abril a setembro). Os totais anuais de precipitação variam de 1.100 ± 225 mm a 1.250 ± 225 mm (Barcha & Arid 1971).

4. *Materiais e Métodos*

Os insetos foram capturados com o uso de armadilhas Malaise (Silveira, 2002), distribuídas em duas por cada área. Os reservatórios continham aproximadamente um litro de solução contendo álcool 70% e detergente e são trocados uma vez por mês. O período de amostragem das áreas P1, P2, G3 e G4 começou em maio de 2007 e terminou em abril de 2008, das áreas P6, P9, G6 e G7 começou em maio de 2008 e terminou em agosto de 2009. A triagem do material foi feita conforme as coletas foram sendo realizadas.

Vale ressaltar que a metodologia em questão não é totalmente suficiente para a amostragem do grupo de estudo. Há metodologias mais específicas para o referido grupo, como o método de varredura proposto por Sakagami et al. (1967). Entretanto, o intuito do presente trabalho é muito mais estabelecer uma análise comparativa entre as áreas de estudo em questão, utilizando-se uma metodologia padronizada, do que inventariar detalhadamente tais grupos.

5. *Tratamento dos Dados*

As seguintes análises estatísticas foram utilizadas: análise da diversidade através do índice de Shannon-Wiener (H'), que considera a proporção de indivíduos (biomassa) em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies (Begon, Townsend, Harper, 2007); índice de dominância de Berger-Parker, que baseia-se na importância proporcional das espécies mais abundantes e o índice de equitabilidade de Pielou, que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Para avaliar a similaridade entre as áreas amostradas em termos de composição de espécies, também foram utilizados os coeficientes de Morisita-Horn, Bray-Curtis e Jaccard, onde o primeiro atribui mais peso às espécies raras, o segundo leva em consideração a abundância das espécies coletadas e o terceiro considera presença e ausência de espécies. Para tais análises foram utilizados os programas computacionais R, v. 2.10 e PAST, v. 1.37 (Hammer, et al., 2005).

Para estimar a riqueza de espécies, foram utilizados os índices ICE (Incidence Coverage Estimator) que possibilita o cálculo do fator de correção utilizando a incidência (frequência de ocorrência) de espécies raras e o ACE (Abundance Coverage Estimator) que analisa frequência de ocorrência de espécies com poucos indivíduos. Para tais análises, foi utilizado o software EstimateS versão 6.0b1 (Colwell, 2001). Além disso, foi construída uma curva de

rarefação modelo Hulbert que utiliza a informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores (Magurran, 2004), permitindo comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

6. *Resultados e Discussão*

6.1. *Espécies Coletadas*

No total, foram registrados 218 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 11 espécies (Tabela III), que são: *Apis mellifera*, *Melipona rufiventris*, *Paratrigona lineata*, *Partamona helleri*, *Plebeia droryana*, *Schwarziana quadripunctata*, *Tetragona clavipes*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona fuscipennis*, *T. hypogea* e *T. spinipes*.

No fragmento localizado no município de Vicentinópolis (P1) registramos apenas um indivíduo, *Apis mellifera*. Em Macaubal (P2) registramos 34 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 5 espécies, sendo que os gêneros *Tetragonisca* e *Trigona* e as espécies *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes* foram os mais representativos. Em Palestina (P6) registramos 9 indivíduos, pertencentes a 4 gêneros, totalizando 4 espécies, e o gênero *Tetragona* e a espécie *T. clavipes* foram os mais significativos. Em Pindorama (P9) registramos 37 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 6 espécies, com o gênero *Trigona* e as espécies *T. fuscipennis* e *T. spinipes* como os mais representativos.

Em Planalto (G3) registramos 14 indivíduos, pertencentes a 4 gêneros, totalizando 5 espécies, sendo o gênero *Trigona* e a espécie *Tetragona clavipes* os mais significativos. Em União Paulista (G4) registramos 31 indivíduos, pertencentes a 4 gêneros, totalizando 5 espécies, e também o gênero *Trigona* e a espécie *Tetragona clavipes* foram os mais representativos. Em Onda Verde (G6) registramos 17 indivíduos, pertencentes a 4 gêneros,

totalizando 6 espécies, sendo que o gênero *Trigona* e a espécie *Apis mellifera* foram os mais representativos. Em Barretos (G7) registramos 75 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 5 espécies, com o gênero *Tetragonisca* e a espécie *T. angustula* como os mais significativos.

Em relação aos gêneros mais representativos podemos observar, na Tabela III, que dentre os Apini, *Trigona* teve maior representatividade (3 espécies), o que pode ser explicado devido a ampla distribuição do gênero em regiões tropicais e subtropicais (é encontrado desde o México até a Argentina) e ao fato de que as abelhas sem ferrão (subtribo Meliponina) são o grupo mais diverso – tanto morfológica quanto comportamentalmente - dentre as abelhas sociais corbiculadas (Nogueira-Neto, 1970; Michener, 1979; Roubik, 1992; Michener, 2000; Oliveira, et al., 2004). No que diz respeito às espécies mais representativas observamos, na Tabela IV, que dentre os Apini foi *Tetragonisca angustula* (39,44%). Tal espécie apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até o Rio Grande do Sul e é bastante versátil do no que diz respeito ao seu local de nidificação, utilizando ocos de árvores com maior frequência (Cortopassi-Laurino, Nogueira-Neto, 2003).

6.2. Análises Estatísticas

Em relação à diversidade de Apini, observamos na Tabela V que Pindorama (P9) é a área mais diversa (mais heterogênea), seguida de Onda Verde (G6) e Macaubal (P2). O mesmo resultado pode ser observado em relação à distribuição dos indivíduos (equitabilidade).

O índice de Berger-Parker, baseado na importância proporcional das espécies abundantes, mostrou que Barretos (G7) possui mais espécies dominantes, seguida de União Paulista (G4) e Onda Verde (G6). É importante ressaltar que a área de Vicentinópolis (P1) foi excluída de tais análises por apresentar somente um indivíduo (*Apis mellifera*) durante todas as coletas.

Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn (Figura 1), que atribui mais peso às espécies raras, mostrou-nos que Palestina (P6) e União Paulista (G4) são as áreas mais similares entre si, seguidas de Macauba (P2) e Pindorama (P9), Planalto (G3) e Barretos (G7) e Vicentinópolis (P1) e Onda Verde (G6).

Pelo coeficiente de Bray-Curtis, podemos observar, na Figura 2, que Macauba (P2) e União Paulista (G4) são as áreas com maior similaridade entre si no que diz respeito à abundância de espécies coletadas, sendo que Palestina (P6) é similar a ambas. Em seguida estão Pindorama (P9) e Planalto (G3), Onda Verde (G6) e Barretos (G7). Vicentinópolis (P1) é a área mais distante em termos de similaridade, talvez porque seja a área que apresentou apenas um indivíduo em todas as coletas.

No que diz respeito ao coeficiente de similaridade de Jaccard, que considera a presença e a ausência de espécies, observamos, na Figura 3, os mesmos resultados obtidos com o coeficiente de Bray-Curtis, com pequenas diferenças em relação à distância entre as áreas.

Em relação à riqueza de espécies, as curvas representativas (Figuras 4 a 10) mostram que apenas em Macauba, União Paulista e Barretos houve uma tendência à estabilização das curvas, indicando que as coletas foram praticamente suficientes. Vale lembrar que tais coeficientes não foram calculados para a área de Vicentinópolis, já que esta apresentou somente um indivíduo em todas as coletas.

Deve-se ressaltar que os índices utilizados calculam apenas uma estimativa da riqueza de espécies total do local. A curva representativa do ICE mostra-se bastante distante das outras duas devido às espécies consideradas raras, presentes em apenas uma ou duas coletas.

Ainda considerando a riqueza de espécies, a curva de rarefação de Hulbert (Figura 11) nos mostra que em Barretos a riqueza de espécies é maior do que nas outras áreas. Tanto as curvas de Barretos como as curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que mais algumas coletas seriam necessárias para confirmar que todas as espécies foram coletadas. É importante lembrar que a curva de rarefação de Hulbert utiliza a

informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores, o que permite que sejam feitas comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

O fato de uma área pequena ter se mostrado mais diversa do que uma área grande contradiz a afirmação de Wilcox & Murphy (1985) de que o tamanho da área é um fator crucial na diversidade de espécies em sistemas fragmentados. Pode ser, também, que Pindorama apresente maior diversidade por estar ligada a outros fragmentos através de corredores ecológicos naturais (Figura 12). Também é possível que Barretos tenha mais espécies dominantes por estar conectada a outros fragmentos, menores, por corredores ecológicos (Figura 13). Em paisagens fragmentadas pela ação humana, o arranjo espacial (tipo, tamanho, quantidade e localização) dos remanescentes, dado pelas manchas de vegetação, corredores ecológicos e tipo de matriz, é fundamental para a sobrevivência e expansão das comunidades naturais (Metzger, 2000; Godefroid & Koedam, 2003). A proximidade entre fragmentos remanescentes, os elementos de conexão e a matriz irão determinar o grau de conectividade estrutural da paisagem e, conseqüentemente, a capacidade de dispersão de indivíduos entre os fragmentos (Metzger & Décamps, 1997).

Uma importante consideração a ser feita a respeito da maior diversidade numa área pequena é a possível não utilização de pesticidas no combate de pragas, visto que o fragmento de Pindorama localiza-se numa Estação Experimental, o que pode limitar o uso de defensivos agrícolas. De acordo com Wolff et al. (2006), a utilização de agrotóxicos produz um desequilíbrio no meio ambiente, que favorece o surgimento de pragas. Begon, Townsend & Harper (2007) afirmam que quando um pesticida é aplicado, espécies não-praga se tornam praga quando seus inimigos e competidores são eliminados. Se um pesticida destrói os inimigos naturais, pragas em potencial podem tornar-se pragas reais – pragas secundárias.

6.3. Comparação com outros levantamentos de Abelhas Eussociais realizados no Estado de São Paulo e outros Estados

Em seu trabalho a respeito da abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do Cerrado da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio - SP), Mateus (1998) registrou, dentre os Apini eussociais, 17 gêneros e 24 espécies, sendo que o gênero *Trigona* foi o mais representativo, como nas áreas de Macaúbal, Pindorama, Planalto, União Paulista e Onda Verde do presente estudo. Este gênero encontra grande disponibilidade de nichos para construção de seus ninhos, além de apresentar capacidade de comunicar a localização das fontes de alimento a outras operárias, podendo permanecer nas flores até a exaustão de seus recursos (Lindauer & Kerr, 1960). No mesmo trabalho, as espécies mais representativas foram *Apis mellifera*, *Trigona hyalinata*, *Scaptotrigona postica*, *Trigona spinipes* e *Tetragona clavipes*.

Destas, *A. mellifera*, *Trigona spinipes* e *Tetragona clavipes* foram encontradas no presente trabalho, sendo que *A. mellifera* foi a espécie mais significativa no fragmento de Onda Verde, *Trigona spinipes* está entre as espécies mais representativas nas áreas de Macaúbal e Pindorama, e *Tetragona clavipes* foi a espécie mais significativa em Palestina, Planalto e União Paulista.

No trabalho de Pedro (1992), a respeito das abelhas em um ecossistema de cerrado em Cajuru, SP, foram registrados 15 gêneros e 20 espécies dentre os Apini eussociais, com o gênero *Trigona* e a espécie *A. mellifera* como os mais representativos. No presente trabalho, *Trigona* foi o gênero melhor representado em Macaúbal, Pindorama, Planalto, União Paulista e Onda Verde, e a espécie *A. mellifera* foi mais significativa em Onda Verde. O mesmo resultado a respeito dos gêneros mais representativos pode ser observado no estudo de Carvalho (1990), sobre as interações entre a apifauna e a flora apícola em vegetação de Cerrado – MG, com registro de 10 gêneros e 12 espécies, sendo a espécie *T. spinipes* a mais representativa.

Estes resultados estão muito próximos dos resultados obtidos no presente trabalho, pois neste registramos nove gêneros e 11 espécies, também com o gênero *Trigona* como o mais representativo. A diferença encontra-se na espécie mais significativa: no presente trabalho, *T. spinipes* aparece como a terceira espécie melhor representada, sendo que nas áreas de Macaúbal e Pindorama tal espécie foi a mais significativa.

T. spinipes foi a espécie mais abundante nos trabalhos de Sakagami et al. (1967), a respeito da biocenose das abelhas silvestres em São José dos Pinhais – PR; Campos (1989), sobre o estudo das interações entre a comunidade de Apoidea na procura de recursos alimentares e a vegetação de cerrado da Reserva de Corumbataí, SP; e Carvalho & Bego (1996), sobre a sazonalidade de espécies dominantes de abelhas na Reserva Ecológica do Panga, MG.

Sofia (1996), em seu trabalho sobre as abelhas e suas visitas à flores em duas áreas urbanas, registrou 8 gêneros e 12 espécies em Londrina – PR, com o gênero *Trigona* e a espécie *T. spinipes* como os mais representativos, e em Ribeirão Preto – SP, foram registrados 16 gêneros e 25 espécies, também com o gênero *Trigona* e a espécie *T. spinipes* como os mais representativos.

Andena et al. (2005), estudando a comunidade de abelhas visitantes florais de uma área de cerrado do Estado de São Paulo (Corumbataí), registraram 10 gêneros e 15 espécies dentre os Apini eussociais, sendo *Apis* o gênero melhor representado, e as espécies *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* como as mais representativas. *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão competem exaustivamente por recursos florais, pois apresentam elevado grau de generalização e sobreposição de espécies florais visitadas, tempo e locais de forrageio (Roubik, 1988). Tais resultados também estão próximos dos resultados obtidos no presente estudo, com pequenas diferenças: no trabalho de Andena et al. (2005) foram registrados um gênero e quatro espécies a mais do que no presente estudo, e, neste, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* estão entre as quatro espécies melhor representadas.

Gonçalves e Brandão (2008), avaliando a diversidade de abelhas ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica (compreendendo 17 localidades), com metodologias diversas (armadilhas Malaise, pratos-armadilha e varredura) tiveram como as mais abundantes Meliponina: *Trigona* aff. *fulviventris*, *Partamona* *criptica* e *Plebeia* *phrynostoma*, sendo que a técnica mais efetiva para captura das abelhas foi armadilha Malaise (647 indivíduos coletados, pertencentes a 84 espécies). Tais espécies não foram encontradas no presente trabalho.

Carvalho & Oliveira (2010), analisando a estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guianensis* (Sapindaceae) em vegetação do Cerrado, registraram, dentre os Apini eussociais, 13 gêneros e 20 espécies. Em tal estudo, o gênero melhor representado foi *Apis*, e *Apis mellifera* foi a espécie mais significativa. No presente trabalho, a espécie *A. mellifera* foi melhor representada em Macaubal e Onda Verde.

Em seu estudo sobre a diversidade de abelhas eussociais visitantes florais num ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco (BA), Neves e Viana (2002) registraram 6 gêneros e 8 espécies, e tiveram como resultado as espécies *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* como as mais abundantes, o que pode ser explicado pelo fato de que tais espécies possuem colônias muito populosas, forrageiam a grandes distâncias de seus ninhos, exploram várias espécies de plantas e não dependem de cavidades pré-existentes para nidificação. Tais resultados também estão próximos dos resultados obtidos no presente estudo, com a diferença de que neste, a espécie mais significativa foi *Tetragonisca angustula*, e *A. mellifera* está melhor representada em Macaubal e Onda Verde, e *Trigona spinipes*, em Macaubal e Pindorama.

Analisando a estrutura da comunidade de abelhas de uma área de caatinga, BA, Aguiar & Zanella (2005) registraram 7 gêneros e 10 espécies de Apini eussociais, com a espécie *A. mellifera* como a mais representativa.

Segundo Gonçalves e Brandão (2008), a utilização de armadilhas Malaise pode ser uma alternativa para amostragem estatística de abelhas, ou ainda uma forma de complementar amostragens. O emprego desse tipo de armadilha contribui com informações úteis sobre a

melissofauna de determinada localidade, mas pode ser que seu emprego exclusivo subestime a riqueza total. Entretanto, é importante ressaltar que o objetivo do presente trabalho é muito mais estabelecer uma análise comparativa entre as áreas de estudo em questão, utilizando-se uma metodologia padronizada, do que inventariar detalhadamente tal grupo.

Através da Tabela VI, observamos a grande diferença em relação à riqueza de espécies obtidas nas áreas do presente estudo em comparação aos outros levantamentos realizados. É possível notar que as áreas de Cerrado são as mais ricas em espécies. Ressalta-se que diferentes metodologias de coleta influenciam os resultados finais.

7. *Conclusões*

Foram registrados 218 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 11 espécies. Os gêneros *Tetragonisca* e *Trigona* foram os mais representativos, e *Tetragonisca angustula* foi a espécie melhor representada.

A área de Pindorama foi a de maior heterogeneidade (mais diversa) e de maior equitabilidade. Barretos foi a área mais representativa em relação à dominância das espécies.

Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e União Paulista são as áreas mais similares entre si. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, pudemos observar que Macaúbal e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si, e através do coeficiente de Jaccard, observamos os mesmos resultados obtidos com o coeficiente de Bray-Curtis.

As curvas dos estimadores de riqueza dos índices ACE e ICE mostraram que somente em Macaúbal, União Paulista e Barretos houve tendência à estabilização das curvas, indicando que as coletas foram praticamente suficientes.

A curva de rarefação de Hulbert mostra-nos que Barretos apresenta maior riqueza de espécies, e tanto as curvas de Barretos como as curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que quer dizer que mais algumas coletas seriam necessárias para confirmar que todas as espécies foram coletadas.

8. *Referências Bibliográficas*

- AGUIAR, C. M. L., ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae: Apiformis) de uma área de margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 15-24, 2005.
- AIZEN, M. A., FEISINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in argentine 'Chaco Serrano'. **Ecological Applications**, v. 4, n. 2, p. 378-392, 1994.
- ANDENA, S. R., BEGO, L. R., MECCHI, M. R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. **Rev. Bras. Zoociências**, v. 7, n. 1, p. 55-91, 2005.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. **Ann. Rev. Ecol. Sys.**, v. 21, p. 399-422, 1990.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R., HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2007, 752p.
- CAMPOS, M. J. O. 1989. **Estudo das interações entre a comunidade de Apoidea, na procura de recursos alimentares, e a vegetação de cerrado da reserva de Corumbataí, SP**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, SP.
- CARVALHO, A. M. C. 1990. **Estudo das interações entre a apifauna e a flora apícola em vegetação de cerrado – Reserva Ecológica do Panga – Uberlândia – MG**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 125 p.
- CARVALHO, A. M. C., BEGO, L. R. 1996. Seasonality of dominant species of bees in the Panga Ecological Reserve, cerrado, Uberlândia, MG. **An. Soc. Entomol. Brasil**, n. 24, vol. 2, p. 329-327.

- CARVALHO, A. M. C., OLIVEIRA, P. E. A. M. Estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) em vegetação do cerrado. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 40-66, 2010.
- CASTRO, M. S. 2001. **A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de caatinga arbórea entre os inselbergs de Milagres (12°53'S; 39°51'W), Bahia**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 191p.
- COLWELL, R. K. 2001. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. User's guide and application.
- CONNOR, E. F., COURTNEY, A. C., YODER, J. M. Individuals-area relationships: the relationship between animal population density and area. **Ecology**, v. 81, p. 734-748, 2000.
- CORLETT, R. T. Flower visitors and pollination in the Oriental (Indomalayan) region. **Biol. Rev.**, v. 79, p. 497-532, 2004.
- DALE, V. H., BROWN, S., HAEUBER, R. A., HOBBS, N. T., HUNTLY, N., NAIMAN, R. J., RIEBSAME, W. E., TURNER, M. G., VALONE, T. J. Ecological principles and guidelines for managing the use of land. **Ecological Applications**, v.10, p. 639-670, 2000.
- DANFORTH, B. N., ASCHER, J. Flowers and insect evolution. **Science**, v. 283, p. 143a, 1999.
- DIRZO, R., MIRANDA, A. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. *In*: Price, P. W., Lewinsohn, T. W., Fernandes, G. W., Benson, W. W., editors. **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. 1991. Wiley, New York, USA, p. 272-287.
- FERNÁNDEZ, F. Checklist of genera and subgenera of aculeate hymenoptera of the neotropical region (Hymenoptera: Verpomorpha). **Biota Colombiana**. v. 2, n. 2, 87-130, 2001.

- GENELETTI, D. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 5, p. 1-15, 2004.
- GILBERT, L. E. Food web organization and conservation of neotropical diversity. *In*: Soulé, M. E., Wilcox, B. A. (ed.). **Conservation Biology: and evolutionary-ecological perspective**. 1980. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. p. 19-34.
- GILPIN, M. E., SOULÉ, M. E. Minimum viable populations: processes of species extinctions. p. 19-34, *in* Soulé, M. E., editor. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. 1986. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- GODEFROID, S. & KOEDAM, N. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? **Global Ecology & Biogeography**, n. 12, p. 287-298, 2003.
- GONÇALVES, R. B., BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotrop.**, v. 8, n. 4, p. 51-61, 2008.
- HAILA, Y., SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J. What do we presently understand about ecosystem fragmentation? P. 45-55, *in* Saunders, D. A., Hobbs, R. J., Ehrlich, P. R., editors. **Nature conservation 3: reconstruction of fragmented ecosystems**. 1993. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New South Wales, Australia.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Past: paleontological statistics software package for education and data analysis**. Versão 1.37. Palaeontologica. Electronica. v.4 p.1-9, 2005.
- HARRISON, S., BRUNA, E. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? **Ecography**, v. 22, p. 225-232, 1999.
- HOWE, H. F. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. **Biological Conservation**, v. 30, p. 261-281, 1984.

- LINDAUER, M., KERR, W. Communication between the workers of stingless bees. **Bee World** 41 : 29-41, 65-71, 1960.
- MACEDO, J. F., MARTINS, R. P. A estrutura da guilda de abelhas e vespas visitantes florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 28 n. 4, p. 617-633, 1999.
- MAGURRAN, A. E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science, Oxford. vii + 256 pp.
- MATEUS, S. 1998. **Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do cerrado da Estação Ecológica de Jataí – Luiz Antônio – SP**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 159 p.
- MELO, G. A. R., GONÇALVES, R. B. Higer-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 153-159, 2005.
- METZGER, J.P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-116, 2000.
- METZGER, J.P. & DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: a hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Ecologica**, n.18, p.1-12, 1997.
- MICHENER, C. D. 1979. **The Social Behavior of the Bees – A Comparative Study**. Cambridge, Harvard University, 404p.
- MICHENER, C. D. Biogeography of the bees. **Ann. Mo. Bot. Gard.** v. 66, p. 277-347, 1979.
- MICHENER, C. D. 1990. **Classification of Apidae**. University of Kansas Science Bulletin 54: 75-64.
- MICHENER, C.D. 2000. *The Bees of the World*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- NEFF, J. L., SIMPSON, B. B. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity, p. 143-167. In: LaSalle, J., Gauld, I. D. (eds.), **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford, CAB International, 348p.

- NEVES, E. L., VIANA, B. F. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 571-578, 2002.
- PEDRO, S. R. M. 1992. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajurú, NE do estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, SP. 200 p.
- POWELL, A. H., POWELL, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, p. 176-179, 1987.
- RASMUSSEN, C.; CAMERON, S. A. Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. **Biological Journal of the Linnean Society**, n. 99, p. 206–232, 2010.
- ROIG-ALSINA, A.; MICHENER, C. D. 1993. **Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera, Apoidea)**. The University of Kansas Science Bulletin 55: 123-162.
- ROUBIK, D. W. 1988. An overview of Africanized honey-bee populations: reproduction, diet and competition. *In: Proc. Int. Conf. on Africanized Honey Bees and Bee Mites* (Needham, G., Delfinado-Baker, M., Page, R., Bowman, C., eds) Ellis Horwood Ltd, Chichester, UK, 45-54.
- ROUBIK, D.W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York, Cambridge University Press, 314p.
- SAKAGAMI, S. F., LAROCA, S., MOURE, J. S. M. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. **Jour. Fac.Sci. Hokkaido Univ. Ser., VI, Zool.**, n. 16, p. 253-291, 1967.
- SAKAGAMI, S. F; MICHENER, D. D. 1987. **Tribes of Xylocopinae and origin of the Apidae (Hymenoptera: Apoidea)**. Ann. Entomol. Soc. Am. 80: 439–450.

- SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J., MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, p. 18-32, 1991.
- SILVEIRA, O. T. Surveying neotropical social wasps. An evaluation of methods in the “Ferreira Penna” Research Station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hym., Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, n. 12, p. 299-323, 2002.
- SMITH, E. L. Evolutionary morphology of external insect genitalia. 1. Origin and relationships to other appendages. **Annals of the Entomological Society of America**, n. 62, p. 1051-1079, 1969.
- SOFIA, S. H. 1996. **As abelhas e suas visitas às flores em duas áreas urbanas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Unesp, Campus de Rio Claro, SP. 236 p.
- TERBORGH, J. Keystone plant resources in the tropical forest. *In*: Soulé, M. E., editor. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. 1986. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. p. 330-344.
- TSCHARNTKE, T., BRANDL, R. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. **Annual Review of Entomology**, v. 49, p. 405-430, 2004.
- WCISLO, W. T., CANE, J. H. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. **Ann. Rev. Entomol.**, v. 41, p. 257-286, 1996.
- WILCOX, B. A., MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **The American Naturalist**. v. 125, p. 879-887, 1985.
- WILMS, W.; V. L. IMPERATRIZ-FONSECA & W. ENGELS. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, n. 31, p. 137-151, 1996.
- WILSON, E. O. 1971. **The Insect Societies**. Belknap Press, Harvard, 548 p.
- WILSON, E. O. The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). **Conservation Biology**, v. 1, p. 344-346, 1987.

WOLFF, V. R. S., SILVA, D. C., MEZZOMO, J. B., PULZ, C. E., SILVA, L. N., BERTOLDO, N. G., CAETANO, W. A diversidade de insetos num pomar cítrico com manejo ecológico. **Rev. Bras. de Agroecologia**, vol. 1, n. 1, p.129-132, 2006.

Tabelas e Figuras

Capítulo 1

Tabela I: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P1 - Vicentinópolis, P2 - Macaúbal, G3 - Planalto e G4 – União Paulista, referentes a 2007/2008.

	P1	P2	G3	G4
Área	128,2 ha	66,8 ha	207,5 ha	230,4 ha
Perímetro	6.098 ha	4.337,9 ha	6.372,4 ha	7.213,2 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	20,03 ha	5,02 ha	12,2 ha	0 ha
FESI	1,00 ha	61,8 ha	50,8 ha	60,3 ha
FESM	107,2 ha	0 ha	144,5 ha	170,1 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0 %	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	15,6%	7,5%	5,9%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	0,8%	92,5%	24,5%	26,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	83,6%	0%	69,6%	73,8%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela II: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P6 - Palestina, P9 - Pindorama, G6 – Onda Verde e G7 - Barretos, referentes a 2008/2009.

	P6	P9	G6	G7
Área	95,7 ha	107,8 ha	1.828,2 ha	885,5 ha
Perímetro	4.634,3 ha	7.877,8 ha	81.659,7 ha	16.969,5 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	0 ha	5,1 ha	214,2 ha	66,1 ha
FESI	43,2 ha	6,1 ha	1.171,8 ha	276,7 ha
FESM	52,5 ha	96,6 ha	442,2 ha	542,7 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0%	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	0%	4,7%	11,7%	7,5%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	45,1%	5,7%	64,1%	31,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	54,9%	89,6%	24,2%	61,3%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela III: Relação dos Apini coletados nas oito áreas . P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies	Áreas								
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	T
Apini									
<i>Apis mellifera</i>	1	6	1	3	1	3	6	4	25
<i>Melipona rufiventris</i>	0	0	0	2	0	0	0	1	3
<i>Paratrigona lineata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Partamona helleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Plebeia droryana</i>	0	0	0	4	0	0	2	0	6
<i>Schwarziana quadripunctata</i>	0	4	0	1	5	0	0	0	10
<i>Tetragona clavipes</i>	0	4	4	7	6	13	2	0	36
<i>Tetragonisca angustula</i>	0	10	3	0	0	7	0	66	86
<i>Trigona fuscipennis</i>	0	0	0	10	1	4	5	0	20
<i>Trigona hypogea</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	3
<i>Trigona spinipes</i>	0	10	0	10	1	4	1	0	26

Tabela IV: Porcentagem das espécies de Apini coletadas nas oito áreas. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies					Áreas				
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	T
Apini									
<i>Apis mellifera</i>	0.45%	0.27%	0.45%	1.37%	0.45%	1.37%	0.27%	1.83%	11.46%
<i>Melipona rufiventris</i>	0	0	0	0.91%	0	0	0	0.45%	1.37%
<i>Paratrigona lineata</i>	0	0	0.45%	0	0	0	0	0	0.45%
<i>Partamona helleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.91%	0.91%
<i>Plebeia droryana</i>	0	0	0	1.83%	0	0	0.09%	0	2.75%
<i>Schwarziana quadripunctata</i>	0	0.18%	0	0.45%	2.29%	0	0	0	4.58%
<i>Tetragona clavipes</i>	0	0.18%	1.83%	3.21%	2.75%	5.96%	0.09%	0	16.51%
<i>Tetragonisca angustula</i>	0	0.45%	1.37%	0	0	3.21%	0	30.27%	39.44%
<i>Trigona fuscipennis</i>	0	0	0	4.58%	0.45%	1.83%	0.22%	0	9.17%
<i>Trigona hypogea</i>	0	0	0	0	0	0	0.04%	0.91%	1.37%
<i>Trigona spinipes</i>	0	4.58%	0	4.58%	0.45%	1.83%	0.45%	0	11.92%

Tabela V: Índices de diversidade, distribuição e dominância da tribo Apini. P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7
Diversidade Shannon (H')	1.88	1.75	2.17	1.61	1.77	2.05	0.74
Equitabilidade Pielou	0.54	0.50	0.62	0.46	0.51	0.59	0.21
Dominância Berger-Parker	0.41	0.44	0.38	0.46	0.48	0.37	0.88

Tabela VI: Comparação com levantamentos de abelhas eussociais realizados no Estado de São Paulo e em outros Estados.

Levantamentos	Gêneros	Espécies	Metodologia
Sofia (1996) - Ribeirão Preto - SP	16	25	Coleta em flor
Mateus (1998) - Luiz Antônio - SP	17	24	Coleta em flor
Pedro (1992) - Cajuru - SP	15	20	Coleta em flor
Carvalho & Oliveira (2010) - Uberlândia - MG	13	20	Coleta em flor
Andena et al. (2005) - Corumbataí - SP	10	15	Coleta em flor
Carvalho (1990) - Uberlândia - MG	10	12	Coleta em flor
Sofia (1996) - Londrina - PR	8	12	Coleta em flor
Aguiar & Zanella (2005) - Itatim - BA	7	10	Coleta em flor
Neves & Viana (2002) - Ibiraba - BA	6	8	Coleta em flor
PINDORAMA - SP	5	6	Malaise
ONDA VERDE- SP	4	6	Malaise
MACAUBAL - SP	5	5	Malaise
PLANALTO - SP	4	5	Malaise
UNIÃO PAULISTA - SP	4	5	Malaise
BARRETOS	5	5	Malaise
PALESTINA - SP	4	4	Malaise
VICENTINÓPOLIS - SP	1	1	Malaise

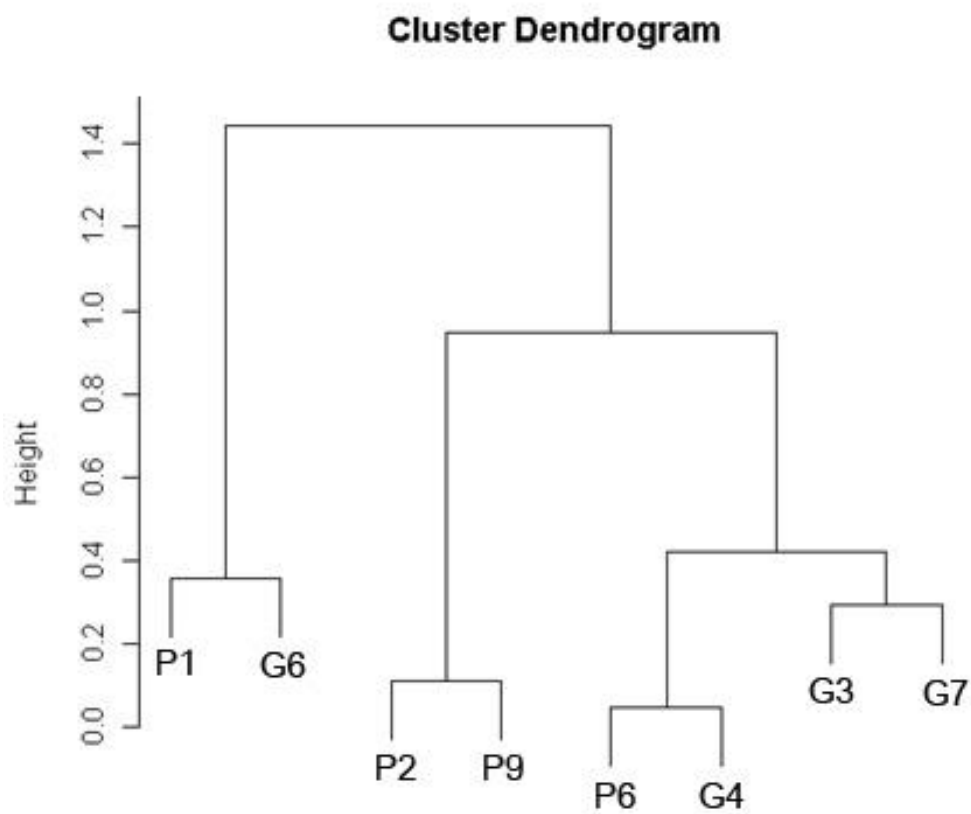


Figura 1: Dendrograma de similaridade de Morisita-Horn da tribo Apini. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

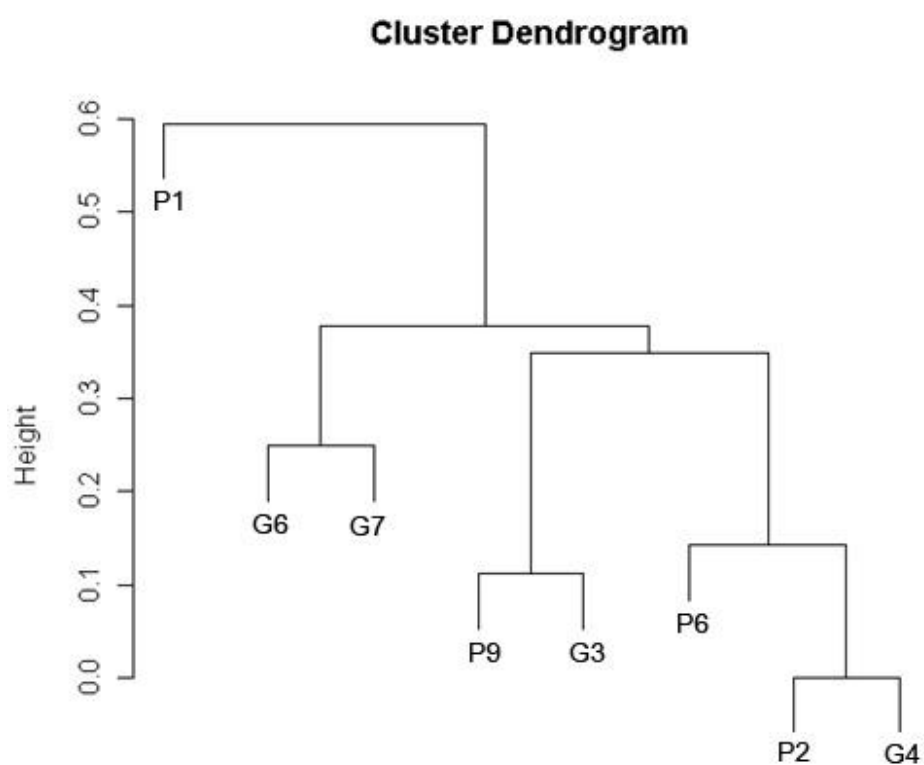
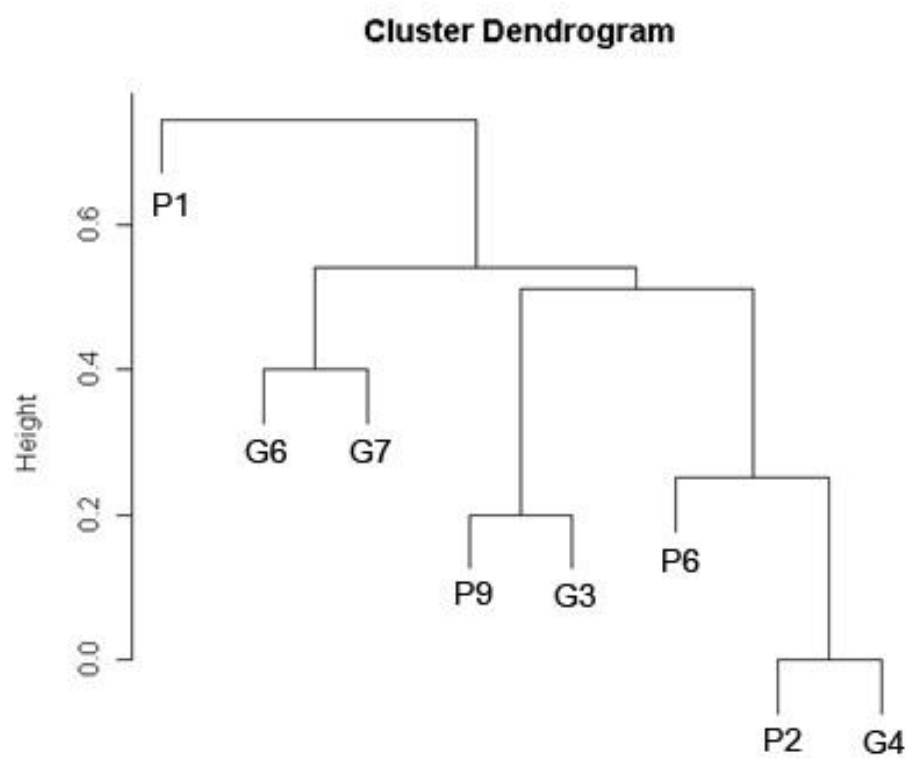


Figura 2: Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis da tribo Apini. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaúbal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.



100 80 60 40 20

Figura 3: Dendrograma de similaridade de Jaccard da tribo Apini. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

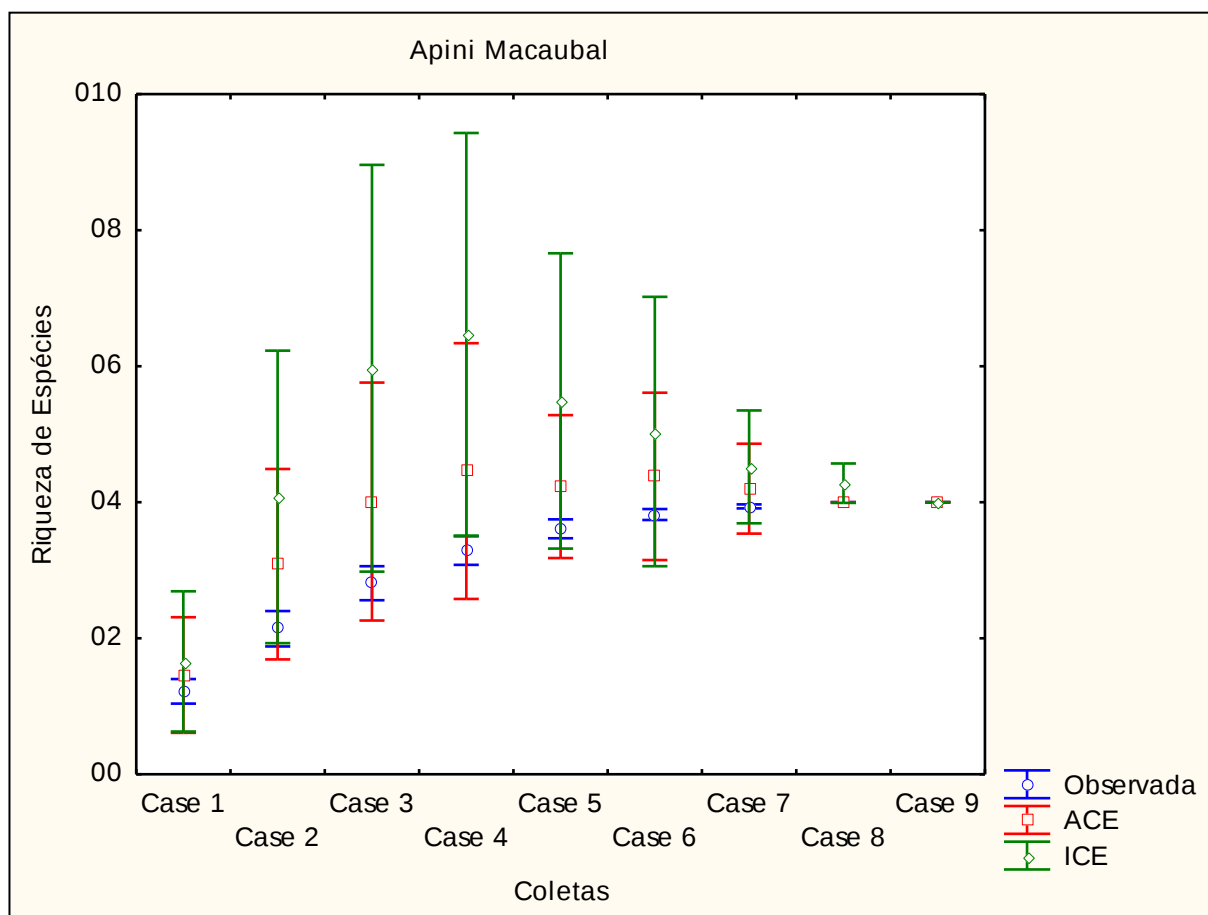


Figura 4: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Macaubal (P2).

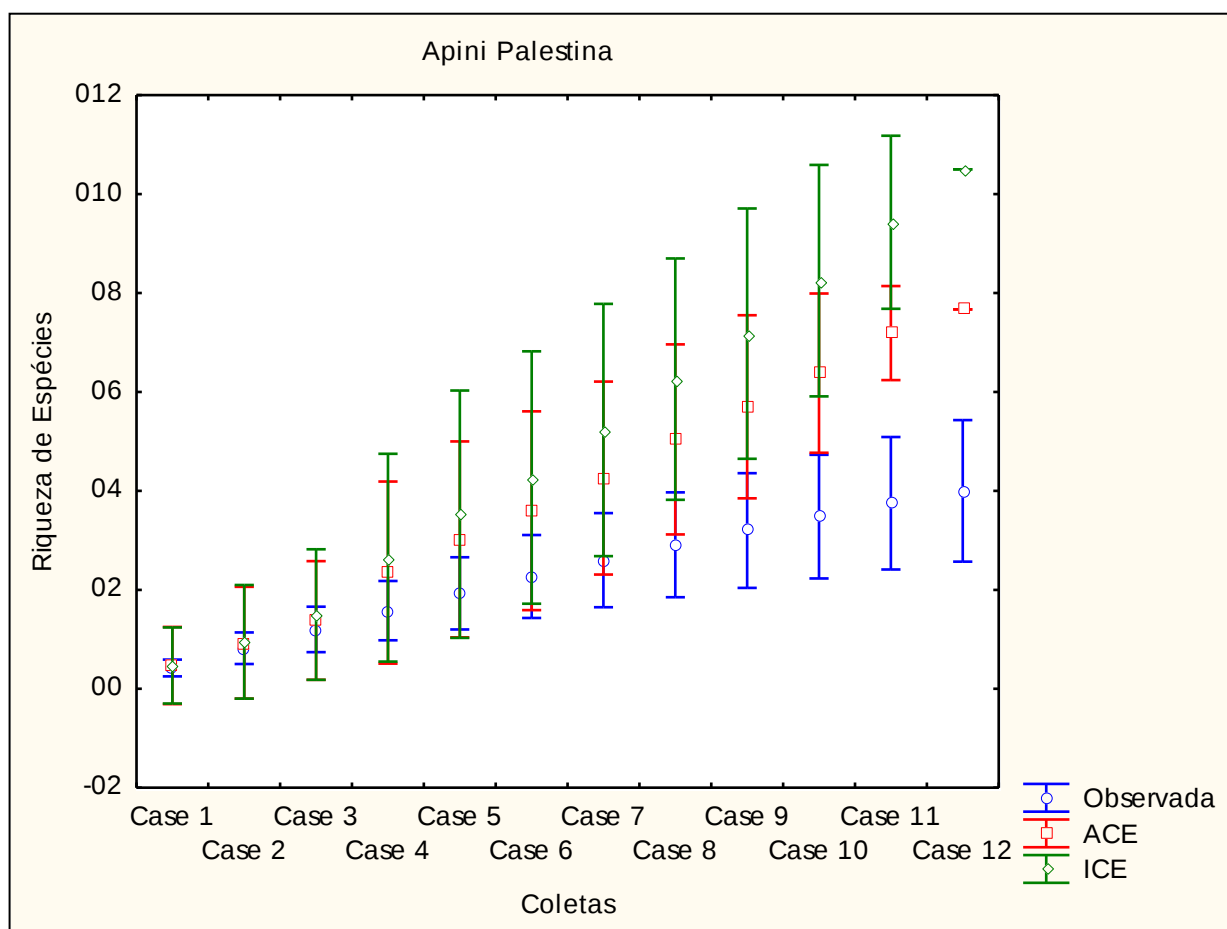


Figura 5: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Palestina (P6).

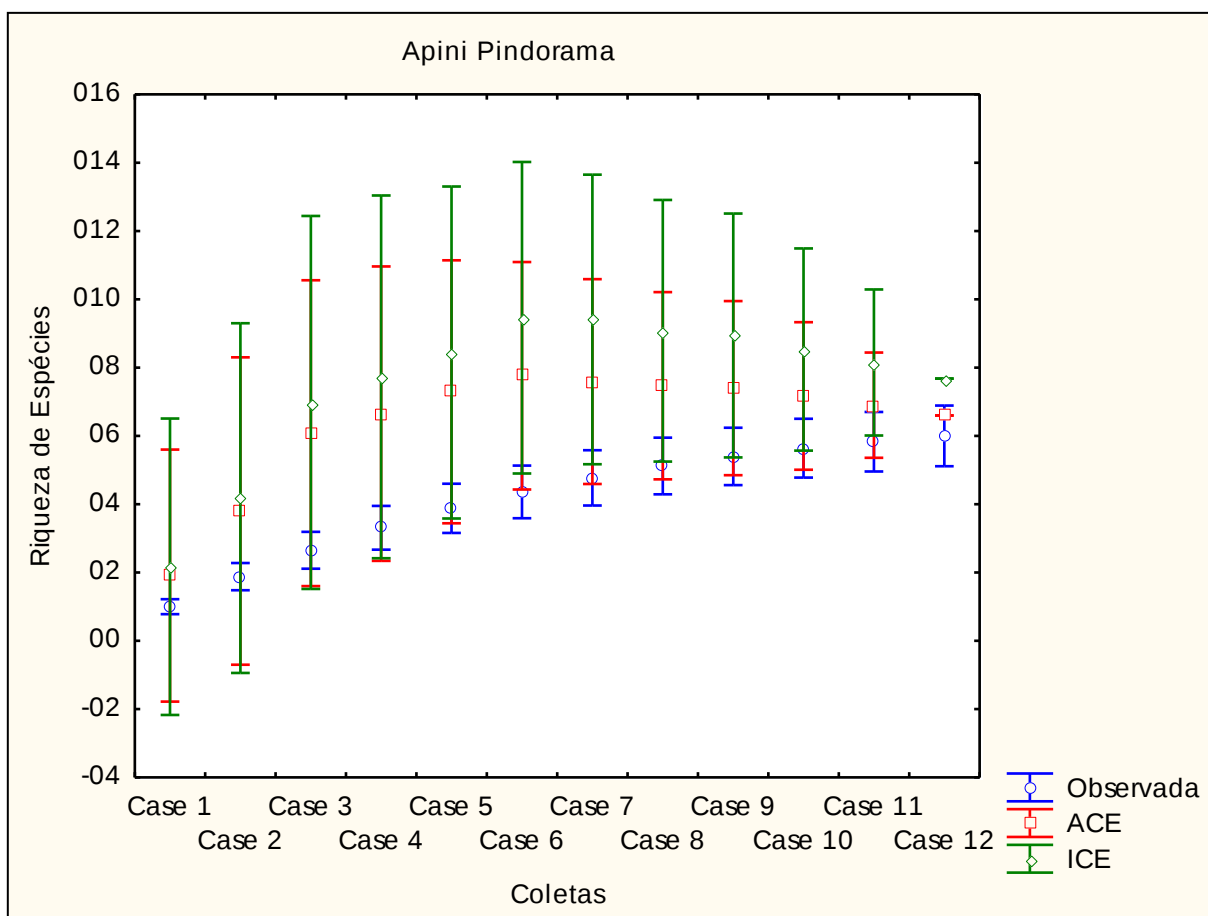


Figura 6: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Pindorama (P9).

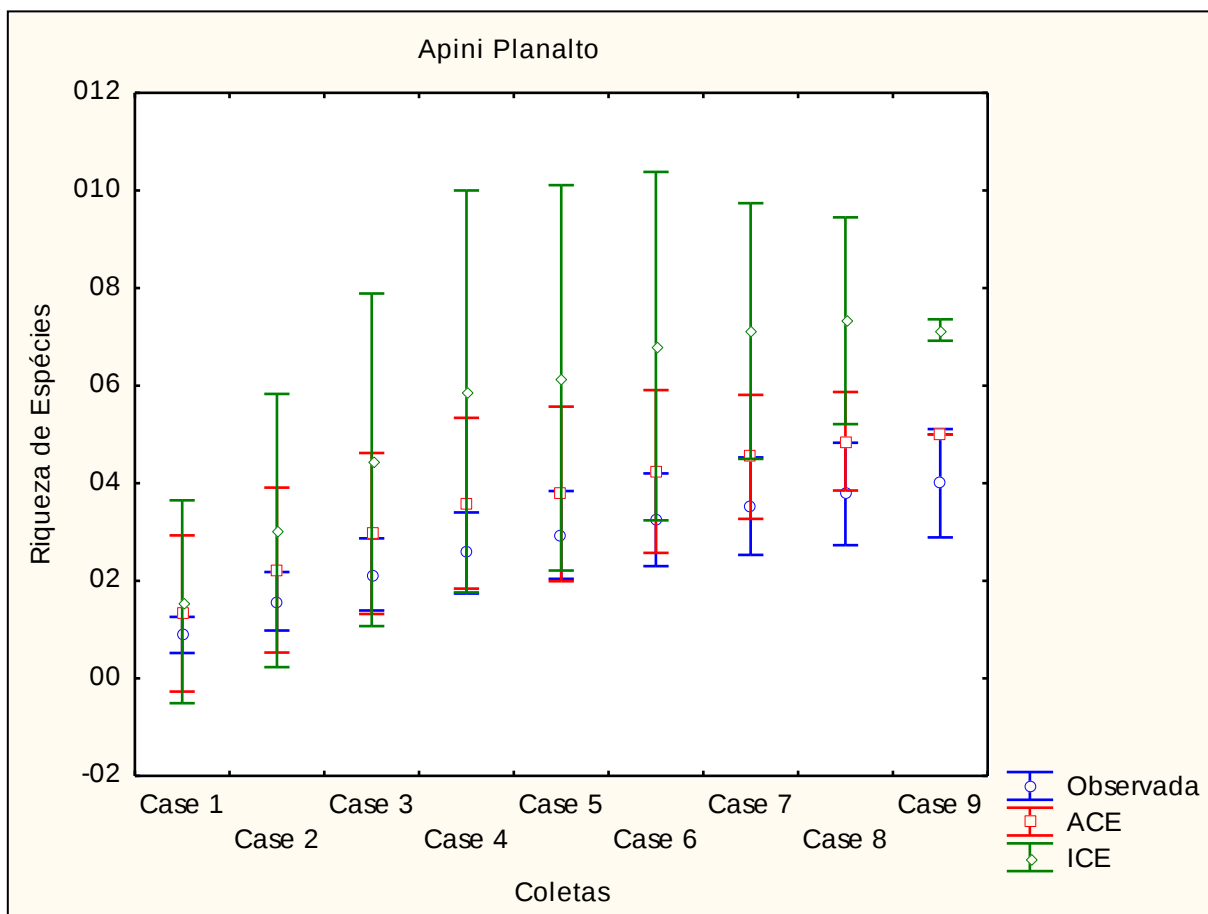


Figura 7: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Planalto (G3).

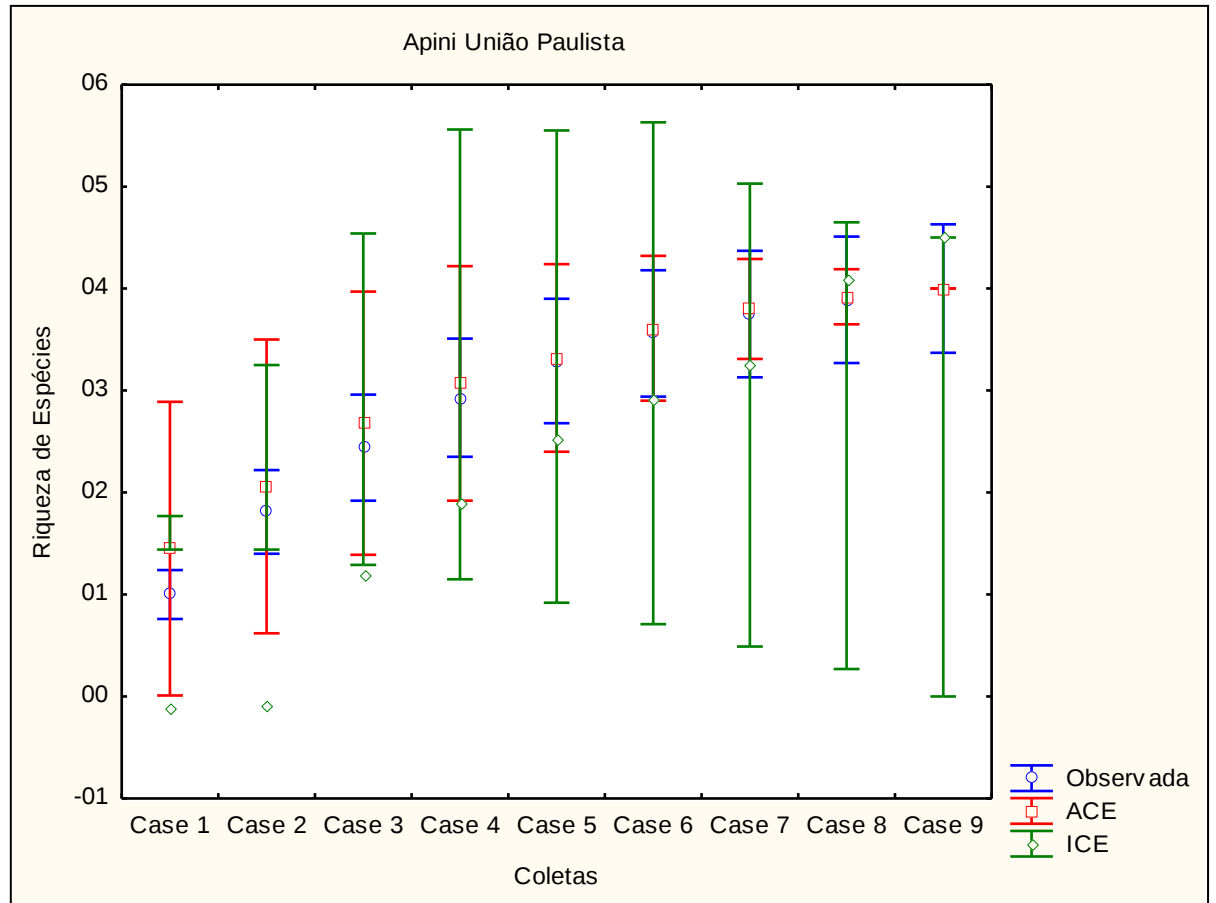


Figura 8: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de União Paulista (G4).

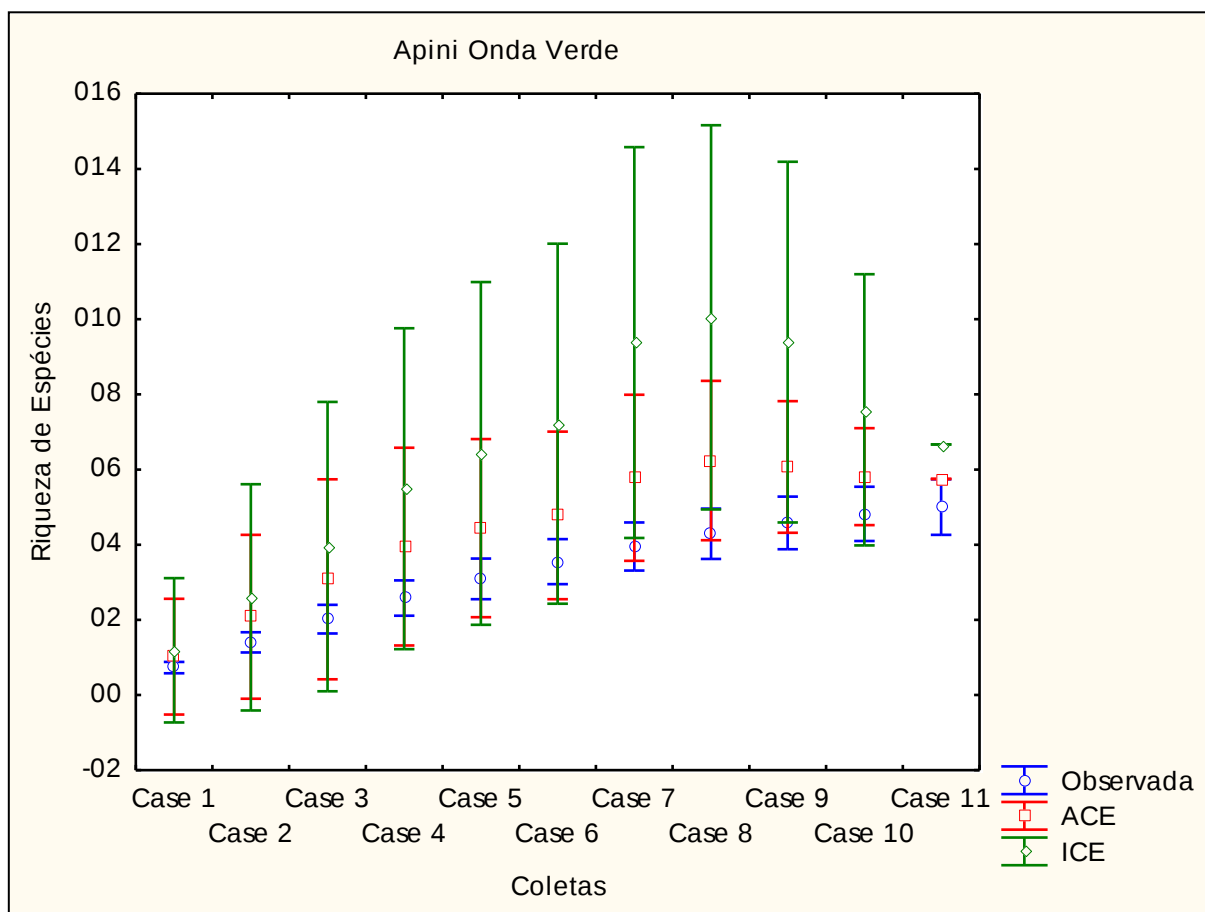


Figura 9: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Onda Verde (G6).

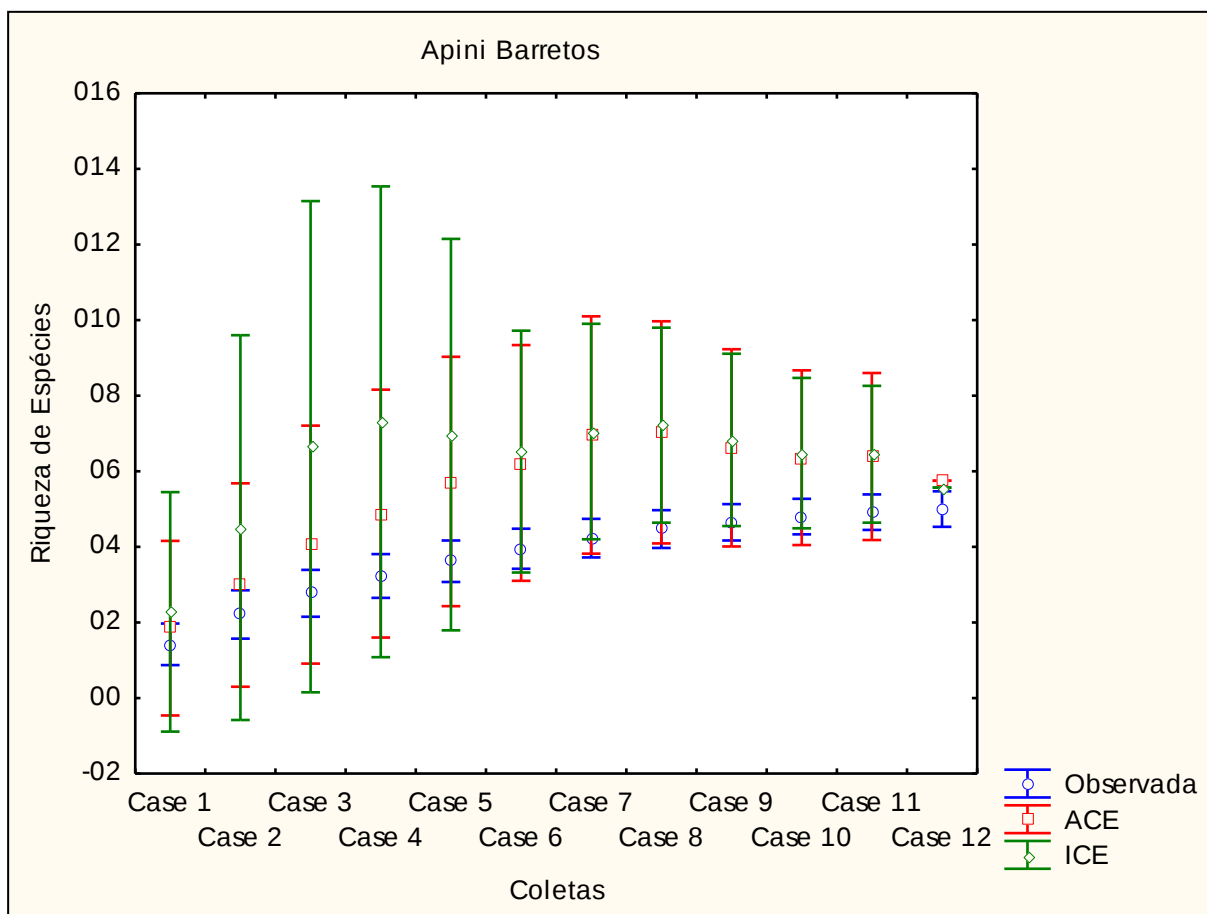


Figura 10: Riqueza de espécies de Apini observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Barretos (G7).

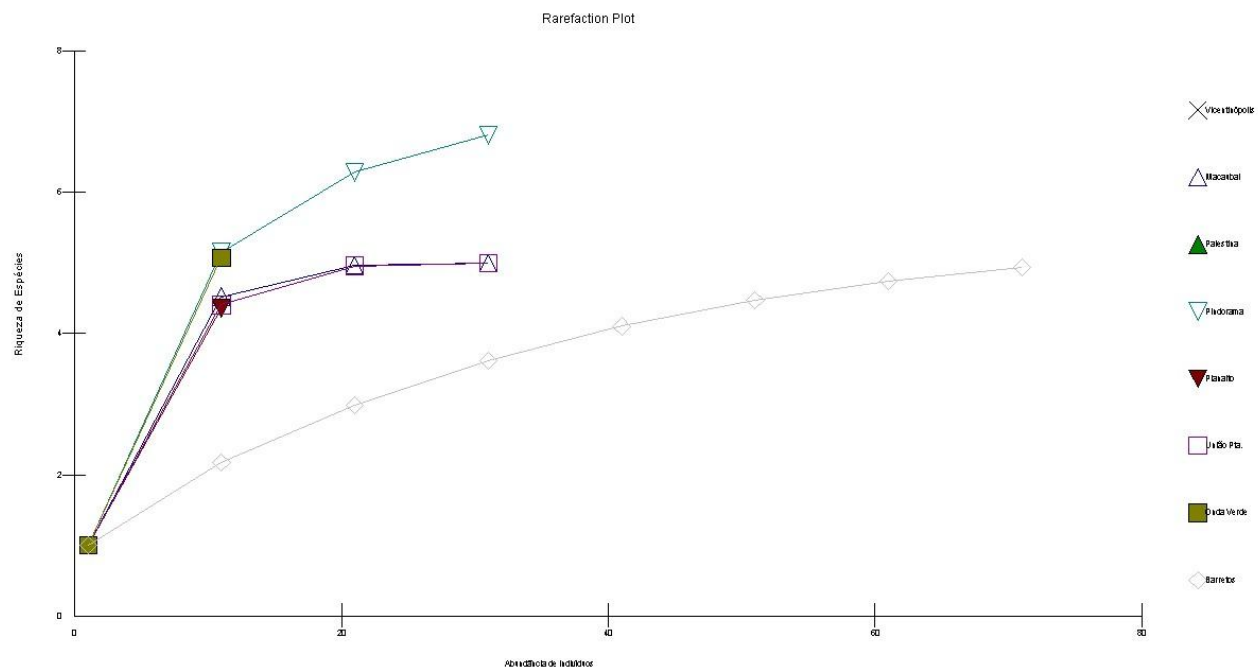


Figura 11: Curva de rarefação modelo de Hulbert para os Apini coletados nas oito áreas.



Figura 12: Fragmento localizado no município de Pindorama e fragmentos conectados.



Figura 13: Fragmento localizado no município de Barretos e fragmentos conectados.

Capítulo 2

Diversidade e riqueza de vespas eussociais neotropicais (Vespidae; Polistinae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar

Resumo

Vespas eussociais neotropicais (Vespidae, Polistinae) compreendem 25 gêneros e mais de 900 espécies. Compõem um importante grupo de insetos sociais neotropicais, apresentam grande capacidade de forrageamento, desempenham importante papel em cadeias ecológicas terrestres como predadores. Possuem participação menos efetiva como polinizadores em ecossistemas naturais, apresentam fundação por enxameio e fundação independente. Seus hábitos alimentares são um fator crucial para o desenvolvimento da colônia, e o comportamento de forrageio das vespas sociais reflete uma interação ecológica entre a colônia e o meio. Neste trabalho foi realizado um levantamento de vespas eussociais, capturadas com o uso de armadilhas Malaise, sendo duas em cada localidade. O período de amostragem das áreas foi de maio de 2007 a agosto de 2009. Foram registrados 802 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 20 espécies. Os gêneros *Agelaia* e *Polybia* foram os mais significativos, e as espécies *A. pallipes*, *P. jurinei* e *P. paulista* foram as mais representativas. A área de Macaúbal apresentou maior diversidade e maior equitabilidade, e Pindorama foi a área mais representativa em relação à dominância das espécies. . Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e Barretos são as áreas mais similares entre si. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, podemos observar que Vicentinópolis e Planalto apresentam maior similaridade, e através do coeficiente de Jaccard observamos que também Vicentinópolis e Planalto apresentam maior similaridade entre si. As curvas dos estimadores de riqueza (ACE e ICE) mostram que somente em Vicentinópolis e Macaúbal as curvas se estabilizaram, indicando que nestas áreas as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Barretos apresenta maior riqueza de espécies. Onda Verde é a área de menor riqueza, o que significa que seriam necessárias mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies.

Abstract

Neotropical social wasps comprise 25 genera and more than 900 species. They compose an important group of neotropical social insects, have great capacity to forage, play important role in terrestrial ecological chains as predators. Have less effective participation as pollinators in natural ecosystems, can found new colonies by swarming or independently. Their food habit is a very important factor to the colony development, and their foraging behavior reflect an ecological interaction between the colony and the environment. In this work an eusocial wasps survey was made with Malaise traps, two in each locality. The sampling period was from May 2007 to August 2009. There were recorded 802 specimens, belonging to nine genera and 20 species. *Agelaia* and *Polybia* were the most significative genera, and *A. pallipes*, *P. jurinei* and *P. paulista* were the most representative species. The area of Macaubal showed the highest diversity and equitability, and Pindorama was the area with more dominant species. Concerning the similarity between the areas, the Morisita-Horn coefficient showed that Palestina and Barretos are the most similar areas. By the Bray-Curtis coefficient, we observed that Vicentinópolis and Planalto have the highest similarity, and by the Jaccard coefficient it's possible to observe the same results as those obtained by the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that just in Vicentinópolis and Macaubal the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed that Barretos has the highest species richness. Onda Verde is the area with the smaller richness of species, which means that it would be necessary more collects to confirm the total species richness.

1. *Introdução*

Vespas eussociais neotropicais (Vespidae, Polistinae) compreendem 25 gêneros e mais de 900 espécies e são mais diversos e numerosos em regiões tropicais e neotropicais (Richards, 1971; Carpenter *et al.*, 1996; Carpenter, 2004). No Brasil são encontrados 21 gêneros e mais de 300 espécies (Carpenter & Marques, 2001; Carpenter, 2004). Compõem um importante grupo de insetos sociais neotropicais e sua organização social é notadamente expressa na variação da arquitetura do ninho e na agressividade das operárias na defesa de suas colônias. Na Amazônia brasileira há registros de 20 gêneros e 200 espécies, o que representa, aproximadamente, 2/3 da fauna brasileira (Silveira, 2002).

Apresentam grande capacidade de forrageamento, coletando materiais para construção do ninho e alimento (Carpenter & Marques, 2001). São basicamente carnívoras e apesar de o principal alimento das larvas ser constituído de proteína animal, os adultos consomem néctar e “honeydew” (Corlett, 2004). Como predadores, possuem importante papel em cadeias ecológicas terrestres, empregando diversos métodos para localizar e coletar diferentes tipos de materiais necessários à manutenção das colônias (Raveret-Richter, 2000; Carpenter & Marques, 2001). Carboidratos são encontrados principalmente pelo olfato, e presas vivas por estímulos visuais (Raveret-Richter, 2000). Há, ainda, espécies que se alimentam de animais mortos, como os gêneros *Agelaia* Lepeletier, 1836 e *Angiopolybia* Araújo, 1946, pertencentes à tribo Epiponini (O’Donnell, 1995; Silveira *et al.*, 2005).

As vespas sociais podem ser divididas em dois grupos comportamentais de acordo com o modo com que iniciam novas colônias. O primeiro grupo possui fundação independente, ou seja, as colônias são fundadas por rainhas inseminadas, independentemente de nenhuma operária. Nessa categoria são encontradas as subfamílias Stenogastrinae, Vespinae (com poucas exceções) e alguns Polistinae. O segundo grupo possui fundação por enxameio, na qual novas colônias são iniciadas por grupos constituídos por uma ou mais rainhas e grande

número de operárias. Encontram-se, nessa categoria, os gêneros *Provespa* (Vespinae), *Ropalidia* (algumas espécies) e *Polybioides* (Ropalidiinae) nos trópicos e subtropicais do Velho Mundo, e a tribo Epiponini (Polistinae) na região Neotropical (Jeanne, 1980; Wenzel & Carpenter, 1994).

Possuem participação menos efetiva como polinizadores em ecossistemas naturais, apesar de os adultos visitarem flores e consumirem néctar regularmente e também coletarem néctar para suprir energeticamente a colônia (Gadagkar, 1991). Polistíneos coletam água, fibras vegetais, carboidratos e caçam presas (outros artrópodes) ou se alimentam de proteína animal em decomposição (Edwards, 1980; Raveret-Richter, 2000). São forrageadores generalistas, mas os indivíduos são capazes de se especializar, através de caça a presas ou da coleta de outras reservas em locais específicos (Raveret-Richter, 1990).

Pólen não é o alimento comum das vespas, com exceção de Masarinae que provisiona suas células larvais com pólen e néctar (Corlett, 2004). Tais organismos são visitantes regulares de nectários extraflorais, mas algumas espécies são atraídas mais para predação de outros visitantes (Faegri & van der Pijl, 1979). O número de presas tende a aumentar conforme a colônia cresce, indicando que suas características influenciam tal atividade (Rocha et al., 2009).

As frequências de polpa e água coletadas para a construção do ninho dependem da necessidade para aumentar o número de células do ninho e ajudar na termorregulação da colônia, respectivamente (Silva, 2002). Segundo Jeanne (1987), água é um importante recurso para construção do ninho, e na sua ausência tal atividade não seria tão eficiente.

Seus hábitos alimentares são um fator crucial para o desenvolvimento da colônia. Segundo Elisei et al. (2005), o comportamento de forrageio das vespas sociais reflete uma interação ecológica entre a colônia e o meio. O estudo de tal aspecto é crucial para esclarecer questões relacionadas à evolução da socialidade no grupo, já que as principais interações comportamentais nesses insetos estão relacionadas à captura e distribuição de recursos entre os membros da colônia (Silva, 2002).

2. *Objetivos*

O objetivo geral deste projeto é inventariar a fauna de Hymenoptera sociais de oito remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual da região Noroeste do Estado de São Paulo. Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- Comparar as áreas no que diz respeito à riqueza e abundância do grupo em questão.
- Identificar as possíveis influências do tamanho dos fragmentos em relação à riqueza e abundância encontradas.

3. *Áreas de Estudo*

O presente trabalho é parte do projeto temático “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no Noroeste Paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (Programa Biota-Fapesp, processo no. 04/04820-3). As coletas foram realizadas em oito dos fragmentos florestais do projeto temático, localizados nas cidades de Planalto (G3), sob as coordenadas 21° 00' 05" S, 49° 58' 26" W, União Paulista (G4), sob as coordenadas 20° 55' 16" S, 49° 55' 34" W, Nova Granada (G6), sob as coordenadas 20° 32' 37" S, 49° 14' 47" W, Barretos (G7), sob as coordenadas 20° 29' 05" S, 48° 49' 21" W, Vicentinópolis (P1), sob as coordenadas 20° 55' 34" S, 50° 20' 55" W, Macaubal (P2), sob as coordenadas 20° 44' 34" S, 49° 55' 45" W, Palestina (P6), sob as coordenadas 20° 19' 16" S, 49° 30' 17" W e Pindorama (P9), sob as coordenadas 21° 13' 12" S, 48° 55' 04" W. Os fragmentos foram convenientemente classificados como grandes (G) e pequenos (P). Características físicas e da vegetação dos fragmentos podem ser observadas nas Tabelas I e II. CU – Campo Úmido, FESP – Floresta

Estacional Semidecidual em estágio Pioneiro, FESI - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Inicial de regeneração, FESM - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Médio de regeneração, FESA - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Avançado de regeneração.

A topografia da região é regular com altitude variando de 280 a 600 m e predomínio de relevo uniforme e monótono. O tipo climático da região (segundo classificação de Köppen) é o Cwa-Aw, considerado como tropical quente e úmido, com chuvas de verão e estiagem de inverno. Assim, duas estações distintas podem ser caracterizadas: uma chuvosa, com 85% da precipitação total anual (outubro a março) e outra seca, com apenas 15% da precipitação total anual (abril a setembro). Os totais anuais de precipitação variam de 1.100 ± 225 mm a 1.250 ± 225 mm (Barcha & Arid 1971).

4. *Materiais e Métodos*

Os insetos foram capturados com o uso de armadilhas Malaise (Silveira, 2002), distribuídas em duas por cada área. Os reservatórios continham aproximadamente um litro de solução contendo álcool 70% e detergente e são trocados uma vez por mês. O período de amostragem das áreas P1, P2, G3 e G4 começou em maio de 2007 e terminou em abril de 2008, das áreas P6, P9, G6 e G7 começou em maio de 2008 e terminou em agosto de 2009. A triagem do material foi feita conforme as coletas foram sendo realizadas.

Vale ressaltar que a metodologia em questão não é totalmente suficiente para a amostragem do grupo de estudo. Há metodologias mais específicas para o referido grupo. Entretanto, o intuito do presente trabalho é muito mais estabelecer uma análise comparativa entre as áreas de estudo em questão, utilizando-se uma metodologia padronizada, do que inventariar detalhadamente tais grupos.

5. *Tratamento dos Dados*

As seguintes análises estatísticas foram utilizadas: análise da diversidade através do índice de Shannon-Wiener (H'), que considera a proporção de indivíduos (biomassa) em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies (Begon, Townsend, Harper, 2007); índice de dominância de Berger-Parker, que se baseia na importância proporcional das espécies mais abundantes e o índice de equitabilidade de Pielou, que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Para avaliar a similaridade entre as áreas amostradas em termos de composição de espécies, também foram utilizados os coeficientes de Morisita-Horn, Bray-Curtis e Jaccard, onde o primeiro atribui mais peso às espécies raras, o segundo leva em consideração a abundância das espécies coletadas e o terceiro considera presença e ausência de espécies. Para tais análises foram utilizados os programas computacionais R, v. 2.10 e PAST, v. 1.37 (Hammer, et al., 2005).

Para estimar a riqueza de espécies, foram utilizados os índices ICE (Incidence Coverage Estimator) que possibilita o cálculo do fator de correção utilizando a incidência (frequência de ocorrência) de espécies raras e o ACE (Abundance Coverage Estimator) que analisa frequência de ocorrência de espécies com poucos indivíduos. Para tais análises, foi utilizado o software EstimateS versão 6.0b1 (Colwell, 2001). Além disso, foi construída uma curva de rarefação modelo Hulbert que utiliza a informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores (Magurran, 2004), permitindo comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

6. Resultados e Discussão

6.1. Espécies Coletadas

No total, foram registrados 802 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 20 espécies (Tabela III), que são: *Agelaia pallipes*, *A. vicina*, *Apoica* sp., *Brachygastra lecheguana*, *Metapolybia cingulata*, *Mischocyttarus cerberus*, *M. rotundicollis*, *Polistes simillimus*, *P. versicolor*, *Polybia chrysotorax*, *P. fastidiosuscula*, *P. ignobilis*, *P. jurinei*, *P. occidentali*, *P. paulista*, *P. sericea*, *P. ruficeps*, *Protonectarina sylveirae*, *Synoeca cyanea*, *S. surinama*.

No fragmento localizado no município de Vicentinópolis (P1) registramos 168 indivíduos, pertencentes a 4 gêneros, totalizando 9 espécies, com o gênero *Polybia* e a espécie *Agelaia pallipes* como os mais significativos. Em Macaubal (P2) registramos 172 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 12 espécies, sendo os gêneros *Mischocyttarus* e *Polybia* e a espécie *Agelaia pallipes* os mais representativos. Em Palestina (P6) registramos 45 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 7 espécies, sendo os mesmos gêneros e espécie melhor representados em Macaubal, também mais significativos nesta área. Em Pindorama (P9) registramos 52 indivíduos, pertencentes a 3 gêneros, totalizando 4 espécies, sendo o gênero *Polybia* e a espécie *A. pallipes* os mais significativos.

Em Planalto (G3) registramos 64 indivíduos, pertencentes a 5 gêneros, totalizando 10 espécies, sendo os mesmos gênero e espécie melhor representados em Pindorama, também mais significativos nesta área. Em União Paulista (G4) registramos 114 indivíduos, pertencentes a 3 gêneros, totalizando 5 espécies, com os gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus* e a espécie *P. jurinei* como os mais representativos. Em Onda Verde (G6) registramos 5 indivíduos, pertencentes somente a 1 gênero – *Polybia* - totalizando 3 espécies, sendo *P. chrysotorax* a mais significativa. Em Barretos (G7) registramos 182 indivíduos, pertencentes a 6

gêneros, totalizando 14 espécies, sendo os mesmos gênero e espécie melhor representados em Pindorama, também mais significativos nesta área.

Pode-se observar, na Tabela IV, que a subfamília Polistinae teve 11,30% de representatividade, sendo mais significativa em Barretos (2,58%). Em relação aos gêneros mais representativos, *Polybia* foi o de maior destaque, com 8 espécies. Tal gênero apresenta o maior número de espécies dentre os Epiponini: 58, sendo 44 delas registradas no Brasil (Richards, 1978; Carpenter & Marques, 2001). Seus ninhos apresentam envelope protetor e são construídos em curto espaço de tempo (Richards & Richards, 1951; Jeanne, 1980).

No que diz respeito às espécies mais representativas observamos, na Tabela V, que dentre os Polistinae, *Agelaia pallipes* (43,89%) foi a mais representativa. Tal espécie foi a única comum a todas as áreas (com exceção de Onda Verde), ocorre desde a Costa Rica até Argentina (Misiones) e Paraguai (Richards, 1978). Seus ninhos são construídos em vários tipos de cavidades (buracos no solo, túneis de tatu, entre raízes de árvores, etc.) e pode ser menos sensível à degradação ambiental, o que pode explicar sua grande ocorrência em praticamente todas as áreas (Zucchi *et al.*, 1995; Noll *et al.*, 1997).

6.2. Análises Estatísticas

Quanto à diversidade de Polistinae, observamos, na Tabela VII, que Macaubal (P2) é a área com maior diversidade, seguida por Barretos (G7) e Planalto (G3). Pelo índice de equitabilidade observamos que também Macaubal (P2) apresentou melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, seguida de Barretos (G7) e Planalto (G3). Por fim, o índice de dominância de Berger-Parker mostra-nos que Pindorama (P9) é a área que apresenta mais espécies dominantes, seguida por Palestina (P6) e União Paulista (G4), o que pode ser explicado pela grande quantidade de indivíduos da mesma espécie capturados em duas ou

três coletas, e a escassez dos mesmos nas outras coletas. Quanto à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn (Figura 1) mostrou-nos que Palestina (P6) e Barretos (G7) são as áreas mais similares entre si em relação à ocorrência de espécies raras, seguidas de Vicentinópolis (P1) e União Paulista (G4), Macaubal (P2) e Onda Verde (G6). É importante ressaltar que a espécie *Agelaia pallipes* foi excluída das três análises de similaridade devido à grande diferença no número de indivíduos em relação às outras espécies, o que poderia atrapalhar os resultados. Através do coeficiente de Bray-Curtis, observamos, na Figura 2, que Vicentinópolis (P1) e Planalto (G3) são as áreas com maior similaridade entre si em relação à abundância de espécies coletadas. Em seguida estão Macaubal (P2) e Barretos (G7), Pindorama (P9) e Onda Verde (G6), Palestina (P6) e União Paulista (G4).

Em relação ao coeficiente de similaridade de Jaccard, que considera a presença e a ausência de espécies, observamos, na Figura 3, que Vicentinópolis (P1) e Planalto (G3) foram as áreas que apresentaram maior similaridade entre si, seguidas por Macaubal (P2) e Barretos (G7), Palestina (P6) e Onda Verde (P9). A proximidade entre as áreas e as características da vegetação podem estar relacionadas à similaridade entre as mesmas.

Em relação à riqueza de espécies, as curvas representativas do ACE e ICE (Figuras 4 a 11) mostram que somente em Vicentinópolis (P1) e Macaubal (P2) as curvas se estabilizaram, indicando que nestas áreas as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. Em União Paulista (G4) e Barretos (G7) as curvas foram estáveis até certo ponto, tendendo à desestabilização nas últimas coletas. É importante lembrar que tais índices calculam uma estimativa da riqueza de espécies total do local. A curva representativa do ICE mostra-se bastante distante das outras duas devido às espécies consideradas raras, presentes em apenas uma ou duas coletas.

Ainda considerando a riqueza de espécies, a curva de rarefação de Hulbert (Figura 12) mostra-nos que Barretos (G7) é a área com maior riqueza de espécies, seguida por Macaubal (P2), Vicentinópolis (P1) e União Paulista (G4). As curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que mais algumas coletas seriam necessárias para

confirmar que todas as espécies foram coletadas. Onda Verde (G6) é a área de menor riqueza, e pela curva observa-se que seriam necessárias mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies. É importante lembrar que a curva de rarefação de Hulbert utiliza a informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores, o que permite que sejam feitas comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

Novamente uma área pequena mostrou-se mais diversa do que uma área grande, o que contradiz a afirmação de Wilcox & Murphy (1985) de que o tamanho da área é um determinante-chave na diversidade de espécies em sistemas fragmentados. Macaubal é uma área conectada a outros fragmentos (Google Earth), o que pode ser outra explicação a sua maior diversidade. Em paisagens fragmentadas pela ação humana, o arranjo espacial (tipo, tamanho, quantidade e localização) dos remanescentes, dado pelas manchas de vegetação, corredores ecológicos e tipo de matriz, é fundamental para a sobrevivência e expansão das comunidades naturais (Metzger, 2000; Godefroid & Koedam, 2003).

A proximidade entre fragmentos remanescentes, os elementos de conexão e a matriz determinam o grau de conectividade estrutural da paisagem e, conseqüentemente, a capacidade de dispersão de indivíduos entre os fragmentos (Metzger & Décamps, 1997).

A maior diversidade, maior equitabilidade e maior abundância em áreas pequenas (Macaubal e Pindorama) pode estar relacionada à possível não utilização de agentes químicos no combate de pragas, visto que o entorno da área de Macaubal é caracterizado por vegetação de pastagem, e o fragmento de Pindorama localiza-se numa Estação Experimental, o que pode limitar o uso de defensivos agrícolas.

Wolff et al. (2006) afirmam que a utilização de agrotóxicos produz um desequilíbrio no meio ambiente, que pode favorecer o surgimento de pragas, e segundo Begon, Townsend & Harper (2007), quando um pesticida é aplicado, espécies não-praga se tornam praga quando seus inimigos e competidores são eliminados. Se um pesticida destrói os inimigos naturais, pragas em potencial podem tornar-se pragas reais – pragas secundárias.

O agrupamento de áreas grandes e pequenas nas análises de similaridade ocorreu, talvez, porque o tamanho do fragmento não seja um fator crucial em relação à abundância de espécies. Há fatores que causam flutuações na abundância de uma espécie, como condições físico-químicas, nível de recursos disponíveis, ciclo de vida dos organismos e influência de competidores, predadores, parasitos, etc. (Begon, Townsend, Harper, 2007).

6.3. Comparação com outros levantamentos de Vespas Eussociais realizados no Estado de São Paulo e outros Estados

Pela Tabela VII pode-se melhor visualizar as comparações feitas entre o presente estudo e os trabalhos realizados no Estado de São Paulo e outros Estados.

Lima et al. (2010), analisando a diversidade de vespas eussociais em Patrocínio Paulista - SP, através de diferentes metodologias, registraram 11 gêneros e 30 espécies, sendo *Polybia* o gênero mais representativo, e *Polybia ignobilis* a espécie mais significativa. No presente trabalho, o gênero *Polybia* também foi o mais significativo, e *P. ignobilis* foi relativamente bem representada.

Em seu estudo sobre a diversidade de vespas eussociais em três fragmentos de floresta estacional semidecidual no Noroeste do Estado de São Paulo, Gomes & Noll (2009) registraram, no fragmento de Paulo de Faria, quatro gêneros e sete espécies, sendo os gêneros *Agelaia*, *Polybia* e *Mischocyttarus* e a espécie *A. vicina* os mais representativos; no fragmento de Pindorama foram registrados quatro gêneros e seis espécies, com os gêneros *Agelaia* e *Polybia* e a espécie *A. pallipes* como os mais significativos; e no fragmento de Neves Paulista foram registrados sete gêneros, compreendendo 12 espécies, sendo que o gênero *Polybia* e a espécie *A. pallipes* foram os mais representativos. No presente trabalho, o gênero

Polybia foi o melhor representado em todas as áreas, o gênero *Agelaia* foi melhor representado em Planalto e o gênero *Mischocyttarus* foi melhor representado em Palestina e União Paulista. A espécie *Agelaia vicina* ocorreu somente em Planalto e *A. pallipes* ocorreu em todas as áreas, menos Onda Verde.

Togni (2009), realizando levantamento de vespas eussociais em propriedade particular na Mata Atlântica do Litoral Norte do Estado de São Paulo, registrou oito gêneros e 21 espécies, sendo *Agelaia angulata* a mais representativa. Tal espécie não ocorreu no presente estudo.

Mechi (1996; 2005), em seus levantamentos de vespas eussociais em três áreas de cerrado – SP, registrou 9 gêneros e 26 espécies na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio – SP, oito gêneros e 26 espécies no Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro – SP, e nove gêneros e 25 espécies na Reserva de Cerrado de Corumbataí – SP. Nestas três áreas de estudo, o gênero mais representativo foi *Polybia*, e a espécie melhor representada foi *Agelaia pallipes*. No presente estudo, o gênero *Polybia* foi o mais significativo em todas as áreas, e *A. pallipes* só não foi registrada em Onda Verde.

Silva & Silveira (2009), em seu trabalho sobre a diversidade de vespas eussociais em floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, PA, registraram, através de metodologia de busca ativa e armadilhas Malaise, 65 espécies, distribuídas em 12 gêneros, sendo *Polybia*, *Mischocyttarus* e *Agelaia* os mais representativos, com *Polybia* e *Mischocyttarus* representando quase 65% das espécies coletadas. Na busca ativa, as espécies mais representativas foram *Agelaia fulvofasciata* (85%) e *Angiopolybia pallens* (66,7%). Nas armadilhas Malaise, as espécies com maior representatividade foram, também, *Angiopolybia pallens* (73%) e *Agelaia fulvofasciata* (65%). Tais espécies não foram registradas no presente estudo. Segundo Silveira et al. (2005), a espécie *Angiopolybia pallens* é a espécie de vespas eussociais mais freqüente nas terras baixas amazônicas.

Santos et al. (2009), em seu levantamento de vespas eussociais em áreas de Cerrado na Bahia, registraram 13 gêneros e 19 espécies, sendo que *Chartergus globiventris*, *Polistes*

versicolor, *Polybia flavifrons* e *Synoecca cyanea* foram as espécies mais representativas. Destas, somente *P. versicolor* e *S. cyanea* foram registradas no presente estudo.

Elpino-Campos et al. (2007), realizando levantamento de vespas eussociais nos Cerrados de Uberlândia, encontraram 29 espécies e 10 gêneros, sendo *Polybia* e *Polistes* os mais representativos (51,5% do total), e *Agelaia pallipes* e *Mischocyttarus cerberus* as espécies mais representativas (57,6% e 26,5% respectivamente). No presente trabalho, o gênero *Polybia* foi o melhor representado em todas as áreas, e o gênero *Polistes* teve pouca expressividade, ocorrendo apenas em duas áreas (Palestina e Barretos). A espécie *A. pallipes* ocorreu em todas as áreas, exceto em Onda Verde, e *M. cerberus* ocorreu em Vicentinópolis, Macaubal, Palestina, Planalto e União Paulista.

Silva-Pereira & Santos (2006), estudando a comunidade de vespas eussociais em Campos Rupestres, BA, encontraram 6 gêneros e 11 espécies, sendo que *Synoecca cyanea* foi a espécie mais representativa, com 15 indivíduos. Tal espécie ocorreu apenas em Pindorama no presente estudo, com somente um indivíduo.

De acordo com Silva & Silveira (2009), a armadilha Malaise é um método passivo de coleta, com abrangência restrita ao entorno do local onde está montada, tornando-se um método pouco eficiente para amostragem de espécies raras em determinada área. Entretanto, tal método permite registrar com rapidez as espécies mais comuns em determinada área, ou parcela.

Observando a Tabela VII, nota-se a grande diferença em relação à riqueza de espécies obtidas em determinadas áreas do presente estudo (Palestina, União Paulista, Pindorama, Onda Verde) em comparação aos outros levantamentos realizados. Entretanto, áreas como Barretos e Macaubal mostraram-se mais ricas do que duas áreas de um importante estudo realizado na região Noroeste do Estado de São Paulo, por Gomes & Noll (2009). Com exceção da área de Floresta Amazônica (Silva & Silveira, 2009), as áreas de Cerrado são as mais ricas em espécies. É importante ressaltar que diferentes metodologias de coleta influenciam os resultados finais.

7. Conclusões

Foram registrados 802 indivíduos, pertencentes a 9 gêneros e 20 espécies. Os gêneros *Agelaia* e *Polybia* foram os mais representativos. *Agelaia pallipes*, *Polybia jurinei* e *Polybia paulista* foram as espécies mais representativas, sendo que *A. pallipes* foi a única espécie comum a todas as áreas.

Macaubal é a área com maior diversidade, e pelo índice de equitabilidade observamos que também Macaubal apresentou melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies. A maior diversidade da área de Macaubal pode estar relacionada à possível não utilização de agentes químicos no combate de pragas, visto que o entorno dessa área é caracterizado por vegetação de pastagem.

O índice de dominância de Berger-Parker mostrou-nos que Pindorama é a área que apresenta mais espécies dominantes, o que pode ser explicado pela grande quantidade de indivíduos da mesma espécie capturados em duas ou três coletas, e a escassez dos mesmos nas outras coletas.

O coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Palestina e Barretos são as áreas mais similares entre si em relação à ocorrência de espécies raras, seguidas de Vicentinópolis e União Paulista, Macaubal e Onda Verde.

Através do coeficiente de Bray-Curtis observamos que Vicentinópolis e Planalto são as áreas com maior similaridade entre si em relação à abundância de espécies coletadas. Em seguida estão Macaubal e Barretos, Pindorama e Onda Verde, Palestina e União Paulista.

Em relação ao coeficiente de similaridade de Jaccard observamos que Vicentinópolis e Planalto foram as áreas que apresentaram maior similaridade entre si, seguidas por Macaubal e Barretos, Palestina e Onda Verde. A proximidade entre as áreas e as características da vegetação podem estar relacionadas à similaridade entre as mesmas.

No que se refere à riqueza de espécies, somente em Vicentinópolis e Macaubal as curvas se estabilizaram, indicando que nestas áreas as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. A curva representativa do ICE mostra-se bastante distante das outras duas devido às espécies consideradas raras, presentes em apenas uma ou duas coletas.

A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Barretos é a área com maior riqueza de espécies. As curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que mais algumas coletas seriam necessárias para confirmar que todas as espécies foram coletadas. Em Onda Verde, a área de menor riqueza, seriam necessárias mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies.

8. Referências Bibliográficas

- BEGON, M., TOWNSEND, C. R., HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2007, 752p.
- CARPENTER, J. M., WENZEL, J. W., KOJIMA, J. Synonymy of the Genus *Occipitalia* Richards, 1978, with *Clypearia* de Saussure, 1954 (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 5, p. 157-165, 1996.
- CARPENTER, J. M. Synonymy of the Genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Möbius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. **American Museum Novitates**, **3465** 1-16, 2004.
- CARPENTER, J. M., MARQUES, O. M. 2001. **Contribuição ao estudo dos vespídios do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)** [CD-ROM]. Cruz das Almas – BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia / Mestrado em Ciências Agrárias, 2001. Série Publicações Digitais, 2.
- COLWELL, R. K. 2001. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. User's guide and application.
- CORLETT, R. T. Flower visitors and pollination in the Oriental (Indomalayan) region. **Biol. Rev.**, v. 79, p. 497-532, 2004.
- EDWARDS, R. **Social wasps: their biology and control**. Sussex, UK: Rentokil, 1980, 398p.
- ELISEI, T., C. RIBEIRO-JÚNIOR, D. L. GUIMARÃES, PREZOTO, F. Foraging Activity and Nesting of Swarm-Founding Wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Sociobiology** (46):317-327, 2005.
- ELPINO-CAMPOS, A., DEL-CLARO, K., PREZOTO, F. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) nos Cerrados de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, vol. 36, n. 5, p. 685-692, 2007.

- FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 1979. London. Pergamon Press Ltda., 244 p.
- GADAGKAR, R. 1991. *Belanogaster*, *Mischocyttarus*, *Parapolybia* and independent-founding *Ropalidia*, p. 149-190. In: Ross, K. G., Mattheews, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**. New York, Cornell University Press, 678p.
- GODEFROID, S. & KOEDAM, N. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? **Global Ecology & Biogeography**, n. 12, p. 287-298, 2003.
- GOMES, B., NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 428-431, 2009.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Past: paleontological statistics software package for education and data analysis**. Versão 1.37. Palaeontologica. Electronica. v.4 p.1-9, 2005.
- JEANNE, R. L. Evolution of social behavior in the Vespidae. **Annu. Rev. Entomol.** 25: 371-96, 1980.
- JEANNE, R.L. Do water foragers pace nest construction activity in *Polybia occidentalis*? In: Pasteels, J.M., J.L. Deneubourg, (ed) From individual to collective behavior in social insects. Boston: Berkhauser Verlag Basel, 433p, 1987.
- LIMA, A. C. O., CASTILHO-NOLL, M. S. M., GOMES, B., NOLL, F. B. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a Forest fragment in the Northeast of São Paulo State sampled with different methodologies. **Sociobiology**, vol. 55, n. 2, 13 pp. 2010.
- MAGURRAN, A. E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science, Oxford. vii + 256 pp.
- MECHI, M. R. **Levantamento da fauna de vespas Aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**. 1996, 273 p., São Carlos, UFSCAR (Tese de Doutorado).

- MECHI, M. R. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera) e suas fontes florais. In V. R. Pivello, E. M. Varanda (orgs.) **O Cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e Conservação – Parque Estadual de Vassununga**: 256-265. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 312 p., 2005.
- METZGER, J.P. & DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: a hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Ecologica**, n.18, p.1-12, 1997.
- METZGER, J.P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-116, 2000.
- NOLL, F. B., SIMÕES, D., ZUCCHI, R. Morphological caste differences in the neotropical swarm-founding Polistinae wasps: *Agelaia m. multipicta* and *A. p. pallipes* (Hymenoptera Vespidae). **Ethology, Ecology and Evolution**, n. 9, p. 361-372, 1997.
- O'DONNELL, S. Necrophagy by Neotropical Swarm-Founding Wasps (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Biotropica** 27: 133–136, 1995.
- RAVERET-RICHTER, M. A. Hunting wasp interactions: influence of prey size, arrival order, and wasp species. **Ecology**, v. 71, p. 1018-1030, 1990.
- RAVERET-RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 121-150, 2000.
- RICHARDS, O. W., RICHARDS, M. J. Observations on the social wasps of South America (Hymenoptera, Vespidae). **Trans. R. Ent. Soc. Lond.**, v. 102, p. 1-170, 1951.
- RICHARDS, O. W. The biology of the social wasps (Hymenoptera: Vespidae). **Biological Reviews**, v. 46, n. 4, p. 483-528, 1971.
- RICHARDS, O. W. 1978. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London. British Museum (Natural History), 580 pp.
- ROCHA, A. A., GIANNOTTI, E., BICHARA-FILHO, C. C. Resources taken to the nest by *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae) in different phases of the colony cycle, in a region of the Médio São Francisco River, BA, Brazil. **Sociobiology**, v. 54, n. 2, p. 439-456, 2009.

- SANTOS, G. M. M., CRUZ, J. D., MARQUES, O. M., GOBBI, N. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em áreas de Cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, vol. 38, n. 3, p. 317-320, 2009.
- SILVA, E. R. 2002. Atividade forrageadora de *Mischocyttarus drewseni* de Saussure, 1857 (Hymenoptera: Vespidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 166p.
- SILVA-PEREIRA, V., SANTOS, G. M.M.. Diversity in bee (Hymenoptera: apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in "Campos Rupestres", Bahia, Brazil. **Neotrop. Entomol.**, vol.35, n.2, pp. 165-174, 2006.
- SILVA, S. S., SILVEIRA, O. T. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 99, n. 3, p. 317-323, 2009.
- SILVEIRA, O. T. Surveying neotropical social wasps. An evaluation of methods in the "Ferreira Penna" Research Station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hym., Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, n. 12, p. 299-323, 2002.
- SILVEIRA, O. T.; ESPOSITO, M. C.; Santos, J. N.; GEMAQUE, F. E. Social Wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. **Entomological Science** 8: 33–39, 2005.
- TOGNI, O. C. 2009. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) na Mata Atlântica do litoral norte do Estado de São Paulo**. (2009). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 98 p.
- WENZEL, J. W., CARPENTER, J. M. Comparing methods: adaptative traits and tests of adaptation. In: Eggleton P., Vane-Wright R. I. (eds.) **Phylogenetics and Ecology**. London: Academic Press, p. 79-10, 1994.
- WILCOX, B. A., MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **The American Naturalist**. v. 125, p. 879-887, 1985.

- WOLFF, V. R. S., SILVA, D. C., MEZZOMO, J. B., PULZ, C. E., SILVA, L. N., BERTOLDO, N. G., CAETANO, W. A diversidade de insetos num pomar cítrico com manejo ecológico. **Rev. Bras. de Agroecologia**, vol. 1, n. 1, p.129-132, 2006.
- ZUCCHI, R., SAKAGAMI, S. F., NOLL, F. B., MECI, M. R., MATEUS, S., BAIO, M. V., SHIMA, S. N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of New York Entomological Society**, n. 103, p. 129-137, 1995.

Tabelas e Figuras

Capítulo 2

Tabela I: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P1 - Vicentinópolis, P2 - Macaúbal, G3 - Planalto e G4 – União Paulista, referentes a 2007/2008.

	P1	P2	G3	G4
Área	128,2 ha	66,8 ha	207,5 ha	230,4 ha
Perímetro	6.098 ha	4.337,9 ha	6.372,4 ha	7.213,2 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	20,03 ha	5,02 ha	12,2 ha	0 ha
FESI	1,00 ha	61,8 ha	50,8 ha	60,3 ha
FESM	107,2 ha	0 ha	144,5 ha	170,1 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0 %	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	15,6%	7,5%	5,9%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	0,8%	92,5%	24,5%	26,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	83,6%	0%	69,6%	73,8%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela II: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P6 - Palestina, P9 - Pindorama, G6 – Onda Verde e G7 - Barretos, referentes a 2008/2009.

	P6	P9	G6	G7
Área	95,7 ha	107,8 ha	1.828,2 ha	885,5 ha
Perímetro	4.634,3 ha	7.877,8 ha	81.659,7 ha	16.969,5 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	0 ha	5,1 ha	214,2 ha	66,1 ha
FESI	43,2 ha	6,1 ha	1.171,8 ha	276,7 ha
FESM	52,5 ha	96,6 ha	442,2 ha	542,7 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0%	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	0%	4,7%	11,7%	7,5%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	45,1%	5,7%	64,1%	31,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	54,9%	89,6%	24,2%	61,3%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela III: Relação dos Polistinae coletados nas oito áreas . P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies					Áreas				
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	T
Polistinae									
<i>Agelaia pallipes</i>	89	44	36	48	36	25	0	74	352
<i>Agelaia vicina</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	4
<i>Apoica</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Metapolybia cingulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mischocyttarus cerberus</i>	3	3	1	0	3	6	0	0	16
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	5	4	1	0	7	3	0	1	21
<i>Polistes simillimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	14
<i>Polistes versicolor</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Polybia chrysotorax</i>	0	30	0	0	0	0	3	1	34
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	0	30	0	0	0	0	0	1	31
<i>Polybia ignobilis</i>	1	6	4	1	3	0	1	23	39
<i>Polybia jurinei</i>	28	7	1	0	1	79	0	5	121
<i>Polybia occidentalis</i>	7	6	0	2	1	0	1	17	34
<i>Polybia paulista</i>	30	32	0	0	0	0	0	13	75
<i>Polybia sericea</i>	3	8	0	0	2	1	0	4	18
<i>Polybia ruficeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Synoeca cyanea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Synoeca surinama</i>	2	0	1	0	6	0	0	23	32

Tabela IV: Porcentagem das espécies de Polistinae coletadas nas oito áreas. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies					Áreas				
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	T
Polistinae									
<i>Agelaia pallipes</i>	11.09%	5.48%	4.48%	5.98%	4.48%	3.11%	0	9.22%	43.89%
<i>Agelaia vicina</i>	0	0	0	0	0.49%	0	0	0	0.49%
<i>Apoica sp. 1</i>	0	0.12%	0	0	0	0	0	0	0.12%
<i>Metapolybia cingulata</i>	0	0.12%	0	0	0	0	0	0	0.12%
<i>Mischocyttarus cerberus</i>	0.37%	0.37%	0.12%	0	0.37%	0.74%	0	0	1.99%
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	0.62%	0.49%	0.12%	0	0.87%	0.37%	0	0.12%	2.61%
<i>Polistes simillimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.74%	1.74%
<i>Polistes versicolor</i>	0	0	0.12%	0	0	0	0	0	0.12%
<i>Polybia chrysotorax</i>	0	3.74%	0	0	0	0	0.37%	0.12%	4.23%
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	0	3.74%	0	0	0	0	0	0.12%	3.86%
<i>Polybia ignobilis</i>	0.12%	0.74%	0.49%	0.12%	0.37%	0	0.12%	2.86%	4.86%
<i>Polybia jurinei</i>	3.49%	0.87%	0.12%	0	0.12%	9.85%	0	0.62%	15.08%
<i>Polybia occidentalis</i>	0.87%	0.74%	0	0.24%	0.12%	0	0.12%	2.11%	4.23%
<i>Polybia paulista</i>	3.74%	3.99%	0	0	0	0	0	1.62%	9.35%
<i>Polybia sericea</i>	0.37%	0.99%	0	0	0.24%	0.12%	0	0.49%	2.24%
<i>Polybia ruficeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.49%	0.49%
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.12%	0.12%
<i>Synoeca cyanea</i>	0	0	0	0.12%	0	0	0	0	0.12%
<i>Synoeca surinama</i>	0.24%	0	0.12%	0	0.74%	0	0	2.86%	3.99%

Tabela V: Índices de diversidade, distribuição e dominância da subfamília Polistinae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7
Diversidade Shannon (H')	2.02	2.87	1.17	0.50	2.23	1.26	1.37	2.74
Equitabilidade Pielou	0.46	0.66	0.27	0.11	0.51	0.29	0.31	0.63
Dominância Berger-Parker	0.52	0.25	0.80	0.92	0.56	0.69	0.60	0.40

Tabela VI: Comparação com levantamentos de vespas eussociais realizados no Estado de São Paulo e em outros Estados.

Levantamentos	Gêneros	Espécies	Metodologia
Silva & Silveira (2009) - Caxiuanã - PA	12	65	Busca ativa, armadilhas Malaise
Lima et al. (2010) - Patrocínio Paulista - SP	11	30	Coleta em flor, busca por colônias, líquido atrativo
Elpino-Campos, Del-Claro & Prezoto (2007) - Uberlândia - MG	10	29	Busca ativa, amostragem pontual
Mechi (1996) - Luiz Antonio - SP	9	26	Coleta em flor
Mechi (2005) - Santa Rita do Passa Quatro - SP	8	26	Coleta em flor
Mechi (1996) - Corumbataí - SP	9	25	Coleta em flor
Togni (2009) - Ubatuba - SP	8	21	Garrafas-armadilha, coleta ativa
Santos et al. (2009) - Cerrado arbóreo - BA	12	19	Busca por colônias
BARRETOS - SP	6	14	Armadilhas Malaise
Santos et al. (2009) - Cerrado campo sujo - BA	9	13	Busca por colônias
Gomes & Noll (2009) - Neves Paulista - SP	7	12	Líquido atrativo
MACAUBAL - SP	5	12	Armadilhas Malaise
Silva-Pereira & Santos (2006) – Campos Rupestres - BA	6	11	Coleta em flor
PLANALTO - SP	5	10	Armadilhas Malaise
VICENTINÓPOLIS - SP	4	9	Armadilhas Malaise
Santos et al. (2009) - Sistemas agrícolas - BA	4	8	Busca por colônias
Gomes & Noll (2009) - Paulo de Faria - SP	4	7	Líquido atrativo
PALESTINA - SP	5	7	Armadilhas Malaise
Gomes & Noll (2009) - Pindorama - SP	4	6	Líquido atrativo
UNIÃO PAULISTA - SP	3	5	Armadilhas Malaise
PINDORAMA - SP	3	4	Armadilhas Malaise
ONDA VERDE - SP	1	3	Armadilhas Malaise

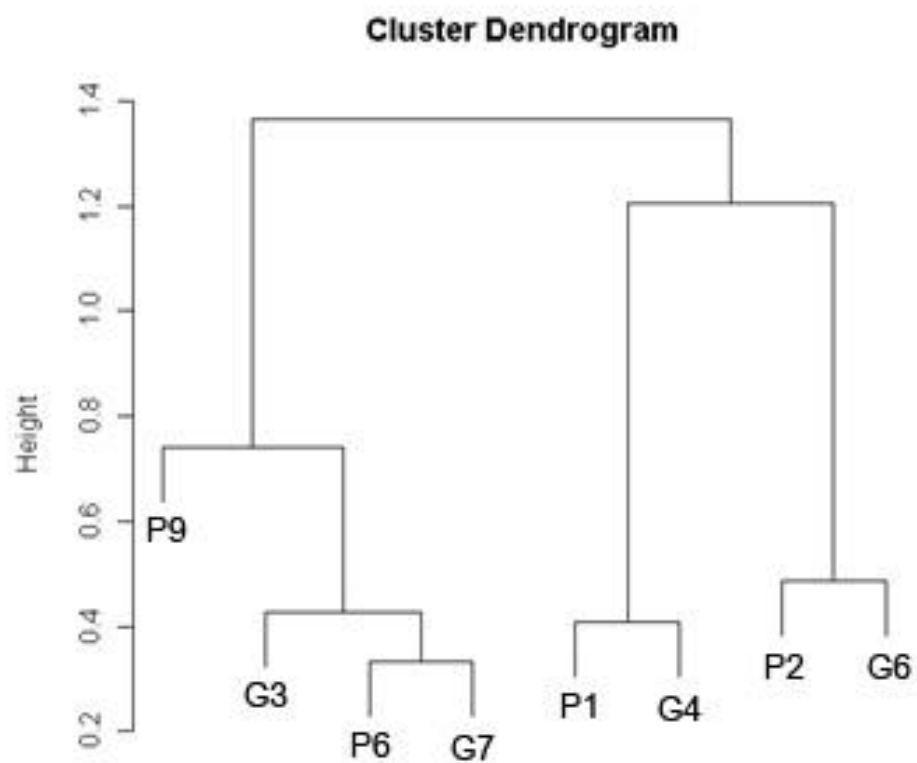


Figura 1: Dendrograma de similaridade de Morisita-Horn da subfamília Polistinae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

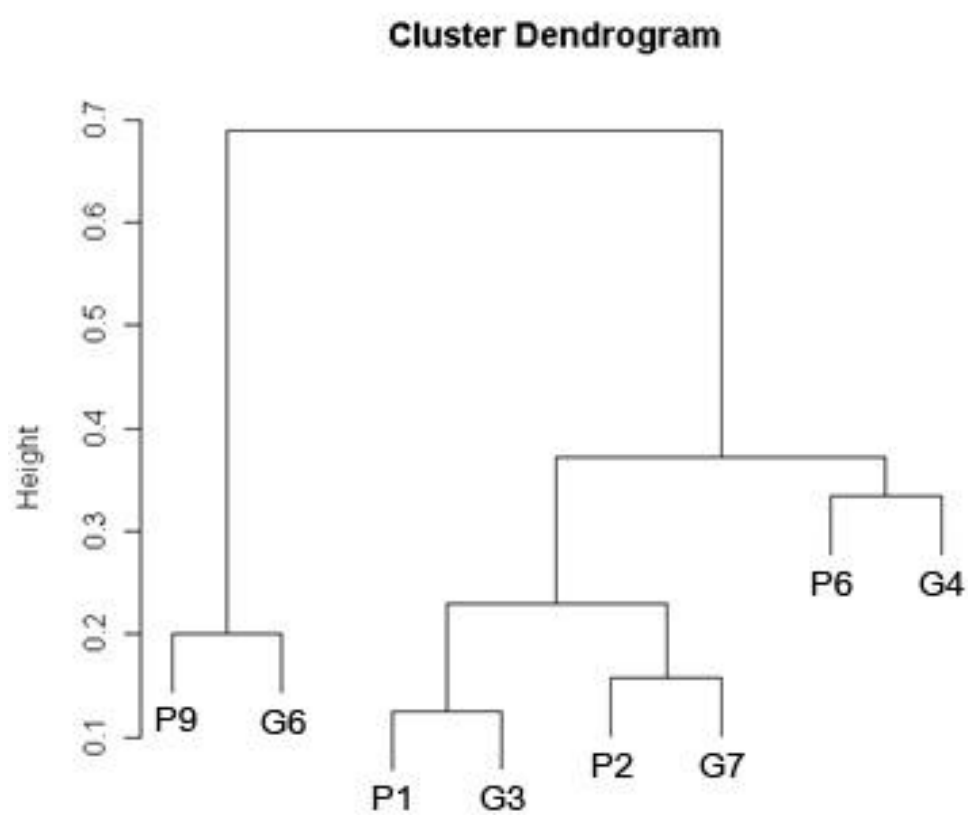


Figura 2: Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis da subfamília Polistinae,. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

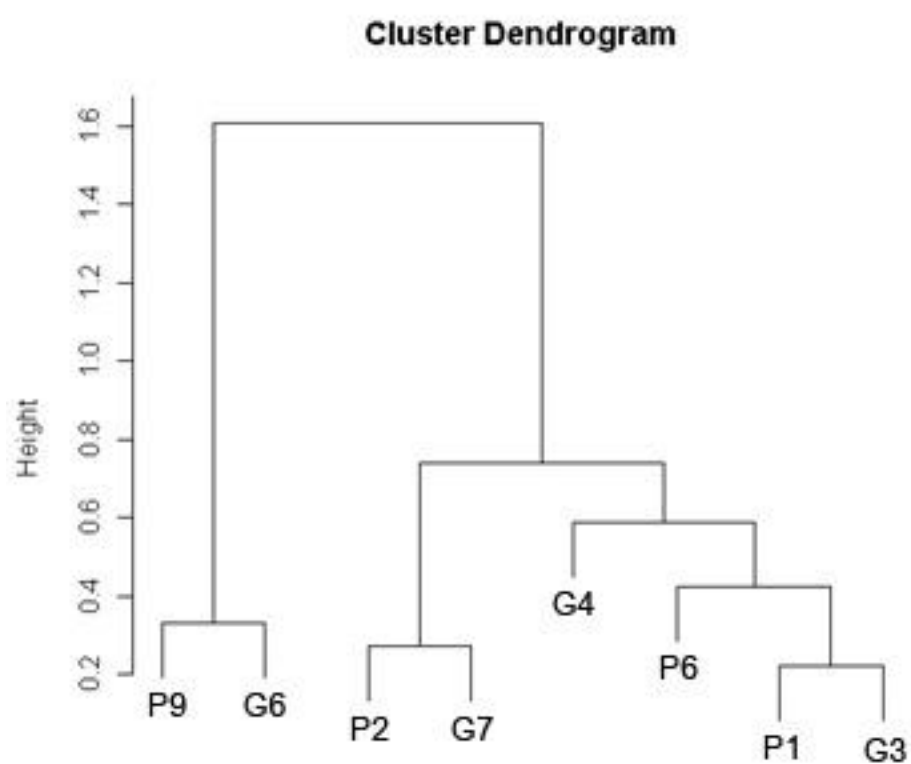


Figura 3: Dendrograma de similaridade de Jaccard da subfamília Polistinae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

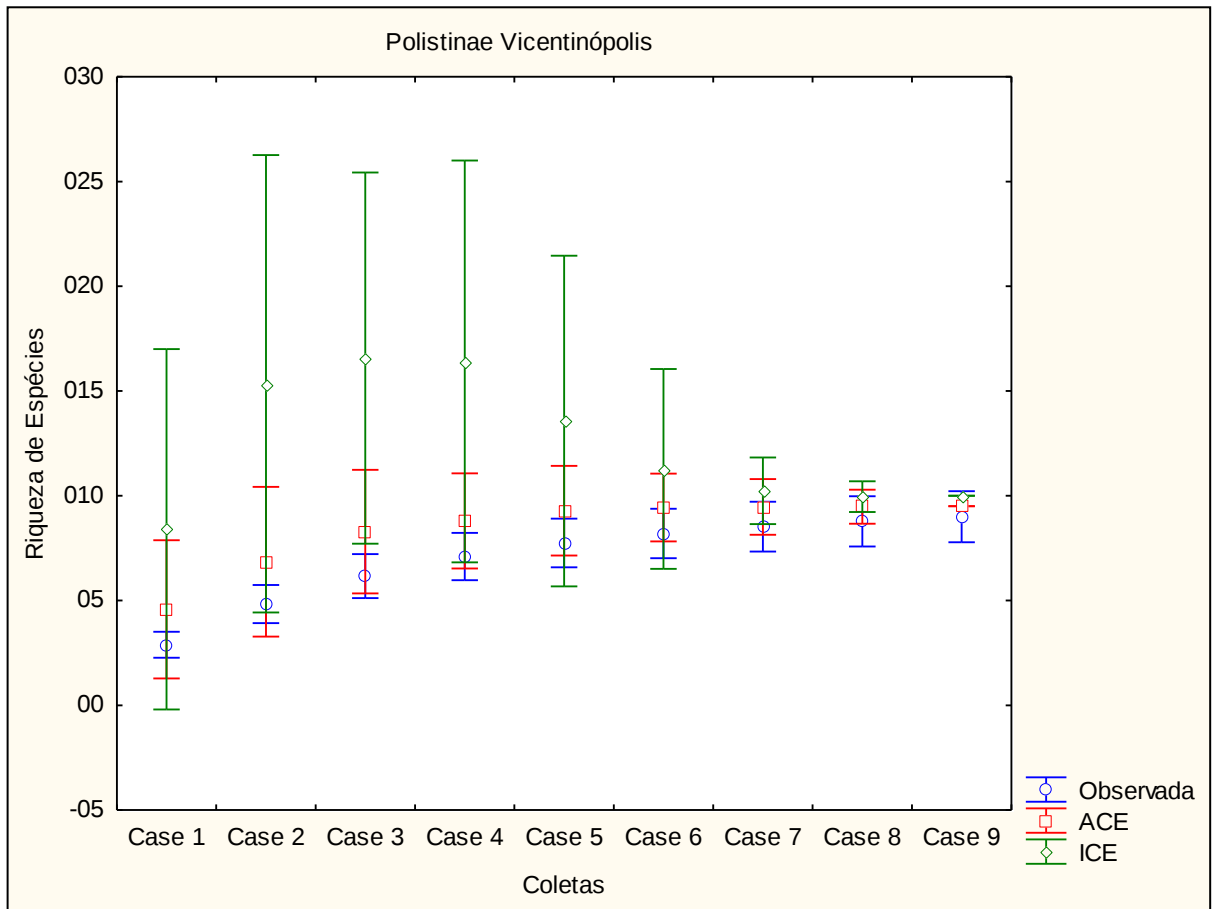


Figura 4: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Vicentinópolis (P1).

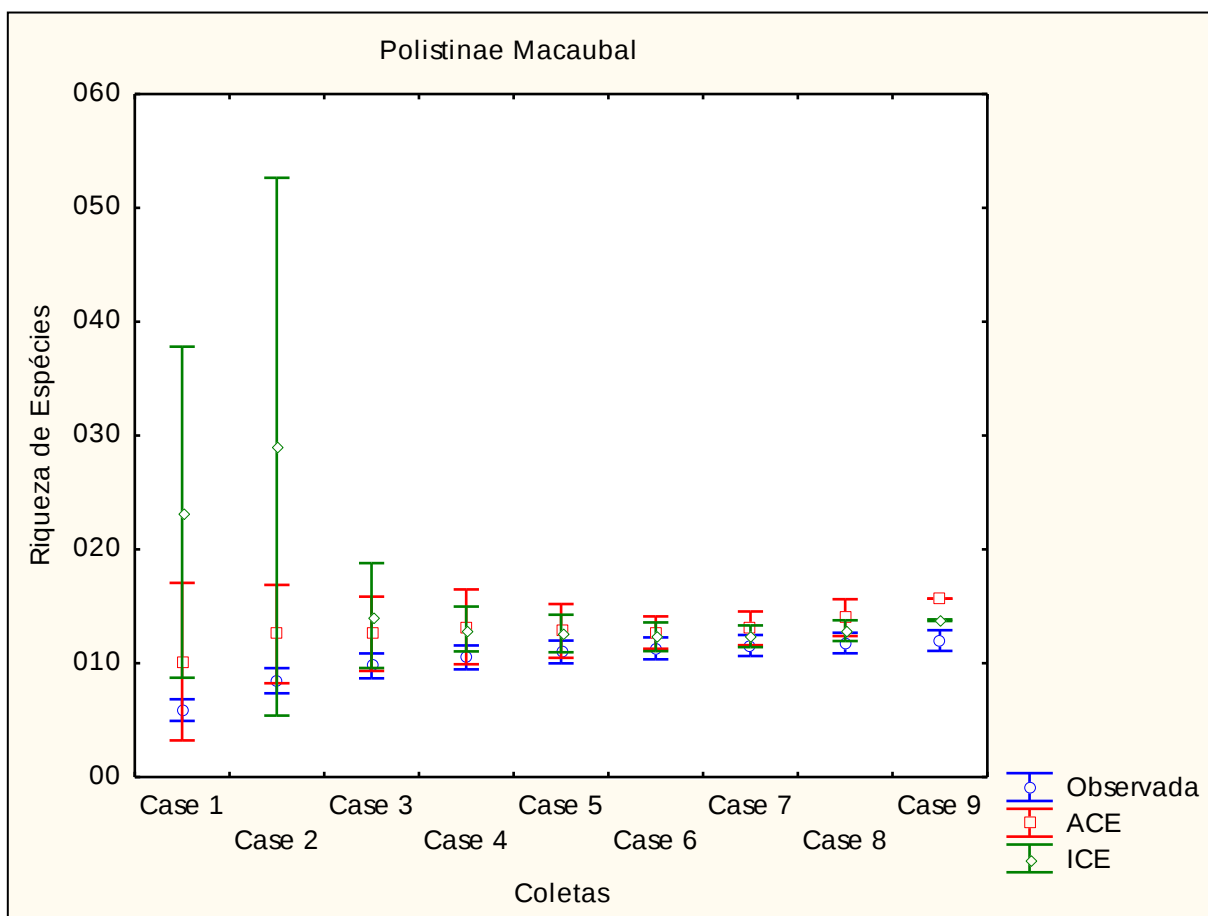


Figura 5: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Macaubal (P2).

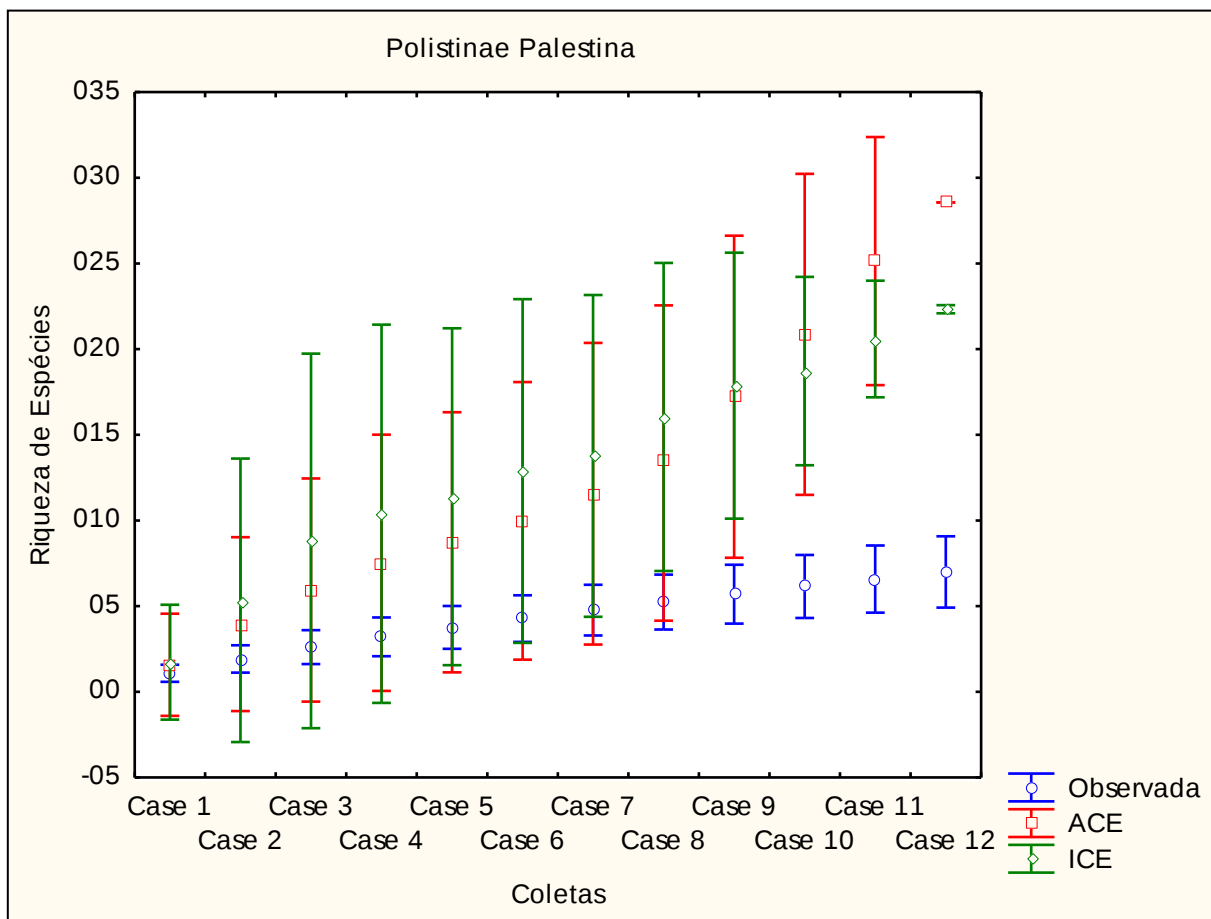


Figura 6: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Palestina (P6).

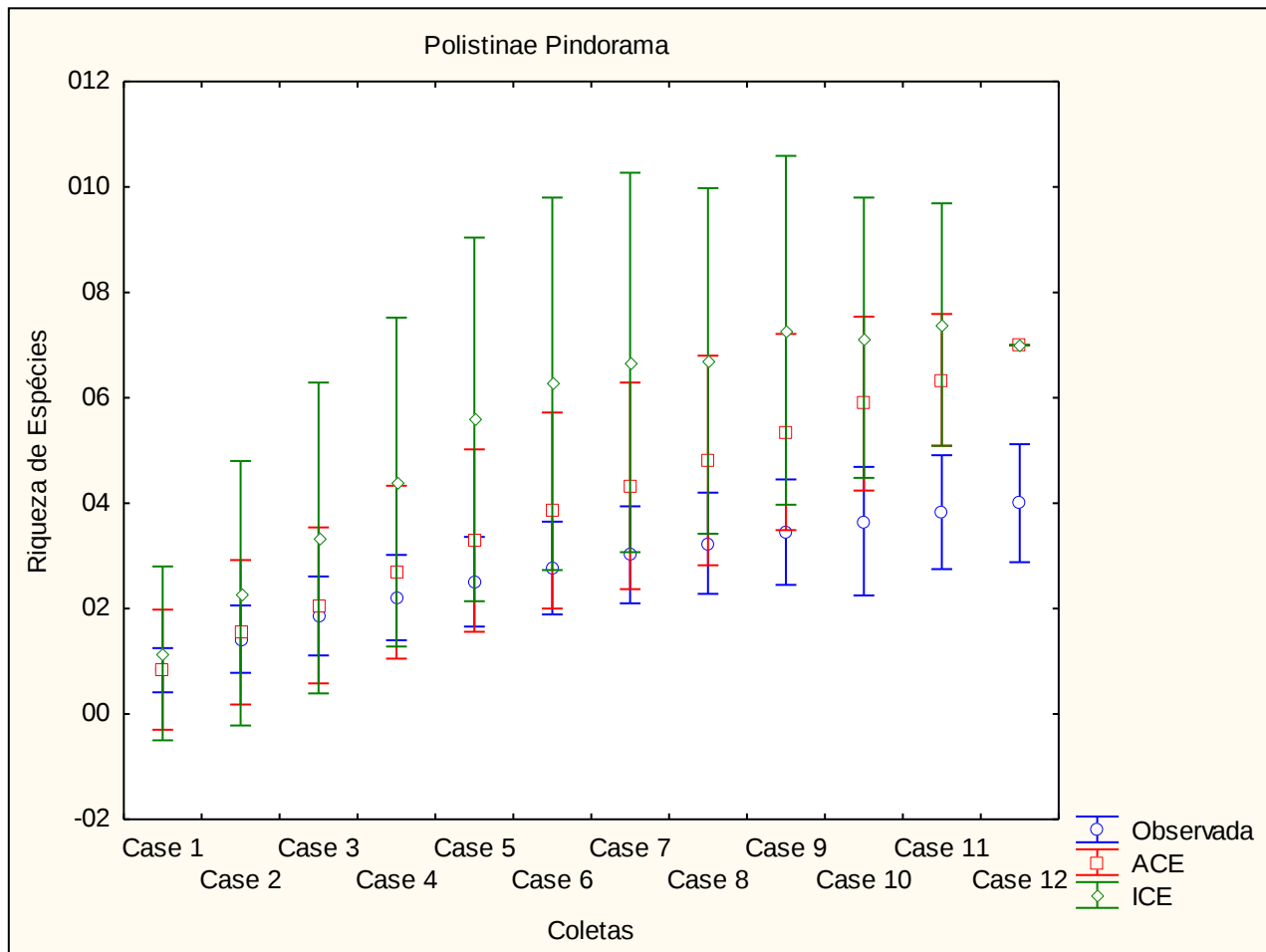


Figura 7: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Pindorama (P9).

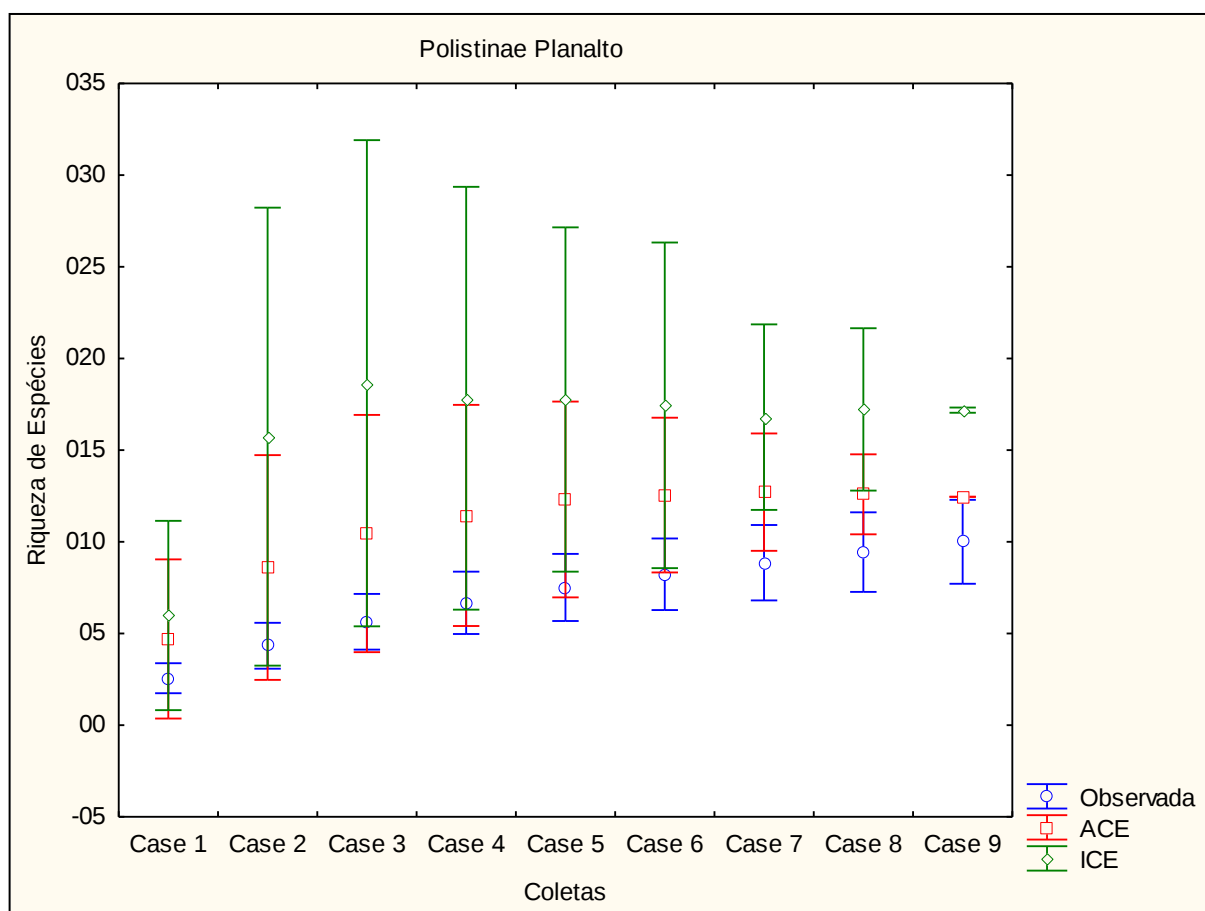


Figura 8: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Planalto (G3).

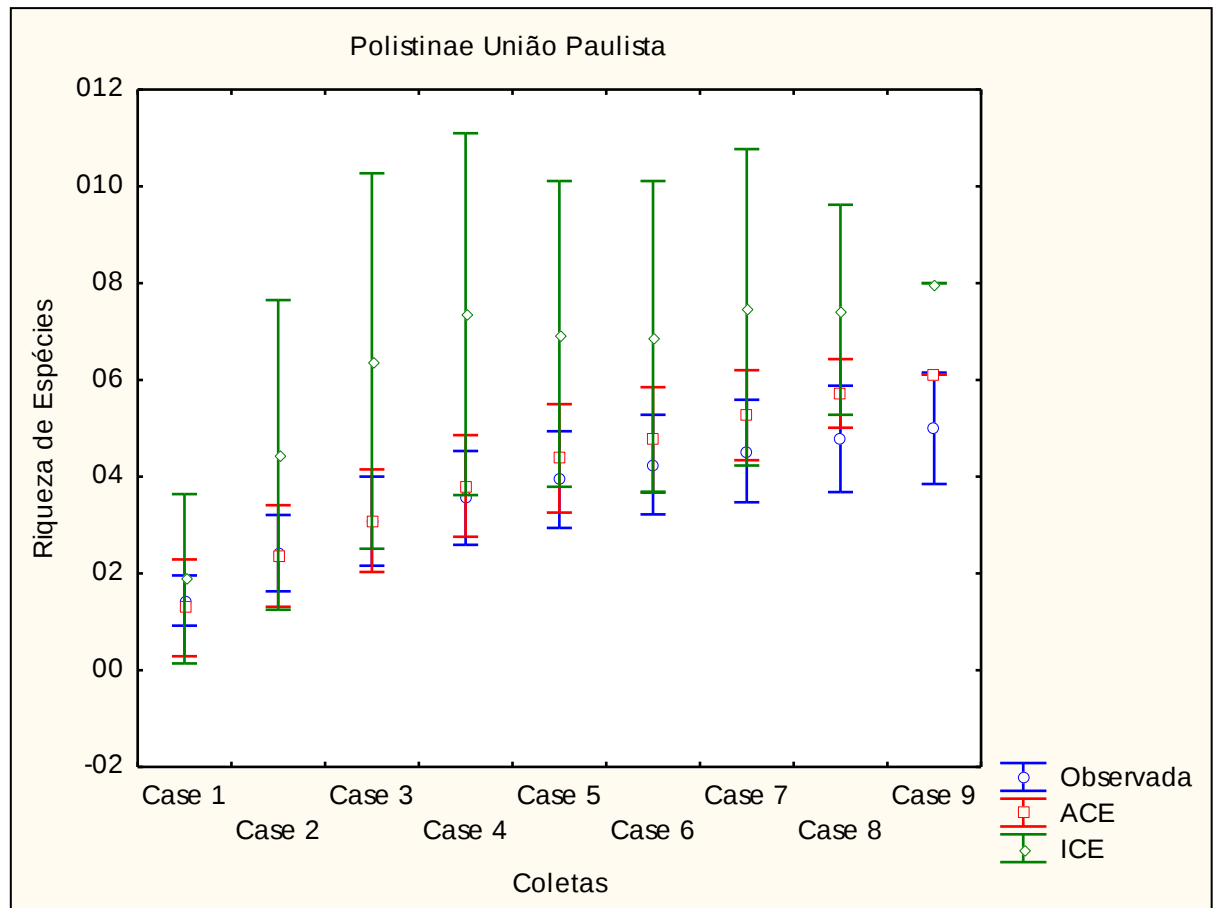


Figura 9: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de União Paulista (G4).

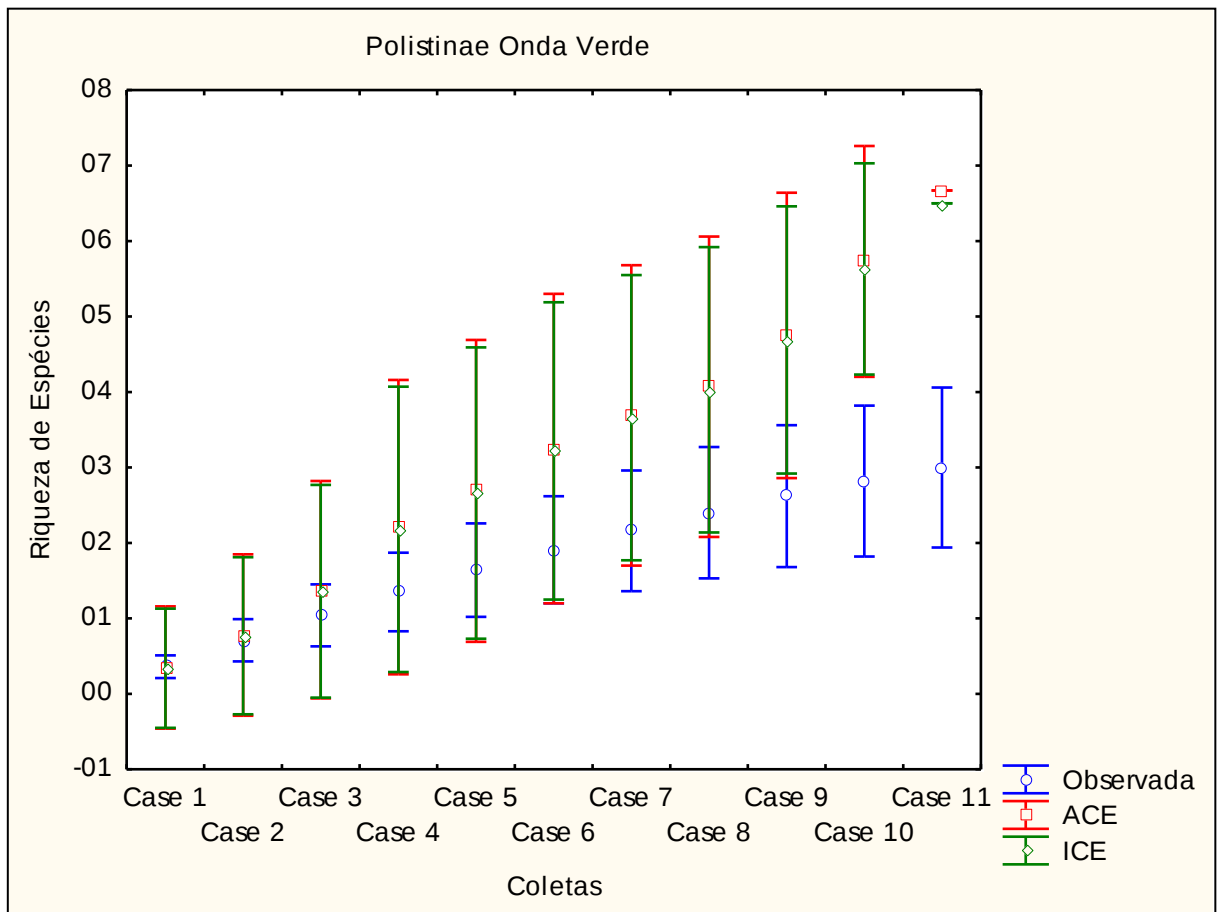


Figura 10: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Onda Verde (G6).

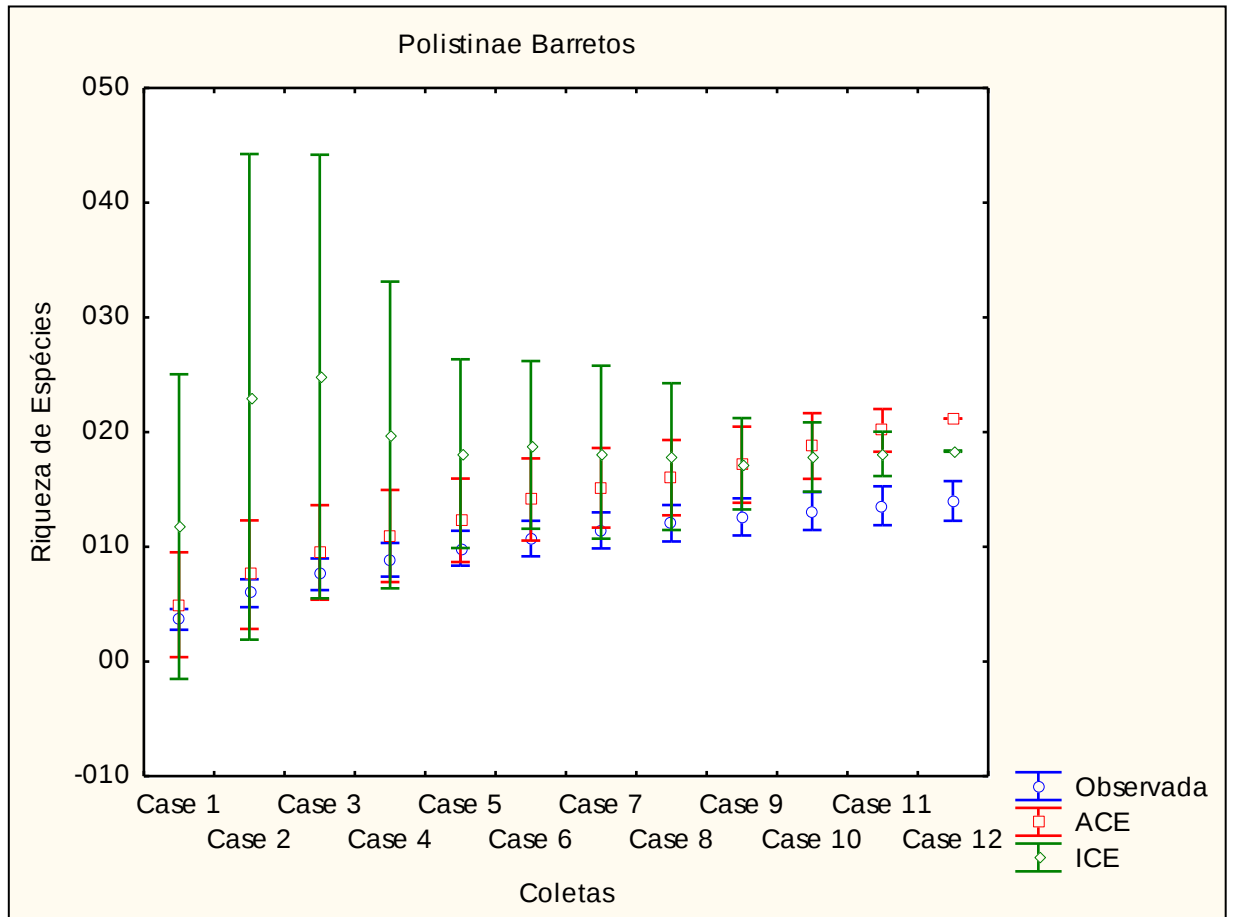


Figura 11: Riqueza de espécies de Polistinae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Barretos (G7).

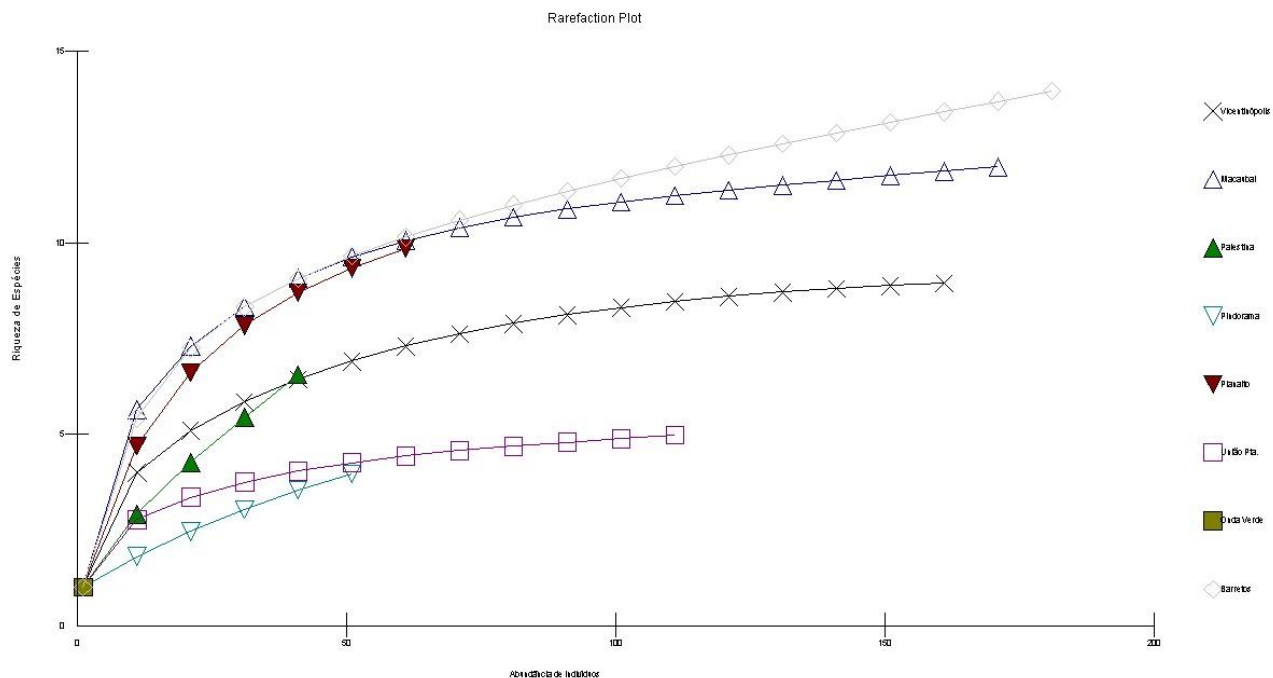


Figura 12: Curva de rarefação modelo de Hulbert para os Polistinae coletados nas oito áreas.

Capítulo 3

Diversidade, riqueza e estrutura das guildas funcionais de Formicidae
em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do
Estado de São Paulo: uma análise preliminar

Resumo

As formigas (Formicidae) constituem o grupo de insetos sociais mais amplamente distribuído e mais abundante, e conhecimento sobre o grupo tem grande potencial de embasar ou ser empregado como modelo em estudos de biodiversidade, pois são boas candidatas a bioindicadores em ambientes terrestres, são localmente abundantes, funcionalmente importantes em todos os níveis tróficos, facilmente amostrados, são suscetíveis a mudanças climáticas e também permitem uma classificação em grupos funcionais devido a sua diversidade, de modo que podem correlacionar-se com a de outros componentes bióticos da área estudada. Neste trabalho foi realizado um levantamento de formigas, capturadas com o uso de armadilhas Malaise, sendo duas em cada localidade. O período de amostragem das áreas foi de maio de 2007 a agosto de 2009. Foi feito, ainda, um agrupamento das espécies em guildas tróficas. Foram registrados 6016 indivíduos, pertencentes a nove subfamílias, 26 gêneros e 99 espécies. A subfamília melhor representada foi Myrmicinae, os gêneros mais representativos foram *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Cephalotes*, e *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* e *Cephalotes clypeatus* foram as espécies mais significativas. Pindorama foi a área mais diversa e também de maior equitabilidade, e Onda Verde foi a área que apresentou mais espécies dominantes. No que diz respeito à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Vicentinópolis e Macaubal são as áreas mais similares entre si, o coeficiente de Bray-Curtis indicou-nos que Planalto e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si e o coeficiente de Jaccard mostrou-nos os mesmos resultados obtidos pelo coeficiente de Bray-Curtis. As curvas dos estimadores de riqueza dos índices ACE e ICE mostraram que somente em União Paulista as curvas se estabilizaram, indicando que nesta área as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que Planalto é a área com maior

riqueza de espécies. Foram descritos 13 grupos funcionais para as formigas, desde predadoras de solo e vegetação, até onívoras, oportunistas e especialistas.

Abstract

Ants belong to the most widely spread and abundant group of social insects, and the knowledge about the group has a great potential to support or be employed as a model in biodiversity studies, once they are good candidates to bioindicators in terrestrial environments, are abundant where they are placed, functionally important in all trophic levels, easily surveyed, sensitive to climatic changes and also permit a classification in functional groups because of its diversity, in such way they can correlate with the diversity of others biotic components of the studied area. In this work an ant survey was made with Malaise traps, two in each locality. The sampling period was from May 2007 to August 2009. It was made, yet, an assembly of the species in trophic groups. There were recorded 6016 specimens, belonging to nine subfamilies, 26 genera and 99 species. The best represented subfamily was Myrmicinae, *Camponotus*, *Pseudomyrmex* and *Cephalotes* were the most significative genera, and *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* and *Cephalotes clypeatus* were the most representative species. Pindorama was the most diverse area, and also with the highest equitability, and Onda Verde was the area with more dominant species. Concerning the similarity between the areas, the Morisita-Horn coefficient showed that Vicentinópolis and Macaubal are the most similar areas, the Bray-Curtis coefficient showed that Planalto and União Paulista have the highest similarity, and by the Jaccard coefficient it's possible to observe the same results as those obtained by the Bray-Curtis coefficient. The richness estimators curves (ACE and ICE) showed that just in União Paulista the collects were sufficient. The Hulbert rarefaction curve showed that Planalto has the highest species richness. There were described 13 functional groups to the ants, from soil and vegetation predators to omnivorous, opportunists and specialists.

1. *Introdução*

As formigas (Formicidae) constituem o grupo de insetos sociais mais amplamente distribuído e mais abundante. Possuem maior número de gêneros e espécies conhecidos do que todos os grupos eusociais juntos (Wilson, 1971). A notável estrutura social, em combinação com a elaborada arquitetura dos ninhos, promove uma eficiente ciclagem de nutrientes, essencial ao equilíbrio das florestas, aumentando a riqueza do solo (Carrol & Risch, 1990; Haines, 1993).

O conhecimento sobre Formicidae tem grande potencial de embasar ou ser empregado como modelo em estudos de biodiversidade, devido a sua importância na dinâmica ecológica do ambiente, dominância numérica, alta diversidade, facilidade de coleta, base razoável em conhecimento taxonômico e sensibilidade a mudanças ambientais (Longino & Colwell, 1997; Alonso & Agosti, 2000).

Tais organismos apresentam grande sucesso na colonização de ambientes urbanos, sucesso este relacionado aos hábitos alimentares e à exploração de pequenos espaços para nidificação (Fowler & Bueno, 1998; Kamura et al., 2007). Tal sucesso se dá de tal forma que acabam causando problemas sérios em residências, hospitais, fábricas de alimentos, entre outros (Fowler & Bueno, 1998). Podem transportar agentes patógenos, disseminando-os nos hospitais (Bueno & Campos-Farinha, 1999; Lise et al., 2006). As altas taxas de reprodução e poliginia associadas à variabilidade de espécies, bem como a formação de populações unicloniais contribui para dificultar seu controle (Bueno & Campos-Farinha, 1999).

Dentre os insetos sociais, as formigas representam importante grupo para estudos sobre o impacto da urbanização na estrutura e funcionamento de suas comunidades (López-Moreno et al., 2003). São boas candidatas a bioindicadores em ambientes terrestres, pois apresentam ampla distribuição geográfica, são localmente abundantes, funcionalmente importantes em todos os níveis tróficos, facilmente amostrados, são suscetíveis a mudanças climáticas e

também permitem uma classificação em grupos funcionais devido a sua diversidade, de modo que podem correlacionar-se com a de outros componentes bióticos da área estudada (Majer, 1983; Andersen, 1992; Vanderwoude et al. 1997; Alonso, 2000).

O impacto das populações de formigas nos ambientes terrestres é relativamente grande, pois atuam como predadoras de artrópodes e pequenos invertebrados, herbívoras desfoliadoras, coletoras de pólen e néctar e competem com mamíferos na coleta de sementes (Davidson et al., 1980). A estrutura das comunidades existentes em determinado habitat pode estar relacionada com a produtividade primária bruta de biomassa, e seus mecanismos podem ser estudados através de fluxo de energia, constituição das redes alimentares e diversidade de espécies (May, 1973). Por outro lado, é possível investigar quais fatores dentro de um ecossistema regulam a presença ou ausência de determinadas espécies (Diamond, 1975).

Sugere-se que haja uma relação positiva entre a riqueza de formigas e a complexidade estrutural dos ambientes, já que habitats mais heterogêneos disponibilizam maior variedade de sítios para nidificação, alimento, microclimas e interações interespecíficas – predação, competição, mutualismo – para o estabelecimento de tais organismos (Leal, 2002; Marinho et al., 2002; Hölldobler & Wilson, 1990; Reyes-Lopez et al., 2003).

A maioria das formigas é onívora, mas também há extrema especialização alimentar: espécies do gênero *Leptogenys*, por exemplo, predam somente isópodes, *Discothyrea* e *Proceratium* alimentam-se somente de ovos de artrópodes (Wilson, 1971; Kamura et al., 2007). A maior parte dos grupos de formigas exibe um grau de escolha da presa altamente variável, e uns poucos grupos alimentam-se principalmente de sementes. Outros, ainda, alimentam-se somente de “honeydew” que homópteros secretam (Wilson, 1971).

Formigas podem ser utilizadas com eficiência como indicadores das condições de preservação, degradação ou de recuperação ambiental, pois possuem grande riqueza de espécies, tanto global quanto local, são facilmente amostradas e respondem rapidamente a mudanças ambientais (Silva & Brandão, 1999; Alonso, 2000).

2. *Objetivos*

O objetivo geral deste projeto é inventariar a fauna de formigas de oito remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual da região Noroeste do Estado de São Paulo. Como objetivos específicos, pode-se destacar:

- Comparar as áreas no que diz respeito à riqueza e abundância de Formicidae.
- Identificar as possíveis influências do tamanho dos fragmentos em relação à riqueza e abundância encontradas.

3. *Áreas de Estudo*

O presente trabalho é parte do projeto temático “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no Noroeste Paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (Programa Biota-Fapesp, processo no. 04/04820-3). As coletas foram realizadas em oito dos fragmentos florestais do projeto temático, localizados nas cidades de Planalto (G3), sob as coordenadas 21° 00' 05" S, 49° 58' 26" W, União Paulista (G4), sob as coordenadas 20° 55' 16" S, 49° 55' 34" W, Nova Granada (G6), sob as coordenadas 20° 32' 37" S, 49° 14' 47" W, Barretos (G7), sob as coordenadas 20° 29' 05" S, 48° 49' 21" W, Vicentinópolis (P1), sob as coordenadas 20° 55' 34" S, 50° 20' 55" W, Macaubal (P2), sob as coordenadas 20° 44' 34" S, 49° 55' 45" W, Palestina (P6), sob as coordenadas 20° 19' 16" S, 49° 30' 17" W e Pindorama (P9), sob as coordenadas 21° 13' 12" S, 48° 55' 04" W. Os fragmentos foram convenientemente classificados como grandes (G) e pequenos (P). Características físicas e da vegetação dos fragmentos podem ser observadas nas Tabelas I e II. CU – Campo Úmido, FESP – Floresta Estacional Semidecidual em estágio Pioneiro, FESI - Floresta Estacional Semidecidual em

estágio Inicial de regeneração, FESM - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Médio de regeneração, FESA - Floresta Estacional Semidecidual em estágio Avançado de regeneração.

A topografia da região é regular com altitude variando de 280 a 600 m e predomínio de relevo uniforme e monótono. O tipo climático da região (segundo classificação de Köppen) é o Cwa-Aw, considerado como tropical quente e úmido, com chuvas de verão e estiagem de inverno. Assim, duas estações distintas podem ser caracterizadas: uma chuvosa, com 85% da precipitação total anual (outubro a março) e outra seca, com apenas 15% da precipitação total anual (abril a setembro). Os totais anuais de precipitação variam de 1.100 ± 225 mm a 1.250 ± 225 mm (Barcha & Arid 1971).

4. *Materiais e Métodos*

Os insetos foram capturados com o uso de armadilhas Malaise (Silveira, 2002), distribuídas em duas por cada área. Os reservatórios continham aproximadamente um litro de solução contendo álcool 70% e detergente e são trocados uma vez por mês. O período de amostragem das áreas P1, P2, G3 e G4 começou em maio de 2007 e terminou em abril de 2008, das áreas P6, P9, G6 e G7 começou em maio de 2008 e terminou em agosto de 2009. A triagem do material foi feita conforme as coletas foram sendo realizadas.

Vale ressaltar que a metodologia em questão não é totalmente suficiente para a amostragem do grupo de estudo. Há metodologias mais específicas para o referido grupo. Entretanto, o intuito do presente trabalho é muito mais estabelecer uma análise comparativa entre as áreas de estudo em questão, utilizando-se uma metodologia padronizada, do que inventariar detalhadamente tais grupos.

5. *Tratamento dos Dados*

As seguintes análises estatísticas foram utilizadas: análise da diversidade através do índice de Shannon-Wiener (H'), que considera a proporção de indivíduos (biomassa) em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies (Begon, Townsend, Harper, 2007); índice de dominância de Berger-Parker, que baseia-se na importância proporcional das espécies mais abundantes e o índice de equitabilidade de Pielou, que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Para avaliar a similaridade entre as áreas amostradas em termos de composição de espécies, também foram utilizados os coeficientes de Morisita-Horn, Bray-Curtis e Jaccard, onde o primeiro atribui mais peso às espécies raras, o segundo leva em consideração a abundância das espécies coletadas e o terceiro considera presença e ausência de espécies. Para tais análises foram utilizados os programas computacionais R, v. 2.10 e PAST, v. 1.37 (Hammer, et al., 2005).

Para estimar a riqueza de espécies, foram utilizados os índices ICE (Incidence Coverage Estimator) que possibilita o cálculo do fator de correção utilizando a incidência (frequência de ocorrência) de espécies raras e o ACE (Abundance Coverage Estimator) que analisa frequência de ocorrência de espécies com poucos indivíduos. Para tais análises, foi utilizado o software EstimateS versão 6.0b1 (Colwell, 2001). Além disso, foi construída uma curva de rarefação modelo Hulbert que utiliza a informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores (Magurran, 2004), permitindo comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

6. Resultados e Discussão

6.1. Espécies Coletadas

No total, foram registrados 6016 indivíduos, pertencentes a nove subfamílias, 26 gêneros e 99 espécies (Tabela III). A subfamília melhor representada foi Myrmicinae, com nove gêneros e 37 espécies. Segundo Hanson & Gauld (2006), dentre a família Formicidae, Myrmicinae é a maior subfamília, com mais de 4000 espécies descritas, compreendendo 140 gêneros e 24 tribos. Na região Neotropical, está representada por mais de 1000 espécies, compreendendo 58 gêneros e 16 tribos (Bolton, 2003). É abundante em todos os estratos de vegetação do neotrópico, mas predomina no solo e serrapilheira (Hanson & Gauld, 2006).

Com exceção de Onda Verde, todas as outras áreas tiveram o gênero *Camponotus* como o mais representativo. No fragmento localizado no município de Vicentinópolis (P1) registramos 643 indivíduos, pertencentes a seis subfamílias, 17 gêneros, totalizando 31 espécies, sendo *Pseudomyrmex simplex* a mais significativa. Em Macaubal (P2) registramos 985 indivíduos, pertencentes a sete subfamílias, 15 gêneros, totalizando 28 espécies, sendo *Cephalotes clypeatus* a mais representativa.

Em Palestina (P6) registramos 597 indivíduos, pertencentes a oito subfamílias, 15 gêneros, totalizando 42 espécies. Em Pindorama (P9) registramos 680 indivíduos, pertencentes a sete subfamílias, 17 gêneros, totalizando 50 espécies. Nestas duas áreas, a espécie mais representativa foi *Crematogaster quadriformis*.

Em Planalto (G3) registramos 1022 indivíduos, pertencentes a sete subfamílias, 16 gêneros, totalizando 35 espécies. Em União Paulista (G4) registramos 791 indivíduos, pertencentes a oito subfamílias, 17 gêneros, totalizando 30 espécies. Nestas duas áreas, a espécie mais representativa foi *Pheidole bergi*.

Em Onda Verde (G6) registramos 379 indivíduos, pertencentes a sete subfamílias, 16 gêneros, totalizando 29 espécies, com o gênero *Pseudomyrmex* e a espécie *Wasmannia*

auropunctata como os mais significativos. Em Barretos (G7) registramos 919 indivíduos, pertencentes a oito subfamílias, 13 gêneros, totalizando 38 espécies, sendo que a mais significativa foi *Camponotus atriceps*.

Pela Tabela III, observamos que *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Cephalotes* foram os gêneros mais representativos, com 28, 13 e 12 espécies, respectivamente. O gênero *Camponotus* é cosmopolita, dos que mais prevalecem no mundo, compete com o gênero *Pheidole* em número de espécies e extensão geográfica (Wilson, 1976a; Cuezso, 1998). Os indivíduos deste gênero são polimórficos, de coloração e hábitos variados, constroem ninhos de difícil localização, de repêrência em árvores ou troncos (Bueno & Campos-Farinha, 1999).

O gênero *Pseudomyrmex* pode ser considerado componente importante das comunidades de formigas Neotropicais (dentre a subfamília Pseudomyrmecinae, é o gênero mais comum e amplamente distribuído) e ocorre também em regiões Neárticas, onde há muito mais espécies (Bolton, 1994).

De acordo com Silvestre & Silva (2001), o gênero *Cephalotes* pertence a uma guilda com espécies coletoras de néctar e pólen em alguns casos e espécies onívoras em outros, suas espécies evitam interações agressivas com outras, muitas descem ao solo para forragear e algumas nidificam em troncos caídos, e acredita-se que a riqueza deste grupo em um local possa expressar a diversidade da vegetação.

No que diz respeito às espécies mais representativas observamos, na Tabela IV, que *Pheidole bergi* (15,9%), *Pseudomyrmex simplex* (11,65%) e *Cephalotes clypeatus* (11,23%) foram as mais representativas. A espécie *Pheidole bergi* é importante removedora de sementes no deserto de Monte, Argentina (Whitford et al. 1981).

6.2 *Análises Estatísticas*

Quanto à diversidade de Formicidae, observamos, na Tabela VII, que Pindorama (P9) é a área mais diversa, seguida por Palestina (P6) e Barretos (G7).

Pelo índice de equitabilidade observamos que também Pindorama (P9) apresentou melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, seguida de Palestina (P6), União Paulista (G4) e Barretos (G7).

Por fim, o índice de dominância de Berger-Parker mostra-nos que Onda Verde (G6) é a área que apresenta mais espécies dominantes, seguida por Macaubal (P2), Planalto (G3) e União Paulista (G4).

Quanto à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn (Figura 1) mostrou-nos que Vicentinópolis (P1) e Macaubal (P2) são as áreas mais similares entre si em relação à ocorrência de espécies raras, seguidas de Planalto (G3) e União Paulista (G4), Palestina (P6) e Pindorama (P9). Pode ser que a proximidade entre as áreas, bem como características da vegetação, estejam relacionadas à similaridade entre as mesmas.

Através do coeficiente de Bray-Curtis, observamos, na Figura 2, que Planalto (G3) e União Paulista (G4) são as áreas com maior similaridade entre si em relação à abundância de espécies coletadas, sendo que Vicentinópolis (P1) é similar a ambas e Macaubal (P2) é similar às três áreas. Em seguida estão Palestina (P6) e Pindorama (P9), Barretos (G7) é similar a ambas e Onda Verde (G6) às três. A similaridade entre Planalto e União Paulista pode ser explicada pela semelhança entre as características físicas e de vegetação das áreas, bem como pela proximidade entre as mesmas.

Em relação ao coeficiente de similaridade de Jaccard, que considera presença e ausência de espécies, observamos, na Figura 3, que também Planalto (G3) e União Paulista (G4) foram as áreas que apresentaram maior similaridade entre si, seguidas por Vicentinópolis (P1) e Macaubal (P2), Palestina (P6) e Pindorama (P9). A proximidade entre as áreas e as características da vegetação podem estar relacionadas à similaridade entre as mesmas.

Em relação à riqueza de espécies, as curvas representativas do ACE e ICE (Figuras 4 a 11) mostram que somente em União Paulista (G4) as curvas se estabilizaram, indicando que nestas áreas as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. É importante lembrar tais índices calculam uma estimativa da riqueza de espécies total do local. A curva representativa do ICE mostra-se bastante distante das outras duas devido às espécies consideradas raras, presentes em apenas uma ou duas coletas.

Ainda considerando a riqueza de espécies, a curva de rarefação de Hulbert (Figura 12) mostrou-nos que Planalto (G3) é a área com maior riqueza de espécies, seguida por Macaúbal (P2) e Barretos (G7). As curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que mais algumas coletas seriam necessárias para confirmar que todas as espécies foram coletadas. Onda Verde (G6) é a área de menor riqueza, e pela curva observa-se que seriam necessárias muito mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies. É importante lembrar que a curva de rarefação de Hulbert utiliza a informação referente a todas as coletas realizadas para estimar a riqueza em amostras menores, o que permite que sejam feitas comparações entre amostras com diferentes densidades de indivíduos.

O fato de uma área pequena ser mais diversa do que uma área grande contradiz a afirmação de Wilcox & Murphy (1985) de que o tamanho da área é determinante fundamental na diversidade de espécies em sistemas fragmentados. Pindorama é uma área conectada a outros fragmentos (Figura 13), o que pode ser outra explicação a sua maior diversidade. Em paisagens fragmentadas pela ação humana, fatores como arranjo espacial (tipo, tamanho, quantidade e localização) dos remanescentes, dado pelas manchas de vegetação, corredores ecológicos e tipo de matriz, são fundamentais para a sobrevivência e expansão das comunidades naturais (Metzger, 2000; Godefroid & Koedam, 2003).

A proximidade entre fragmentos remanescentes, os elementos de conexão e a matriz determinam o grau de conectividade estrutural da paisagem e, conseqüentemente, a capacidade de dispersão de indivíduos entre os fragmentos (Metzger & Décamps, 1997).

A maior diversidade e maior equitabilidade numa área pequena (Pindorama) pode estar relacionada à possível não utilização de agentes químicos no combate de pragas, visto que a área de Pindorama localiza-se numa Estação Experimental, o que pode limitar o uso de defensivos agrícolas. Wolff et al. (2006) afirmam que a utilização de agrotóxicos produz um desequilíbrio no meio ambiente, que pode favorecer o surgimento de pragas. Quando um pesticida é aplicado, espécies não-praga se tornam praga quando seus inimigos e competidores são eliminados. Se um pesticida destrói os inimigos naturais, pragas em potencial podem tornar-se pragas reais – pragas secundárias (Begon, Townsend & Harper, 2007).

Áreas grandes e pequenas foram agrupadas nas análises de similaridade talvez porque o tamanho do fragmento não seja um fator crucial, que determina a abundância de espécies numa dada área. Fatores como condições físico-químicas, nível de recursos disponíveis, ciclo de vida dos organismos e influência de competidores, predadores, parasitos, etc. causam flutuações na abundância de uma espécie (Begon, Townsend, Harper, 2007).

6.3. Comparação com outros levantamentos de Formicidae realizados no Estado de São Paulo e outros Estados

Santina et al. (2007), em seu trabalho a respeito da comunidade de formigas em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas da cidade de São Paulo registraram, no Parque da Previdência, nove subfamílias, 32 gêneros e 62 espécies, sendo que a subfamília Myrmicinae e o gênero *Pheidole* foram os mais representativos. Na Reserva Florestal Armando Salles de Oliveira, foram registrados nove subfamílias, 23 gêneros e 46 espécies, sendo, também, a subfamília Myrmicinae e o gênero *Hypoponera* os mais representativos. Por fim, no Horto Oswaldo Cruz, os autores registraram sete subfamílias, 20 gêneros e 43 espécies, sendo, novamente, Myrmicinae a subfamília mais significativa, e o

gênero *Pheidole* o mais representativo. No presente trabalho, a subfamília Myrmicinae também foi a mais representativa (nove gêneros, 37 espécies) e o gênero *Hypoponera* não foi registrado.

Feitosa & Ribeiro (2005), analisando a mirmecofauna de serrapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira - São Paulo, registraram oito subfamílias, compreendendo 25 gêneros e 62 espécies. Assim como no presente estudo, Myrmicinae foi a subfamília mais significativa, com 15 gêneros e 39 espécies. Os gêneros *Hypoponera* e *Solenopsis* e as espécies *Gnamptogenys striatula* e *Pheidole* sp. 1 foram os mais representativos. No presente trabalho não houve registro do gênero *Hypoponera*, tampouco da espécie *G. striatula*, e o gênero *Solenopsis* não foi muito expressivo, dado que somente quatro espécies foram registradas e, dentre elas, somente *S. albidula* ocorreu em quase todas as áreas (Vicentinópolis, Macaubal, Palestina, Planalto e Onda Verde), as outras três ocorreram em baixíssimo número, em uma ou duas áreas (*Solenopsis clytemnestra* contou com apenas sete indivíduos registrados, sendo um em Palestina e seis em Pindorama; *Solenopsis* sp.1 foi registrada somente em Planalto, com apenas um indivíduo; e *Solenopsis* sp. 2 ocorreu somente em Onda Verde, também com apenas um indivíduo).

Em seu estudo sobre a diversidade de formigas da serrapilheira em eucaliptais e área de cerrado de Minas Gerais, Marinho et al. (2002) registraram seis subfamílias, 37 gêneros e 143 espécies, sendo Myrmicinae a subfamília mais representativa, com 23 gêneros e 83 espécies. Os gêneros mais representativos foram *Pheidole* (23 espécies) e *Camponotus* (15 espécies), e as espécies com maior representatividade foram *Solenopsis* sp. 1, *Brachymyrmex* sp. 1, *Pheidole fallax*, *Mycocepurus goeldii*, *Pheidole* sp. 2, *Sericomyrmex* sp. 1 e *Camponotus crassus*. No presente trabalho, o gênero *Camponotus* também foi dos mais significativos, apresentando 28 espécies (foi o melhor representado em praticamente todas as áreas), os gêneros *Mycocepurus* e *Sericomyrmex* não foram registrados, tampouco as espécies *Pheidole fallax*, *M. goeldii*, *S. sp.1* e *Camponotus crassus*.

Delabie et al. (2007), em seu estudo a respeito da contribuição de plantações de cacau para conservação de formigas nativas em Floresta Atlântica do Sul da Bahia registraram nove subfamílias, 49 gêneros e 192 espécies, sendo que a subfamília Myrmicinae, assim como no presente trabalho, foi a mais representativa, com 26 gêneros e 96 espécies; o gênero *Pheidole* foi o mais significativo, com 28 espécies e a espécie de maior representatividade foi *Wasmannia auropunctata*. Tal espécie também foi registrada no presente trabalho, com ocorrência em todas as áreas de coleta. Segundo Delabie (1988), esta espécie tem grande capacidade de adaptação e multiplicação, e Ulloa-Chacon & Cherix (1988) afirmam que *W. auropunctata* tem marcante capacidade de proliferação (as fêmeas põem por volta de 600 ovos em 3 meses, por colônia monogínica), além de, geralmente, dominar o meio onde se instala e, como consequência, influenciar a composição da fauna local (Young, 1983; Lubin, 1984).

Lutinski & Garcia (2005), em seu estudo sobre a análise faunística de Formicidae em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina, registraram seis subfamílias, 19 gêneros e 32 espécies, sendo Myrmicinae a subfamília mais representativa (10 espécies), *Camponotus* foi o gênero mais representativo, com sete espécies. Tal resultado corrobora com o resultado obtido no presente estudo, visto que neste, o gênero *Camponotus* também foi o mais representativo. Segundo Bueno & Campos-Farinha (1999), são descritas mais de 200 espécies para o gênero *Camponotus* na região neotropical, possuem hábitos e coloração variados e constroem ninhos de difícil localização. Por fim, os autores registraram a espécie *Labidus* sp. como a mais representativa. Tal espécie não foi registrada no presente trabalho.

Avaliando o efeito de fatores ambientais sobre mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ, Vargas et al. (2007) registraram oito subfamílias, 36 gêneros e 92 espécies. Myrmicinae foi a subfamília mais representativa, com 50 espécies. O gênero mais significativo foi *Pheidole* e a espécie de maior representatividade foi *Pheidole* sp.1. No presente estudo, Myrmicinae também foi a subfamília melhor representada, com 37 espécies, e o gênero *Pheidole*, que apresentou 10 espécies, não está entre os mais significativos.

Através da Tabela VI, podemos observar que existe grande diferença na riqueza de espécies registradas em algumas áreas do presente estudo (Vicentinópolis, União Paulista, Onda Verde, Macaubal) em comparação aos levantamentos aqui discutidos. Por outro lado, a área de Pindorama teve riqueza similar à registrada nos trabalhos de Santana et al. (2007) e Feitosa & Ribeiro (2005). As áreas de Pindorama, Palestina, Barretos e Planalto tiveram riqueza maior do que a registrada no trabalho de Lutinski & Garcia (2005), mesmo com a utilização, neste trabalho, de vários tipos de metodologias.

7. *Estrutura dos grupos funcionais das formigas da Região Noroeste do Estado de São Paulo*

Segundo Silvestre et al. (2003), a possibilidade de enquadrar os invertebrados em categorias funcionais faz com que Formicidae torne-se particularmente importante na avaliação do estado e condição do ambiente, especialmente devido a abundância relativamente alta e de sua grande capacidade de resposta às modificações na estrutura dos sistemas naturais.

Quando se descreve a composição dos grupos reconhecidos, tem-se em mãos uma ferramenta que possibilita a realização de comparações funcionais entre composições de espécies e ambientes diferentes, considerando as espécies por localidade e confrontando as estruturas dos grupos, o que revela diferenças na ecologia das comunidades observadas.

7.1. Descrição das guildas de Formigas do Noroeste de São Paulo, com base no trabalho de Silvestre et al. (2003)

- **Predadoras epigéicas grandes:** são as espécies da subfamília Ponerinae, predadoras, necrófagas, epigéicas. São de colônias pequenas e agressivas, e utilizam o aparelho de ferrão em interações agonísticas. São, na maioria, patrulheiras solitárias com ninhos subterrâneos, com algumas exceções de espécies que nidificam em troncos caídos (gênero *Acanthoponera*). Espécies dos gêneros *Pachycondyla*, *Ectatomma* e *Odontomachus* também pertencem ao grupo.
- **Pseudomyrmecinae ágeis:** espécies do gênero *Pseudomyrmex* compõem o grupo, patrulham grandes áreas ao redor do ninho solitariamente e são muito ágeis. Podem atuar como predadoras de solo ou visitantes de nectários extraflorais. São espécies de hábito diurno, orientam-se pela visão e evitam interações agressivas com outras espécies. A maioria das espécies nidifica em vegetação, com exceção de algumas que nidificam em troncos caídos, como *Pseudomyrmex termitarius*.
- **Nômades:** este grupo é composto, principalmente, por espécies da tribo Ecitonini, que fazem recrutamento do tipo legionário, são extremamente agressivas e invasoras de ninhos de Collembola, abelhas, vespas e formigas, causando, dessa forma, grande impacto na estrutura da fauna por onde passam. Algumas espécies de *Neivamyrmex* forrageiam em trilhas subterrâneas. A maioria das espécies nômades apresentam grande polimorfismo entre castas.
- **Cortadeiras:** são espécies polimórficas, de colônias grandes, com castas diferentes e que cultivam fungos a partir da coleta de folhas frescas. São mais abundantes em áreas abertas do Cerrado, onde há predominância de gramíneas.

Possuem atividade focal, recrutamento em massa. Espécies do gênero *Atta* se enquadram neste grupo. Um fator que colabora na disseminação do grupo é a diminuição de seus predadores naturais (aves, reptéis, anfíbios) devido ao desmatamento e abertura de áreas para plantação.

- **Onívoras de solo:** constroem ninhos subterrâneos, suas colônias são grandes, fazem recrutamento em massa, são agressivas em interações interespecíficas e generalistas na escolha de alimento. São inclusas neste grupo a maioria das espécies dos gêneros *Solenopsis* e *Pheidole*, algumas *Crematogaster* de solo e algumas espécies de *Camponotus*. Algumas espécies de *Pheidole* e *Solenopsis* já foram observadas em várias ocasiões carregando insetos mortos e são os principais visitantes de carcaças.
- **Oportunistas de solo e vegetação:** são espécies que constroem seus ninhos em locais diversificados, forrageiam em grandes áreas, tanto no solo como na vegetação, possuem grandes colônias e recrutamento massivo e evitam interações agressivas com outras espécies. Espécies dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus*, *Paratrechina* e *Brachymyrmex* fazem parte de tal grupo.
- **Camponotini patrulheiras generalistas:** fazem parte deste grupo espécies do gênero *Camponotus*. São formigas de tamanho médio a grande, onívoras, que nidificam preferencialmente em troncos podres. São patrulheiras e recrutam operárias massivamente quando encontram fonte de alimento abundante. A maioria das espécies mantém relações mutualísticas com membracídeos, como *Camponotus renggeri*. A amplitude deste grupo pode estar relacionada com a quantidade de troncos em estado de putrefação dentro do bosque, com a biomassa vegetal e com a densidade de homópteros presentes.
- **Arbóreas pequenas de recrutamento em massa:** fazem parte deste grupo espécies dos gêneros *Linepithema*, *Azteca*, *Wasmannia* e *Crematogaster*. Nidificam na vegetação, possuem atividade focal e realizam recrutamento em

massa. Utilizam químicos repelentes nas interações interespecíficas, dominam a fonte de alimento excluindo outras espécies e são onívoras. São territorialistas em relação a dominância dos recursos alimentares, ágeis e descem ao solo quando percebem fonte de alimento.

- **Especialistas de vegetação:** compõem este grupo espécies de tamanho minúsculo, com atividade especializada. Espécies do gênero *Myrmelachista*, por exemplo, possuem atividade exclusiva na vegetação. Tais espécies parecem ser, em particular, boas indicadoras de áreas que estão sendo recuperadas.
- **Cephalotini:** espécies desta tribo são coletoras de pólen, mas também onívoras. Nidificam quase que exclusivamente na vegetação, algumas nidificam em troncos caídos. São relativamente ágeis e evitam interações agressivas com outras espécies. Muitas espécies descem ao solo para forragear, e dependendo do recurso, o recrutamento vai de parcial a massivo. O tegumento fortemente esclerotizado oferece às espécies certa proteção nas interações agonísticas com outras espécies de formigas.
- **Dolichoderinae arbóreas grandes, coletoras de exudados:** são incluídas neste grupo espécies grandes dos gêneros *Dolichoderus* e *Procryptocerus*. Possuem o tegumento com espinhos, nidificam exclusivamente na vegetação, suas colônias são pouco populosas, realizam recrutamento parcial e possuem atividade focal.
- **Ponerinae predadoras especialistas:** são predadores, de tamanho pequeno, nidificam na serrapilheira, e sua diversidade está relacionada com a biomassa da mesma. São hipogéicas, pouco ágeis e suas colônias são pequenas. Espécies do gênero *Anochetus* são inclusas neste grupo.
- **Casos especiais:** algumas espécies permaneceram fora dos agrupamentos principais, que são: *Paraponera clavata* e *Ectatomma tuberculatum*, que nidificam na vegetação, visitam iscas e também coletam nectários extraflorais. Tais espécies poderiam até ser representantes de um novo grupo.

Um dos motivos que torna interessante um modelo de classificação da comunidade de formigas em grupos funcionais é a possibilidade de aumentar o conhecimento a respeito da dinâmica de determinado habitat. Espécies de uma comunidade de formigas ocupam diferentes níveis estruturais do habitat, e dessa forma compõem grupos funcionais distintos. Como exemplo pode-se citar a fauna de formigas que habita exclusivamente o dossel da vegetação, ou a fauna que habita a serrapilheira (Silvestre et al., 2003).

Segundo Brühl et al. (1998), aproximadamente 75% das espécies de uma comunidade estão associadas exclusivamente a um estrato, o que faz sua atividade de forrageio e nidificação adaptada à estrutura física do mesmo.

8. Conclusões

Foram registrados 6016 indivíduos, pertencentes a nove subfamílias, 26 gêneros e 99 espécies. A subfamília melhor representada foi Myrmicinae, com nove gêneros e 37 espécies. Os gêneros mais representativos foram *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Cephalotes*, e *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* e *Cephalotes clypeatus* foram as espécies mais representativas.

Pindorama foi a área mais diversa e também de maior equitabilidade, e Onda Verde foi a área que apresentou mais espécies dominantes. Em relação à similaridade entre as áreas, o coeficiente de Morisita-Horn mostrou-nos que Vicentinópolis e Macaubal são as áreas mais similares entre si em relação à ocorrência de espécies raras. Pelo coeficiente de Bray-Curtis, observamos que Planalto e União Paulista são as áreas com maior similaridade entre si em relação à abundância de espécies coletadas. Através do coeficiente de Jaccard, observamos os mesmos resultados obtidos com o coeficiente de Bray-Curtis.

As curvas dos estimadores de riqueza dos índices ACE e ICE mostraram que somente em União Paulista as curvas se estabilizaram, indicando que nesta área as coletas foram suficientes para estimar a riqueza de espécies encontradas. A curva representativa do ICE mostra-se bastante distante das outras duas devido às espécies consideradas raras, presentes em apenas uma ou duas coletas.

A curva de rarefação de Hulbert mostrou-nos que mostrou-nos que Planalto é a área com maior riqueza de espécies. As curvas das outras áreas tendem a um crescimento e estabilização, o que significa que mais algumas coletas seriam necessárias para confirmar que todas as espécies foram coletadas. Onda Verde foi a área de menor riqueza, e pela curva observa-se que seriam necessárias muito mais coletas para confirmar a riqueza total de espécies.

Foram descritos 13 grupos funcionais para as formigas, desde predadoras de solo e vegetação, até onívoras, oportunistas e especialistas.

9. Referências Bibliográficas

- ALONSO, L. E. Ants as indicators of diversity. *In*: Agosti, D., Majer, J., Alonso, L. E. & Schultz, T. (eds). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA, 2000, p. 80-88
- ALONSO, L. E., AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview. *In*: Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biological diversity**. Smithsonian Institution Press, Washington D. C. , USA, 2000, p. 1-8.
- ANDERSEN, A. N. Regulation of momentary diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities os Australia seasonal tropics. **American Naturalist**, v.140, n.3, p.401-420, 1992.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R., HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2007, 752p.
- BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1994, 222 p.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BRÜHL, C. A., GUNSALAM, G., LINSÉNMAIR, K. E. Stratification of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, n.14, p. 285-297, 1998.
- BUENO, O. C., CAMPOS-FARINHA, A. E. de C. As formigas domésticas, p.135-180. *In*: Mariconi, F. A. M. (Ed.), **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba, FEALQ, 1999, 460p.

- CARROL, C. R., RISCH, S. 1990. An evaluation of ants as possible candidates for biological control in tropical annual agroecosystems. p. 30-46, *In*: Gliessman, S. R. (ed.), **Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture**. Berlin, Springer-Verlag, 380p.
- COLWELL, R. K. 2001. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. User's guide and application.
- CUEZZO, F. Formicidae, p. 452 - 462. *In*: J. J. Morrone & S. Coscarón. **Biodiversidad de Artropodos Argentinos**. La Plata, Ediciones SUR, 1998, 599 p.
- DAVIDSON, D. W., BROWN, J. H., INOUE, R. S. Competition and the structure of granivore communities. **Bioscience**, n. 30, p. 233-238, 1980.
- DELABIE, J. H. C. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma**, v. 18, n. 1, p. 29-37, 1988.
- DELABIE, J. H. C., JAHYNY, B., NASCIMENTO, I. C., MARIANO, C. S. F., LACAU, S., CAMPIOLO, S., PHILPOTT, S. M., LEPOUCE, M. 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. **Biodivers. Conserv.**, n. 16, p. 2359-2384, 2007.
- DIAMOND, J. M. Assembly of Species Communities. *In*: CODY, M. L., DIAMOND, J. M., (eds). **Ecology and Evolution of Communities**. Cambridge, Mass, Belknap Press, 1975.
- FEITOSA, R. S. M., RIBEIRO, A. S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serrapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 51-71, 2005.
- FOWLER, H. G., BUENO, O. C. O avanço das formigas urbanas. **Ciência Hoje**, n.23, 73-80, 1998.

- GODEFROID, S. & KOEDAM, N. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? **Global Ecology & Biogeography**, n. 12, p. 287-298, 2003.
- HAINES, B. Leaf-cutting ants bleed mineral elements out of rainforest in southern Venezuela. **Tropical Ecology**, v. 24, p. 86-93, 1993.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Past: paleontological statistics software package for education and data analysis**. Versão 1.37. Palaeontologica Electronica. v. 4 p.1-9, 2005.
- HANSON, P. E., GAULD, I. D. Hymenoptera de la región neotropical. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 77, 2006, 994 p.
- HÖLLDOBLER, B., WILSON, E. O. **The ants**. Harvard University Press, Cambridge, 732p, 1990.
- KAMURA, C. M., MORINI, M. S. C., FIGUEIREDO, C. J., BUENO, O. C., CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 4, p. 635-641, 2007.
- LEAL, I. R. Diversidade de formigas no estado de Pernambuco, p. 483-492. *In*: Silva, J.M. & Tabarelli, M. (eds.), **Atlas da biodiversidade de Pernambuco**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 722p, 2002.
- LISE, F., GARCIA, F. R. M., LUTINSKI, J. A. Association of ants (Hymenoptera: Formicidae) with bacteria in hospitals in the State of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p.523-526, 2006.
- LONGINO J. T., COLWELL, R. K. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. **Ecological Applications**, v. 7, n. 4, p.1263-1277, 1997.
- LÓPEZ-MORENO, I. R.; DIAZ-BETANCOURT, M. E.; LANDA, T. S. Insectos sociales em ambientes antropizados: las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. **Sociobiology**, n. 42, p.605-622, 2003.

- LUBIN, Y. D. Changes in the native fauna of the Galápagos Island following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 21, n. 1-2, p. 229-242, 1984.
- LUTINSKI, J. A., GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrtia) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.
- MAGURRAN, A. E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science, Oxford. vii + 256 pp.
- MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.
- MAY, R. M. **Stability and Complexity in Model Ecosystems**. Princeton, Princeton University Press, 1973.
- MARINHO, C. G. S., ZANETTI, R., DELABIE, J. H. C., SCHLINDWEIN, M. N., RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado em Minas Gerais. **Neotrop. Entomol.**, n. 31, p. 187-195, 2002.
- METZGER, J.P. & DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: a hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Ecologica**, n.18, p.1-12, 1997.
- METZGER, J.P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-116, 2000.
- REYES-LOPEZ, J., RUIZ, N., FERNÁNDES-HAEGER, J. Community structure of ground-ants: The role of single trees in a Mediterranean pastureland. **A. Oecology**, n. 24, p. 195-202, 2003.
- SANTINA, M. C. M., MUNHAE, C. B., LEUNG, R., CANDIANI, D. F. VOLTOLINI, J. C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. **Iheringia**, v. 97, n. 3, p. 246-252, 2007.

- SILVA, R. R. da, BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadoras da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, n. 12, p. 55–73, 1999.
- SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luis Antônio – SP – sugestões para aplicação de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, v.14, n.1, p.37-69, 2001.
- SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F., SILVA, R. R. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. 2003. p. 113-148. *In*: Fernández, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Colombia, 419 p.
- ULLOA-CHACON, P.; CHERIX, D. Quelques aspects de la biologie de *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, n. 4, p. 177-184, 1988.
- VANDERWOUDE, C.; ANDERSEN, A. N.; HOUSE, A. P. N. Ant communities as bio-indicators in relation to fire management of spotted gum (*Eucalyptus maculate* Hook.) forests in south-east Queensland. **Memoirs of the Museum of Victoria**, v. 56, n.2, p. 671-675, 1997.
- VARGAS, A. B., MAYHÉ-NUNES, A. J., QUEIROZ, J. M., SOUZA, G. O., RAMOS, E. F. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, p. 28-37, 2007.
- WILCOX, B. A., MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **The American Naturalist**. v. 125, p. 879-887, 1985.
- WILSON, E. O. 1971. **The Insect Societies**. Belknap Press, Harvard, 548 p.
- WILSON, E. O. Behavioral discretization and the number of castes in an ant species. **Behav. Ecol. Sociobiol.** V. 1, p. 141-154, 1976a.
- WHITFORD W.G., DEPREE D.J., HAMILTON P. and ETTERSHANK G. Foraging ecology of seed-harvesting ants, *Pheidole* spp. in a Chihuahuan desert ecosystem. **Am. Midl. Nat.**, n.105, p. 159–167, 1981.

- WOLFF, V. R. S., SILVA, D. C., MEZZOMO, J. B., PULZ, C. E., SILVA, L. N., BERTOLDO, N. G., CAETANO, W. A diversidade de insetos num pomar cítrico com manejo ecológico. **Rev. Bras. de Agroecologia**, vol. 1, n. 1, p.129-132, 2006.
- YOUNG, A. M. Patterns of distribution and abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) in three Costa Rican cocoa farm localities. **Sociobiology**, v. 8, n. 1, p. 51-76, 1983.

Tabelas e Figuras

Capítulo 3

Tabela I: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P1 - Vicentinópolis, P2 - Macauba, G3 - Planalto e G4 – União Paulista, referentes a 2007/2008.

	P1	P2	G3	G4
Área	128,2 ha	66,8 ha	207,5 ha	230,4 há
Perímetro	6.098 ha	4.337,9 ha	6.372,4 ha	7.213,2 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	20,03 ha	5,02 ha	12,2 ha	0 ha
FESI	1,00 ha	61,8 ha	50,8 ha	60,3 ha
FESM	107,2 ha	0 ha	144,5 ha	170,1 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0 %	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	15,6%	7,5%	5,9%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	0,8%	92,5%	24,5%	26,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	83,6%	0%	69,6%	73,8%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela II: Características físicas e da vegetação dos fragmentos P6 - Palestina, P9 - Pindorama, G6 – Onda Verde e G7 - Barretos, referentes a 2008/2009.

	P6	P9	G6	G7
Área	95,7 ha	107,8 ha	1.828,2 ha	885,5 ha
Perímetro	4.634,3 ha	7.877,8 ha	81.659,7 ha	16.969,5 ha
CU	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
FESP	0 ha	5,1 ha	214,2 ha	66,1 ha
FESI	43,2 ha	6,1 ha	1.171,8 ha	276,7 ha
FESM	52,5 ha	96,6 ha	442,2 ha	542,7 ha
FESA	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
% ocupação das unidades ecológicas em CU	0%	0%	0%	0%
% ocupação das unidades ecológicas em FESP	0%	4,7%	11,7%	7,5%
% ocupação das unidades ecológicas em FESI	45,1%	5,7%	64,1%	31,2%
% ocupação das unidades ecológicas em FESM	54,9%	89,6%	24,2%	61,3%
% ocupação das unidades ecológicas em FESA	0%	0%	0%	0%

Tabela III: Relação de Formicidae coletados nas oito áreas . P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies	Áreas								
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	T
Formicidae									
Dolichoderinae									
<i>Azteca</i> sp. 1	2	0	0	1	1	65	0	1	70
<i>Azteca</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Azteca</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Dolichoderus lutosus</i>	2	0	0	8	0	0	0	0	10
<i>Linepithema</i> sp. 1	3	6	0	0	3	32	1	0	45
<i>Linepithema</i> sp. 2	0	2	0	0	0	0	1	0	3
<i>Tapinoma</i> sp. 1	0	1	0	0	6	27	1	0	35
<i>Tapinoma</i> sp. 2	0	0	10	0	0	0	6	0	16
Ecitoninae									
<i>Neivamyrmex</i> sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Nomamyrmex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	14	14
Ectatomminae									
<i>Ectatomma edentatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	10	2	9	4	3	5	14	5	52
<i>Ectatomma</i> sp. 1	0	0	0	1	0	0	1	1	3
Formicinae									
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	13	37	16	0	11	3	10	20	110
<i>Camponotus atriceps</i>	0	0	0	0	0	0	1	201	202
<i>Camponotus balzani</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	5
<i>Camponotus blandus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Camponotus canescens</i>	4	4	1	1	0	1	0	0	11
<i>Camponotus cillae</i>	0	0	1	0	0	0	0	72	73

* continuação

<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	7
<i>Camponotus depressus</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	9
<i>Camponotus dimorphus</i>	0	0	0	9	0	0	0	0	9
<i>Camponotus excesus</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	6
<i>Camponotus femoratus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Camponotus lespei</i>	11	9	22	44	25	12	11	8	142
<i>Camponotus macrocephalus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Camponotus pallescens</i>	1	0	1	7	1	4	0	2	16
<i>Camponotus renggeri</i>	49	90	3	40	2	1	0	0	185
<i>Camponotus sericeiventris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Camponotus silvestri</i>	0	0	1	0	5	12	0	0	18
<i>Camponotus silvicola</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Camponotus simillimus</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Camponotus substitutus</i>	0	1	1	0	2	3	0	4	11
<i>Camponotus tenuiscapus</i>	48	95	40	58	89	108	2	56	496
<i>Camponotus testaceus</i>	7	2	0	4	11	8	0	3	35
<i>Camponotus tripartitus</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Camponotus</i> sp. 1	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Camponotus</i> sp. 2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp. 3	0	0	21	0	0	0	0	0	21
<i>Camponotus</i> sp. 4	0	0	0	14	0	0	0	0	14
<i>Camponotus</i> sp. 5	0	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Camponotus</i> sp. 6	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Myrmelachista nodigera</i>	1	0	0	4	0	0	0	0	5
<i>Paratrechina</i> sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Heteroponerinae									
<i>Acanthoponera mucronata</i>	0	0	3	2	0	0	1	2	8

* continuação

Myrmicinae									
<i>Atta sexdens</i>	2	24	37	2	16	22	65	4	172
<i>Atta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cephalotes aztecus</i>	1	0	0	0	3	3	0	2	9
<i>Cephalotes clypeatus</i>	122	263	7	13	81	72	0	118	676
<i>Cephalotes grandinosus</i>	1	0	4	0	13	28	0	8	54
<i>Cephalotes lanuginosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cephalotes minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cephalotes pellans</i>	0	1	17	2	14	0	0	14	48
<i>Cephalotes persimillis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cephalotes pinelli</i>	0	0	4	1	0	0	4	0	9
<i>Cephalotes</i> sp. 1	5	0	51	5	0	0	19	0	80
<i>Cephalotes</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cephalotes</i> sp. 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Cephalotes</i> sp. 4	0	0	2	1	0	0	0	0	3
<i>Crematogaster ashmedi</i>	0	0	8	50	0	0	6	0	64
<i>Crematogaster lineolata</i>	6	2	1	0	7	0	0	0	16
<i>Crematogaster quadriformis</i>	30	0	120	167	9	10	4	33	373
<i>Nesomyrmex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Pheidole angusta</i>	1	9	0	5	37	1	0	0	53
<i>Pheidole arcifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	6
<i>Pheidole bergi</i>	124	166	6	18	265	203	10	165	957
<i>Pheidole oxyops</i>	3	0	2	8	0	0	0	1	14
<i>Pheidole perpusilla</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	4
<i>Pheidole radozskowskii</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Pheidole rugulosa</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Pheidole strobili</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1

* continuação

<i>Pheidole</i> sp. 1	1	0	14	0	2	0	0	0	17
<i>Pheidole</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Procryptocerus subpilosus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Solenopsis albidula</i>	18	50	14	0	5	0	3	0	90
<i>Solenopsis clytemnestra</i>	0	0	1	6	0	0	0	0	7
<i>Solenopsis</i> sp. 1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Trachymyrmex bugnioni</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	0	0	0	2	1	0	0	3
<i>Wasmannia auropunctata</i>	21	84	79	37	65	30	173	42	531
Paraponerinae									
<i>Paraponera clavata</i>	0	0	1	0	2	8	0	0	11
Ponerinae									
<i>Anochetus mayri</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	3
<i>Odontomachus chelifer</i>	0	0	0	4	0	0	0	1	5
<i>Pachycondyla striata</i>	4	4	4	0	2	2	2	0	18
Pseudomyrmecinae									
<i>Pseudomyrmex caeciliae</i>	0	0	0	2	0	0	2	0	4
<i>Pseudomyrmex ferrugineus</i>	2	6	16	11	68	42	4	52	201
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	2	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Pseudomyrmex maculatus</i>	0	0	1	0	2	0	0	1	4
<i>Pseudomyrmex major</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Pseudomyrmex pazosi</i>	0	0	3	81	0	0	0	0	84
<i>Pseudomyrmex sericeus</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	9
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	135	89	65	15	254	76	19	48	701
<i>Pseudomyrmex simulans</i>	10	30	4	12	12	7	0	8	83
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	0	0	0	0	1	3	0	4	8

* continuação

<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	4	1	0	0	1	0	0	0	6
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Tabela IV: Porcentagem das espécies de Formicidae coletados nas oito áreas . P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

Espécies	Áreas								T
	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7	
Formicidae									
Dolichoderinae									
<i>Azteca</i> sp. 1	0.03%	0	0	0.01%	0.01%	1.08%	0	0.01%	1.16%
<i>Azteca</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0.04%	0	0.04%
<i>Azteca</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0.03%	0	0.03%
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0.03%	0	0	0.13%	0	0	0	0	0.16%
<i>Linepithema</i> sp. 1	0.04%	0.09%	0	0	0.04%	0.53%	0.01%	0	0.74%
<i>Linepithema</i> sp. 2	0	0.03%	0	0	0	0	0.01%	0	0.04%
<i>Tapinoma</i> sp. 1	0	0.01%	0	0	0.09%	0.44%	0.01%	0	0.58%
<i>Tapinoma</i> sp. 2	0	0	0.16%	0	0	0	0.09%	0	0.26%
Ecitoninae									
<i>Neivamyrmex</i> sp.	0	0.01%	0	0	0	0.01%	0	0	0.03%
<i>Nomamyrmex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0.23%	0.23%
Ectatomminae									
<i>Ectatomma edentatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0.16%	0.03%	0.14%	0.06%	0.04%	0.08%	0.23%	0.08%	0.86%
<i>Ectatomma</i> sp. 1	0	0	0	0.01%	0	0	0.01%	0.01%	0.04%
Formicinae									
<i>Brachymyrmex</i> sp.	0.21%	0.61%	0.26%	0	0.18%	0.04%	0.16%	0.33%	1.82%
<i>Camponotus atriceps</i>	0	0	0	0	0	0	0.01%	3.34%	3.35%
<i>Camponotus balzani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.08%	0.08%
<i>Camponotus blandus</i>	0	0	0.01%	0	0	0	0	0	0.01%
<i>Camponotus canescens</i>	0.06%	0.06%	0.01%	0.01%	0	0.01%	0	0	0.18%

* continuação

<i>Camponotus cillae</i>	0	0	0.01%	0	0	0	0	1.19%	1.21%
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	0	0.11%	0	0	0	0	0.11%
<i>Camponotus depressus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.14%	0.14%
<i>Camponotus dimorphus</i>	0	0	0	0.14%	0	0	0	0	0.14%
<i>Camponotus excesus</i>	0	0	0	0.09%	0	0	0	0	0.09%
<i>Camponotus femoratus</i>	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Camponotus lespesi</i>	0.18%	0.14%	0.36%	0.73%	0.41%	0.19%	0.18%	0.13%	2.36%
<i>Camponotus macrocephalus</i>	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Camponotus pallescens</i>	0.01%	0	0.01%	0.11%	0.01%	0.06%	0	0.03%	0.26%
<i>Camponotus renggeri</i>	0.81%	1.49%	0.04%	0.66%	0.03%	0.01%	0	0	3.07%
<i>Camponotus sericeiventris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%
<i>Camponotus silvestri</i>	0	0	0.01%	0	0.08%	0.19%	0	0	0.29%
<i>Camponotus silvicola</i>	0	0	0	0.03%	0	0	0	0	0.03%
<i>Camponotus simillimus</i>	0	0	0	0.04%	0	0	0	0	0.04%
<i>Camponotus substitutus</i>	0	0.01%	0.01%	0	0.03%	0.04%	0	0.06%	0.18%
<i>Camponotus tenuiscapus</i>	0.79%	1.57%	0.66%	0.96%	1.47%	1.79%	0.03%	0.93%	8.24%
<i>Camponotus testaceus</i>	0.11%	0.03%	0	0.06%	0.18%	0.13%	0	0.04%	0.58%
<i>Camponotus tripartitus</i>	0	0	0	0.06%	0	0	0	0	0.06%
<i>Camponotus</i> sp. 1	0	0	0	0.03%	0	0	0	0	0.03%
<i>Camponotus</i> sp. 2	0	0	0.01%	0	0	0	0	0	0.01%
<i>Camponotus</i> sp. 3	0	0	0.34%	0	0	0	0	0	0.34%
<i>Camponotus</i> sp. 4	0	0	0	0.23%	0	0	0	0	0.23%
<i>Camponotus</i> sp. 5	0	0	0	0.08%	0	0	0	0	0.08%
<i>Camponotus</i> sp. 6	0	0	0	0.06%	0	0	0	0	0.06%
<i>Myrmelachista nodigera</i>	0.01%	0	0	0.06%	0	0	0	0	0.08%
<i>Paratrechina</i> sp.	0	0.01%	0	0	0	0.01%	0	0	0.03%
Heteroponerinae									
<i>Acanthoponera mucronata</i>	0	0	0.04%	0.03%	0	0	0.01%	0.03%	0.13%
Myrmicinae									
<i>Atta sexdens</i>	0.03%	0.39%	0.61%	0.03%	0.26%	0.36%	1.08%	0.06%	2.85%
<i>Atta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%
<i>Cephalotes aztecus</i>	0.01%	0	0	0	0.04%	0.04%	0	0.03%	0.14%
<i>Cephalotes clypeatus</i>	2.02%	4.37%	0.11%	0.21%	1.34%	1.19%	0	1.96%	11.23%
<i>Cephalotes grandinosus</i>	0.01%	0	0.06%	0	0.21%	0.46%	0	0.13%	0.89%
<i>Cephalotes lanuginosus</i>	0	0	0.01%	0	0	0	0	0	0.01%
<i>Cephalotes minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%
<i>Cephalotes pellans</i>	0	0.01%	0.28%	0.03%	0.23%	0	0	0.23%	0.79%
<i>Cephalotes persimillis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%
<i>Cephalotes pinelli</i>	0	0	0.06%	0.01%	0	0	0.06%	0	0.14%

* continuação

<i>Cephalotes</i> sp. 1	0.08%	0	0.84%	0.08%	0	0	0.31%	0	1.32%
<i>Cephalotes</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0.01%	0	0.01%
<i>Cephalotes</i> sp. 3	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Cephalotes</i> sp. 4	0	0	0.03%	0.01%	0	0	0	0	0.04%
<i>Crematogaster ashmedi</i>	0	0	0.13%	0.83%	0	0	0.09%	0	1.06%
<i>Crematogaster lineolata</i>	0.09%	0.03%	0.01%	0	0.11%	0	0	0	0.26%
<i>Crematogaster quadriformis</i>	0.49%	0	1.99%	2.77%	0.14%	0.16%	0.06%	0.54%	6.20%
<i>Nesomyrmex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0.04%	0	0.04%
<i>Pheidole angusta</i>	0.01%	0.14%	0	0.08%	0.61%	0.01%	0	0	0.88%
<i>Pheidole arcifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.09%	0.09%
<i>Pheidole bergi</i>	2.06%	2.75%	0.09%	0.29%	4.40%	3.37%	0.16%	2.74%	15.90%
<i>Pheidole oxyops</i>	0.04%	0	0.03%	0.13%	0	0	0	0.01%	0.23%
<i>Pheidole perpusilla</i>	0	0.06%	0	0	0	0	0	0	0.06%
<i>Pheidole radozskowskii</i>	0	0.01%	0	0.01%	0	0	0	0	0.03%
<i>Pheidole rugulosa</i>	0	0	0	0.03%	0	0	0	0	0.03%
<i>Pheidole strobili</i>	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Pheidole</i> sp. 1	0.01%	0	0.23%	0	0.03%	0	0	0	0.28%
<i>Pheidole</i> sp. 2	0	0	0	0	0.01%	0	0	0	0.01%
<i>Procryptocerus subpilosus</i>	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Solenopsis albidula</i>	0.29%	0.83%	0.23%	0	0.08%	0	0.04%	0	1.49%
<i>Solenopsis clytemnestra</i>	0	0	0.01%	0.09%	0	0	0	0	0.11%
<i>Solenopsis</i> sp. 1	0	0	0	0	0.01%	0	0	0	0.01%
<i>Solenopsis</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0.01%	0	0.01%
<i>Trachymyrmex bugnioni</i>	0	0	0	0.01%	0	0	0	0	0.01%
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	0	0	0	0.03%	0.01%	0	0	0.04%
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0.34%	1.39%	1.31%	0.61%	1.08%	0.49%	2.87%	0.69%	8.82%
Paraponerinae									
<i>Paraponera clavata</i>	0	0	0.01%	0	0.03%	0.13%	0	0	0.18%
Ponerinae									
<i>Anochetus mayri</i>	0	0	0.03%	0.01%	0	0	0	0	0.04987
<i>Odontomachus chelifer</i>	0	0	0	0.06%	0	0	0	0.01%	0.08311
<i>Pachycondyla striata</i>	0.06%	0.06%	0.06%	0	0.03%	0.03%	0.03%	0	0.2992
Pseudomyrmecinae									
<i>Pseudomyrmex caeciliae</i>	0	0	0	0.03%	0	0	0.03%	0	0.06%
<i>Pseudomyrmex ferrugineus</i>	0.03%	0.09%	0.26%	0.18%	1.13%	0.69%	0.06%	0.86%	3.34%
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0.03%	0	0.01%	0	0	0	0	0	0.04%
<i>Pseudomyrmex maculatus</i>	0	0	0.01%	0	0.03%	0	0	0.01%	0.06%
<i>Pseudomyrmex major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.04%	0.04%
<i>Pseudomyrmex pazosi</i>	0	0	0.04%	1.34%	0	0	0	0	1.39%

* continuação

<i>Pseudomyrmex sericeus</i>	0	0	0	0	0	0	0.14%	0	0.14%
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	2.24%	1.47%	1.08%	0.24%	4.22%	1.26%	0.31%	0.79%	11.65%
<i>Pseudomyrmex simulans</i>	0.16%	0.49%	0.06%	0.19%	0.19%	0.11%	0	0.13%	1.37%
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	0	0	0	0	0.01%	0.04%	0	0.06%	0.13%
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	0.06%	0.01%	0	0	0.01%	0	0	0	0.09%
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	0	0	0.01%	0	0	0	0	0	0.01%
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0.01%	0.01%

Tabela V: Índices de diversidade, distribuição e dominância da família Formicidae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

	P1	P2	P6	P9	G3	G4	G6	G7
Diversidade Shannon (H')	3.47	3.33	4.06	4.16	3.37	3.66	3.01	3.68
Equitabilidade Pielou	0.52	0.50	0.61	0.62	0.50	0.55	0.45	0.55
Dominância Berger-Parker	0.21	0.26	0.20	0.24	0.25	0.25	0.45	0.21

Tabela VI: Comparação com levantamentos de formigas realizados no Estado de São Paulo e em outros Estados.

Levantamentos	Subfamílias	Gêneros	Espécies	Metodologia
Delabie et al. (2007) - Ilhéus - BA	9	49	192	Winkler, Berlese, isca, pitfall, busca ativa, químicos
Marinho et al. (2002) - Bom Despacho - MG	6	37	143	Winkler
Vargas et al. (2007) - Restinga da Marambaia - RJ	8	36	92	Pitfall
Feitosa & Ribeiro (2005) - Parque Estadual da Cantareira - São Paulo	8	25	63	Pitfall, winkler, busca ativa
Santina et al. (2007) - Parque da Previdência - São Paulo	9	32	62	Pitfall
PINDORAMA - SP	7	17	51	Malaise
Santina et al. (2007) - Reserva Armando S. Oliveira - São Paulo	9	23	46	Pitfall
Santina et al. (2007) - Horto Oswaldo Cruz - São Paulo	7	20	43	Pitfall
PALESTINA - SP	8	15	42	Malaise
BARRETOS - SP	8	13	38	Malaise
PLANALTO - SP	7	16	35	Malaise
Lutinski & Garcia (2005) - Chapecó - SC	6	19	32	Rede de varredura, guarda-chuva entomológico, pitfall, Berlese
VICENTINÓPOLIS - SP	6	17	31	Malaise
UNIÃO PAULISTA - SP	8	17	30	Malaise
ONDA VERDE - SP	7	16	29	Malaise
MACAUBAL - SP	7	15	28	Malaise

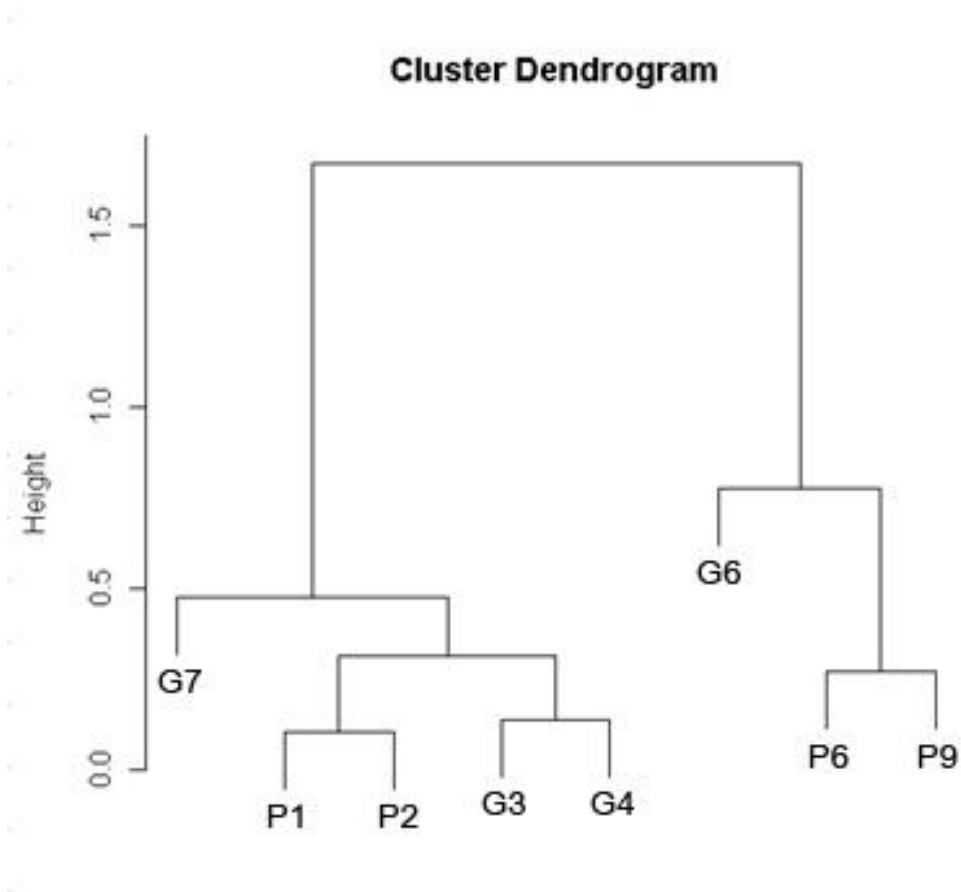


Figura 1: Dendrograma de similaridade de Morisita-Horn da família Formicidae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

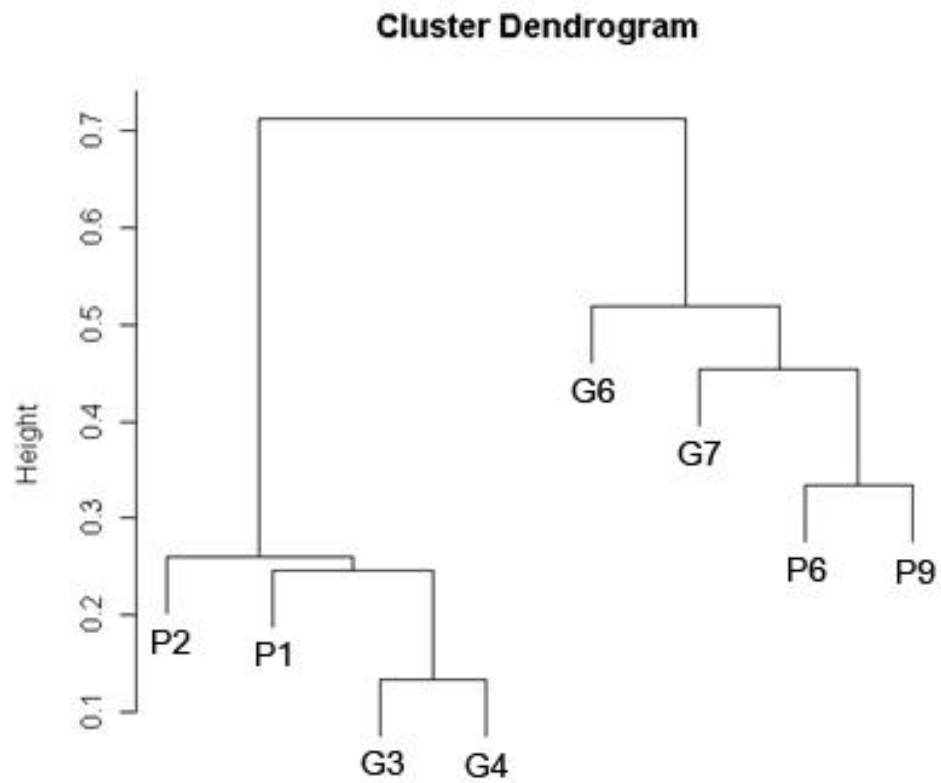


Figura 2: Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis da família Formicidae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

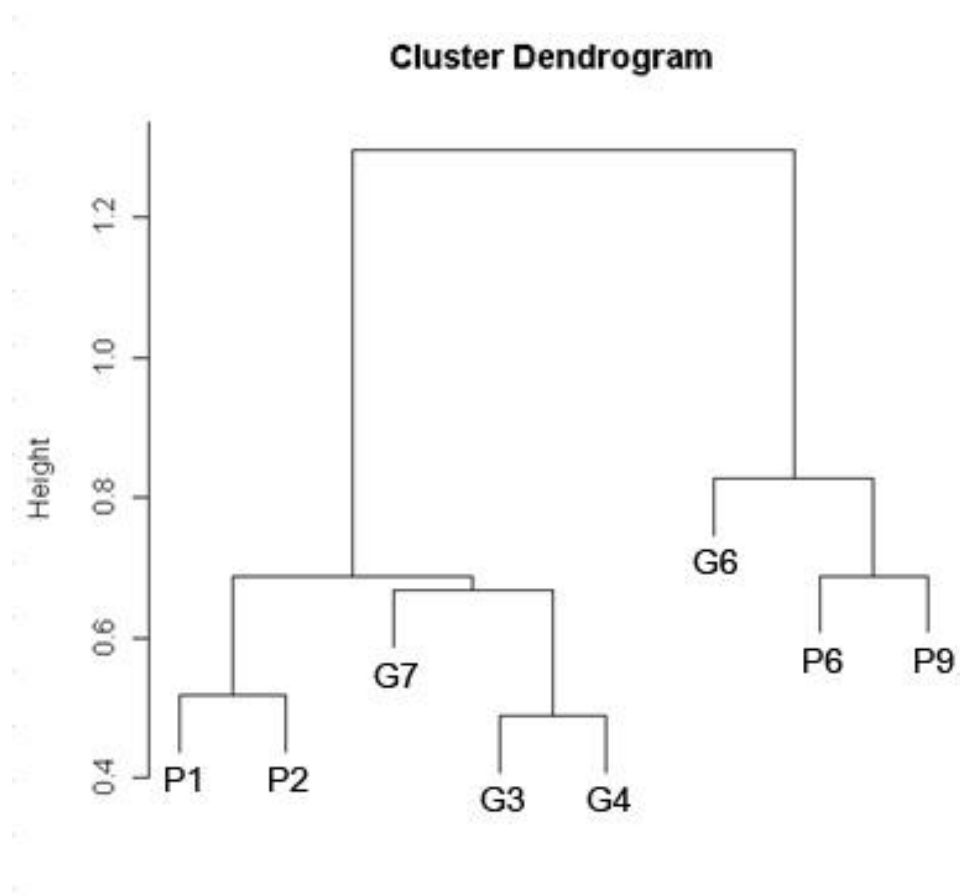


Figura 3: Dendrograma de similaridade de Jaccard da família Formicidae. P1 – Vicentinópolis, P2 – Macaubal, P6 – Palestina, P9 – Pindorama, G3 – Planalto, G4 – União Paulista, G6 – Onda Verde, G7 – Barretos.

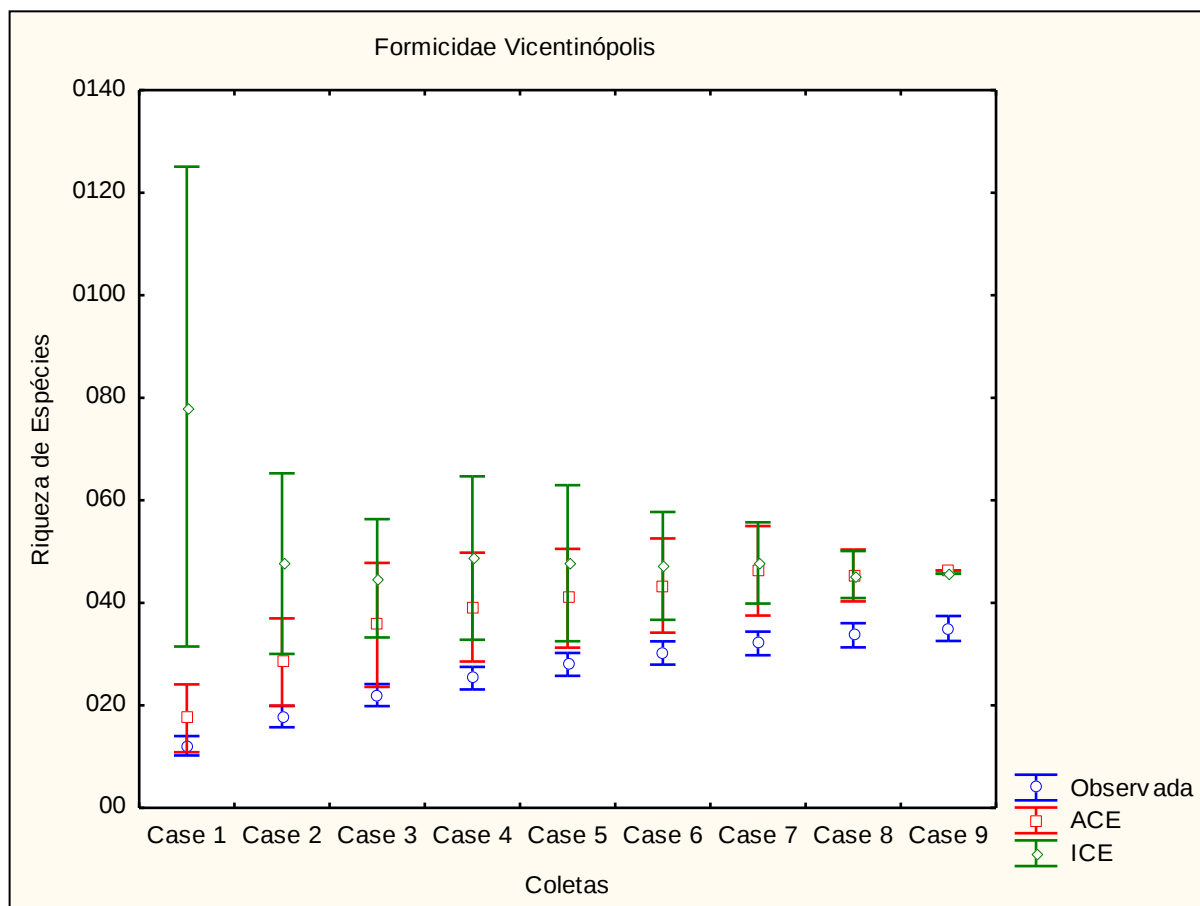


Figura 4: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Vicentinópolis (P1).

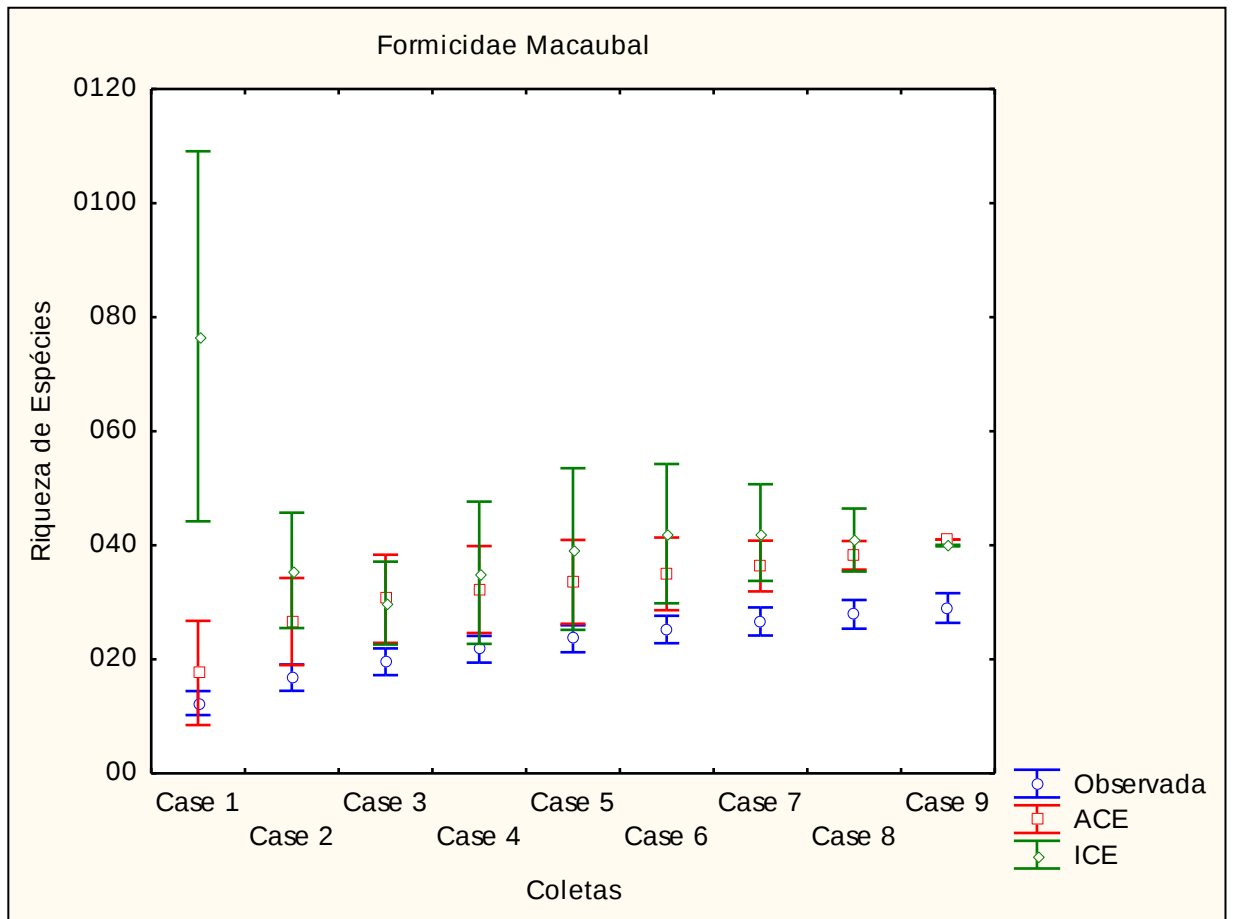


Figura 5: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Macaubal (P2).

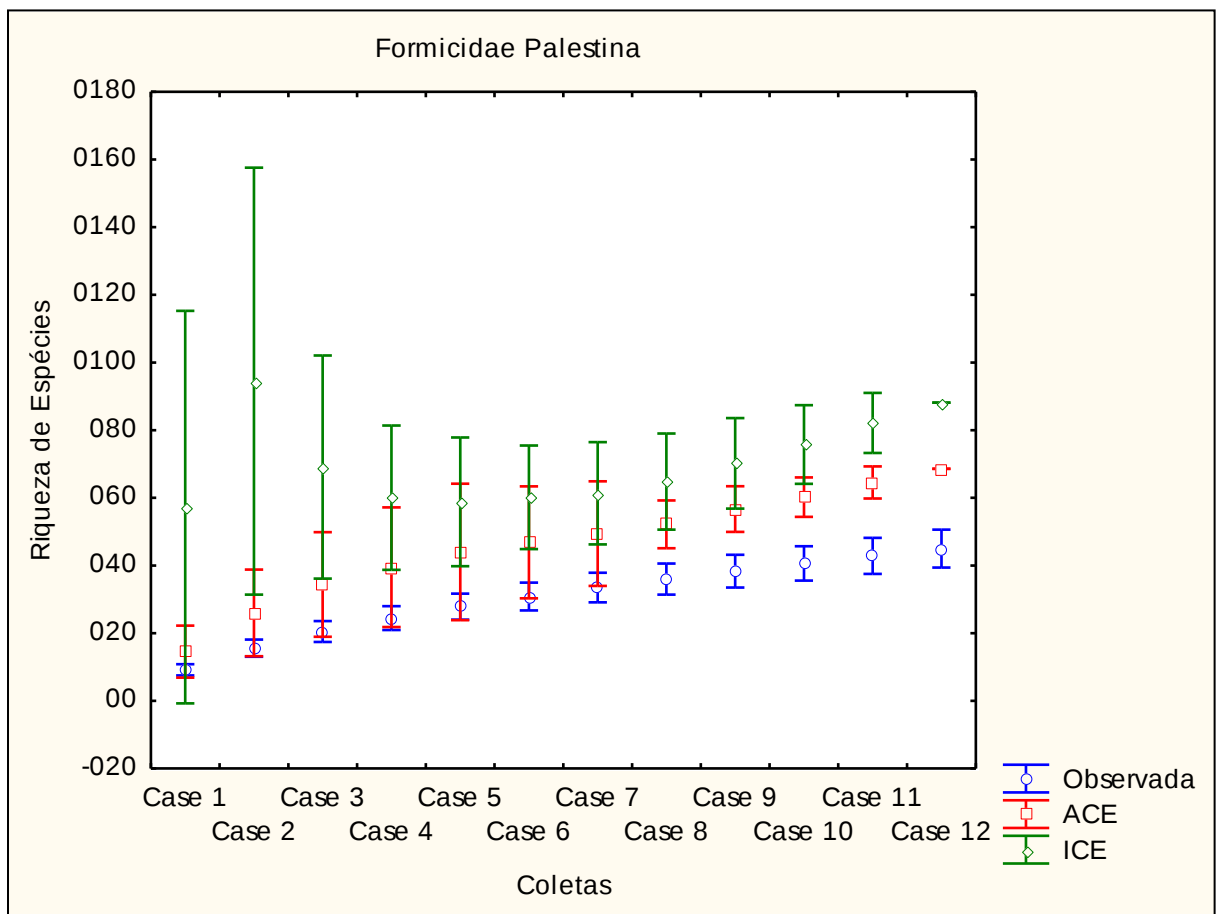
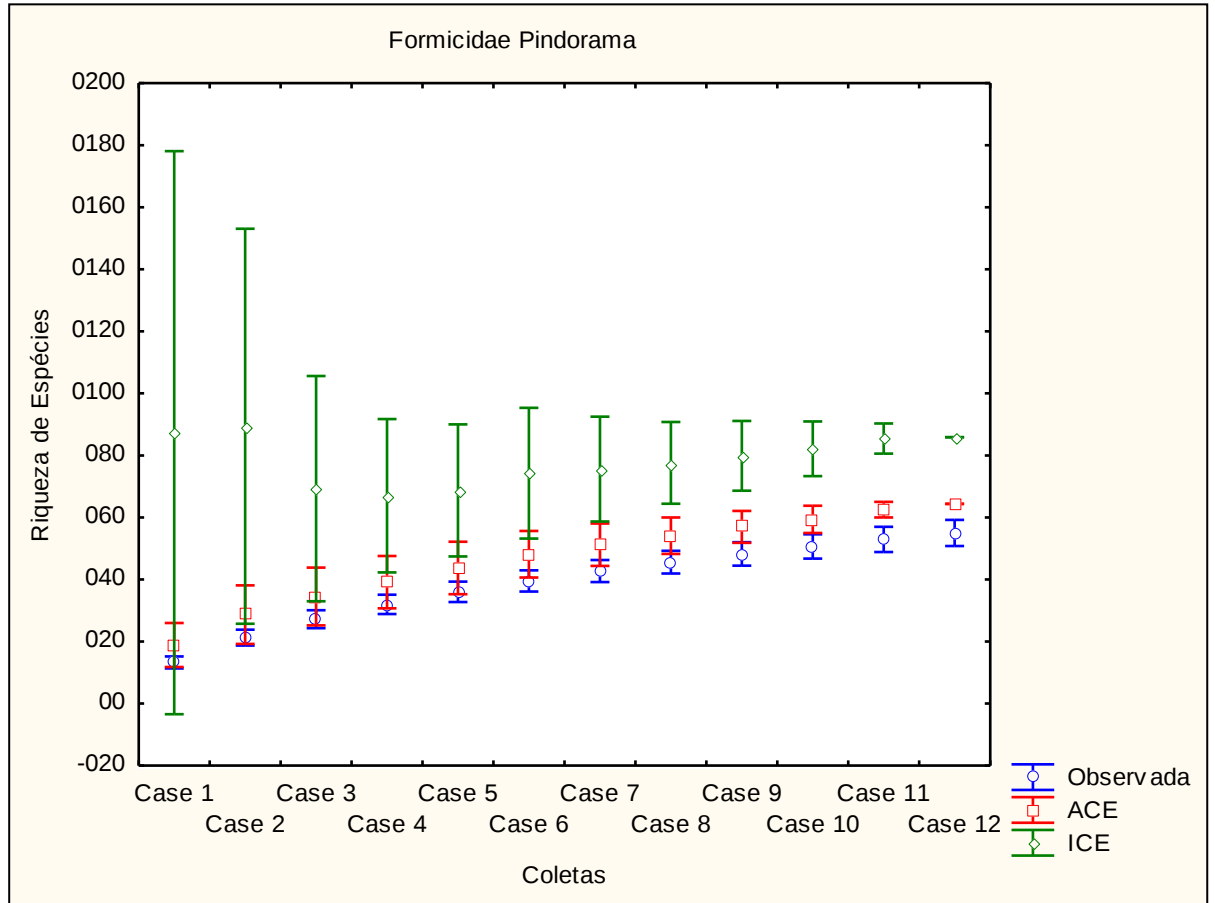


Figura 6: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Palestina (P6).



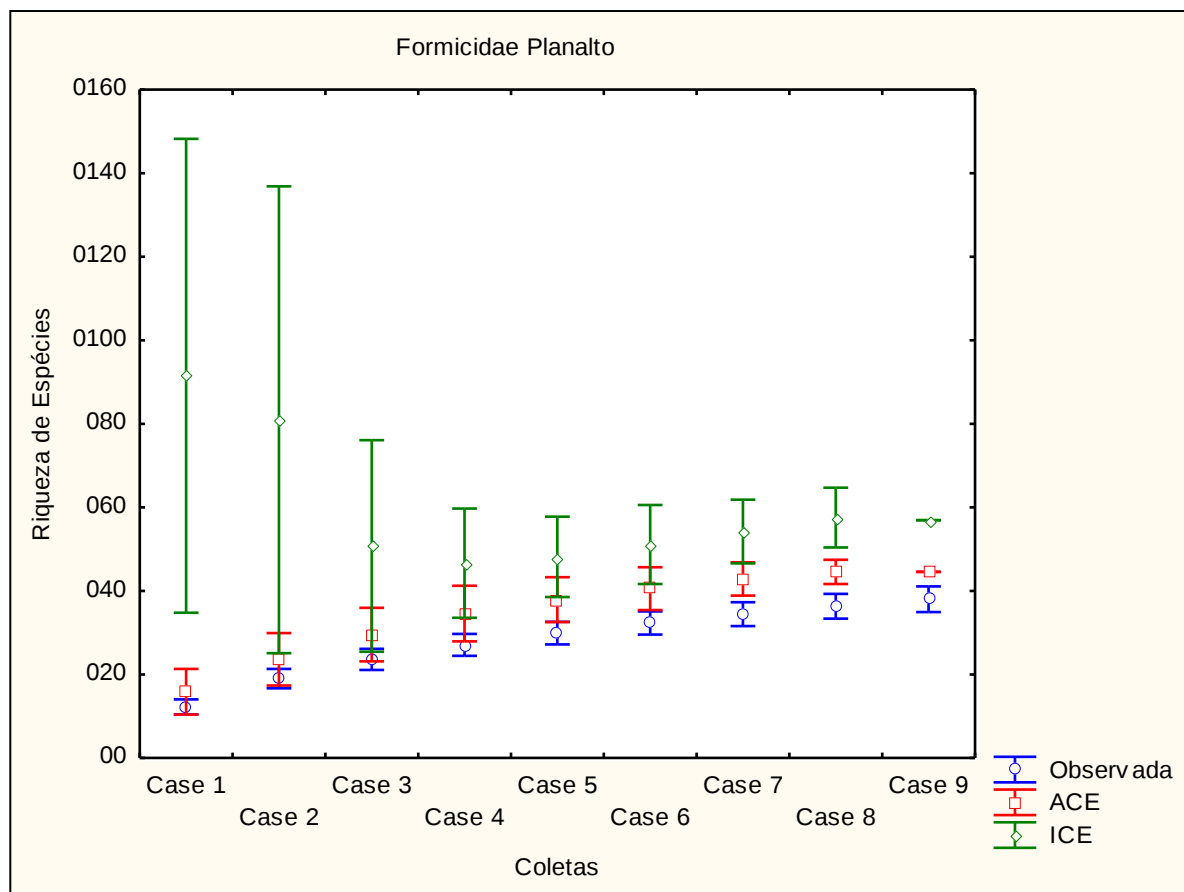


Figura 8: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Planalto (G3).

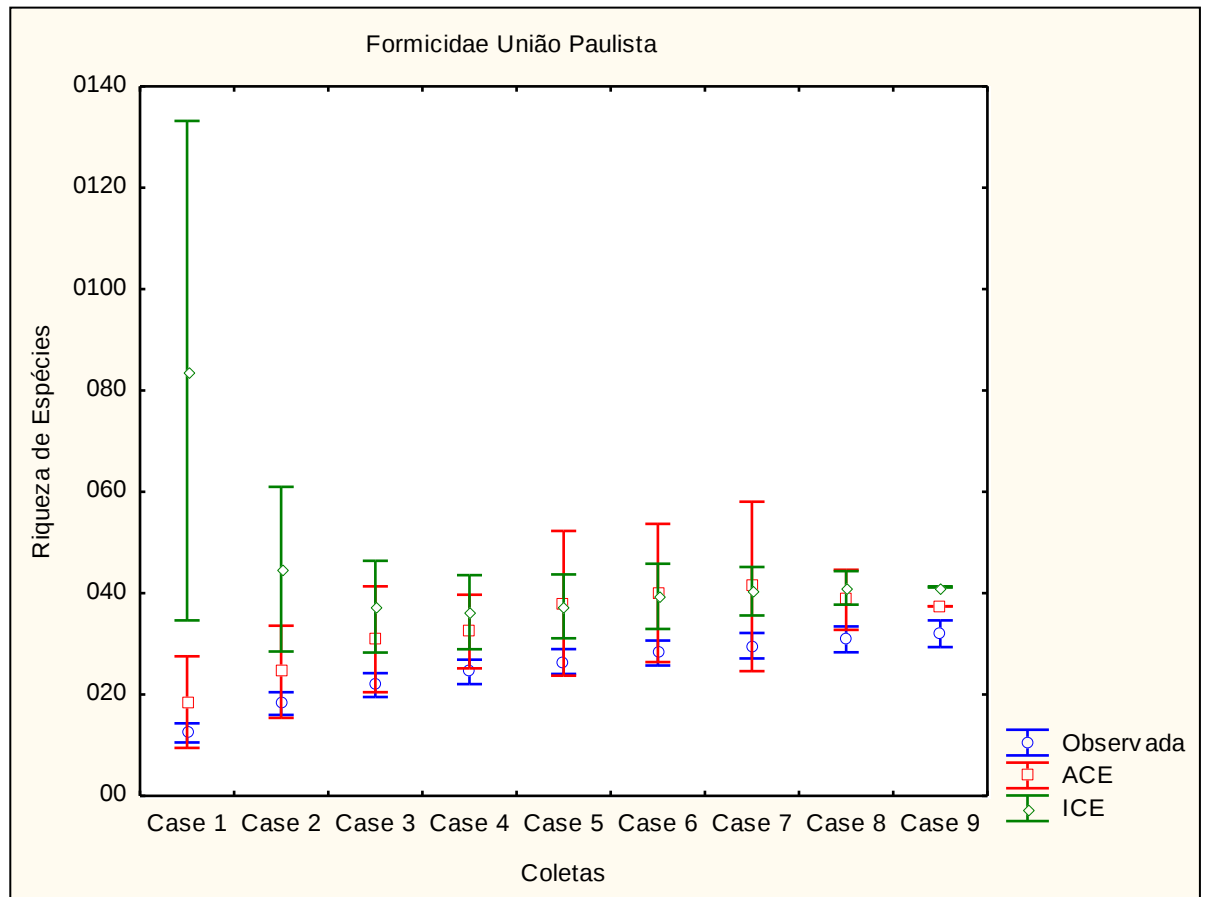


Figura 9: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de União Paulista (G4).

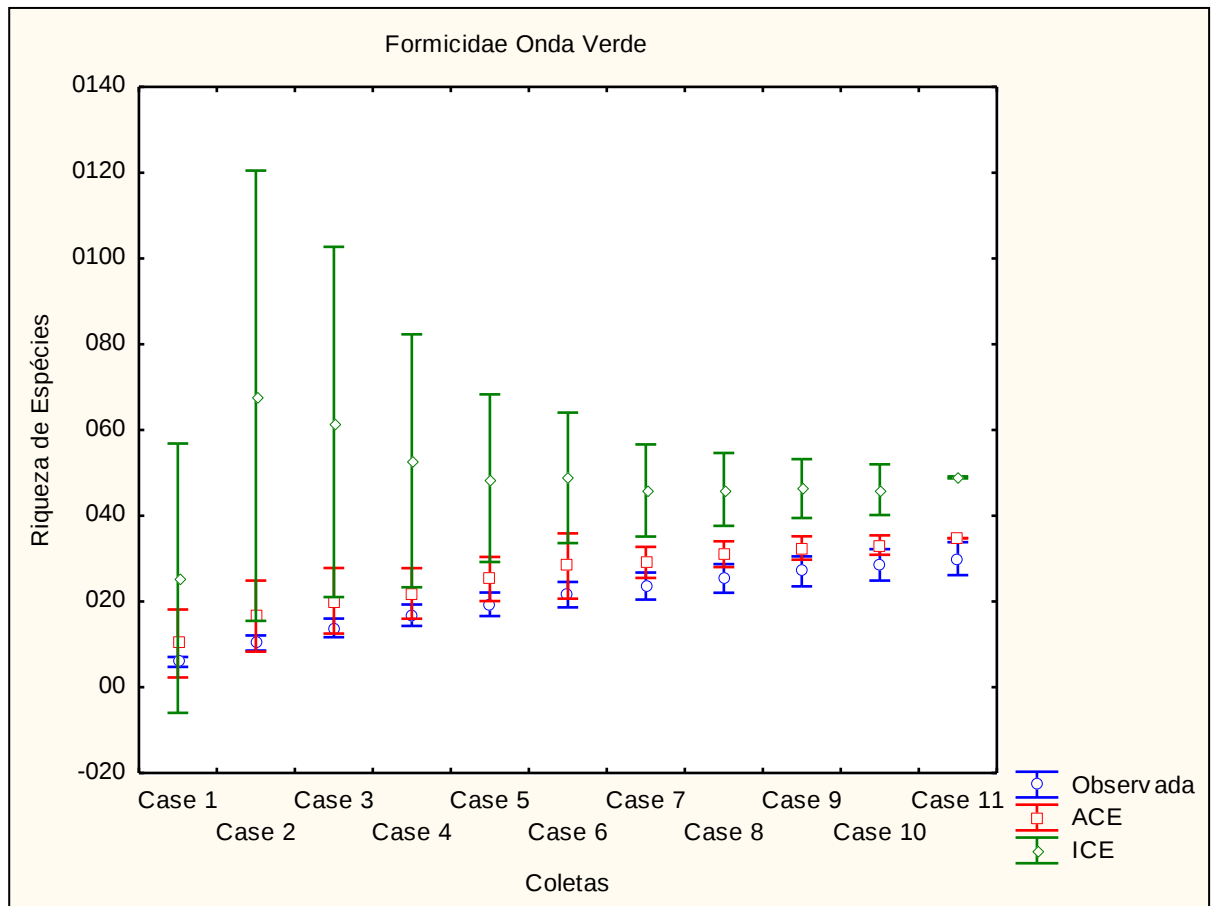


Figura 10: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Onda Verde (G6).

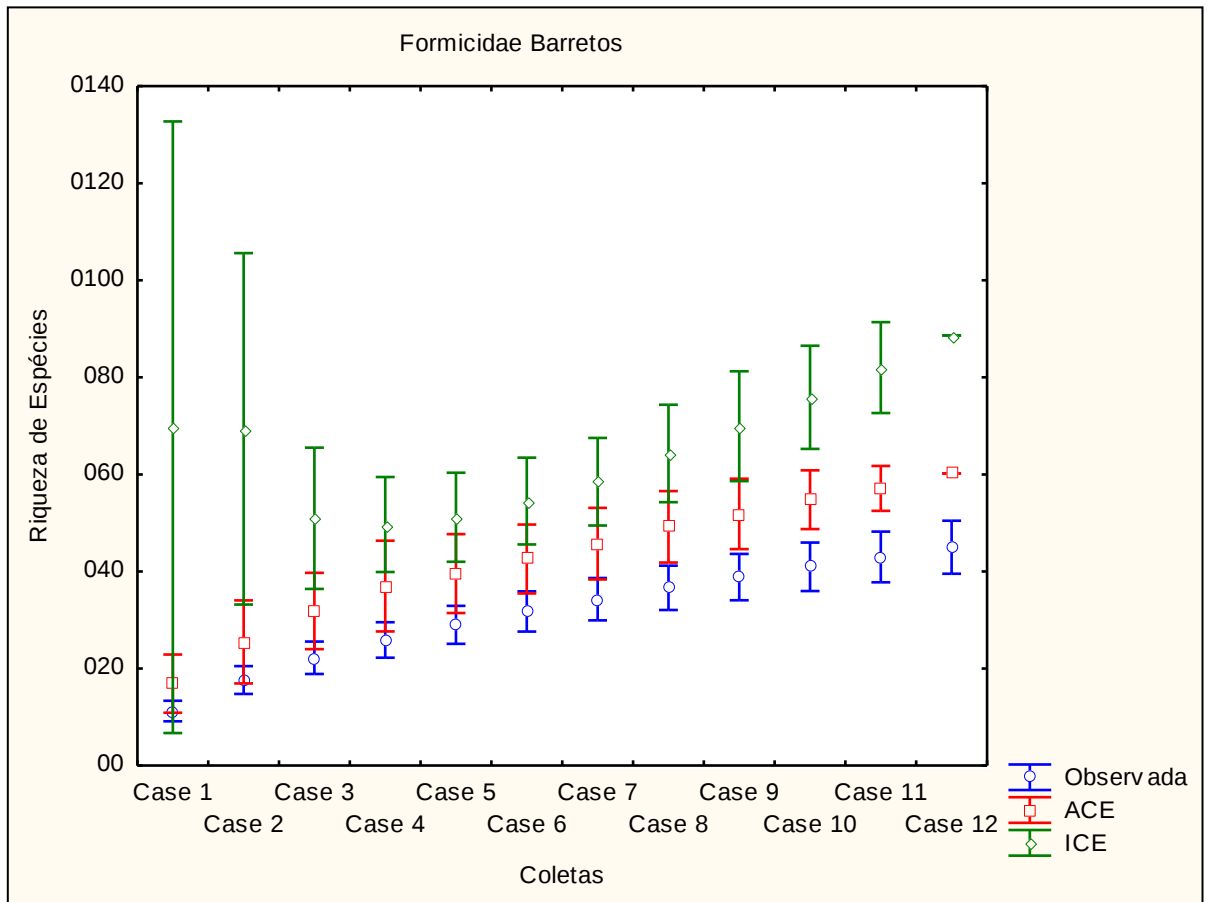


Figura 11: Riqueza de espécies de Formicidae observada e estimada através dos índices de ACE (Abundance-based Coverage Estimator) e ICE (Incidence-based Coverage Estimator) para a área de Barretos (G7).

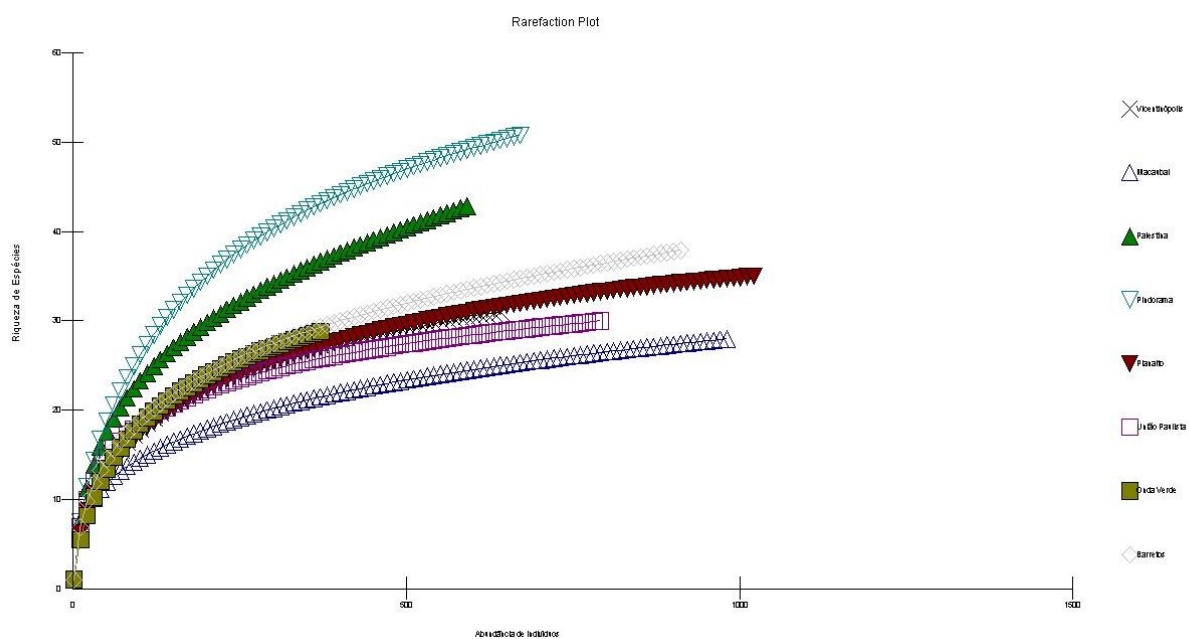


Figura 12: Curva de rarefação modelo de Hulbert para os Formicidae coletados nas oito áreas.



Figura 13: Fragmento localizado no município de Pindorama e fragmentos conectados.

10. Considerações finais

Dentre a tribo Apini, os gêneros *Tetragonisca* e *Trigona*, e a espécie *Tetragonisca angustula* foram os mais representativos. Dentre os Polistinae, *Agelaia* e *Polybia* foram os gêneros mais significativos e *A. pallipes*, *Polybia jurinei* e *Polybia paulista* foram as espécies com maior representatividade. Dentre a família Formicidae, os gêneros *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Cephalotes* foram os mais representativos, e as espécies mais significativas foram *Pheidole bergi*, *Pseudomyrmex simplex* e *Cephalotes clypeatus*.

Pindorama foi a área com maior diversidade e melhor distribuição da tribo Apini e da subfamília Formicidae e Macaubal apresentou maior diversidade e distribuição dos indivíduos da subfamília Polistinae. Barretos apresentou maior dominância de espécies da tribo Apini e Pindorama foi a área com mais espécies dominantes da subfamília Polistinae, o que pode ser explicado pela grande quantidade de indivíduos da mesma espécie registrados em duas ou três coletas. Onda Verde apresentou mais espécies dominantes da família Formicidae.

O coeficiente de similaridade de Morisita-Horn indicou que Palestina e União Paulista foram as áreas mais similares entre si para a tribo Apini, Palestina e Barretos foram mais similares para a subfamília Polistinae e Vicentinópolis e Macaubal apresentaram maior similaridade entre si para a família Formicidae. Os coeficientes de Bray-Curtis e Jaccard indicaram que Macaubal e União Paulista foram as áreas mais similares para a tribo Apini, Vicentinópolis e Planalto apresentaram maior similaridade entre si para a subfamília Polistinae e Planalto e União Paulista foram as áreas mais similares entre si para a família Formicidae.

Os estimadores de riqueza ACE e ICE indicaram que somente em Macaubal, União Paulista e Barretos as coletas foram praticamente suficientes para amostrar a riqueza total de Apini, em Vicentinópolis e Macaubal as coletas foram suficientes para amostrar a riqueza de Polistinae e somente em União Paulista as coletas foram suficientes para amostrar a riqueza total de Formicidae.

A curva de rarefação de Hulbert indicou que Barretos apresentou maior riqueza de espécies da tribo Apini e da subfamília Polistinae e Planalto foi a área de maior riqueza da família Formicidae.

Foram descritos 13 grupos funcionais para as formigas, desde predadoras de solo e vegetação, até onívoras, oportunistas e especialistas.

Sabe-se que são utilizados métodos de coleta específicos para os grupos estudados neste trabalho, o que permite uma amostragem mais eficiente em relação às espécies raras. Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo permite-nos observar que houve semelhanças na riqueza de espécies registradas no presente estudo em relação a outros levantamentos realizados, mesmo com a utilização de metodologias mais apropriadas. Assim, o uso de armadilhas Malaise ao invés dos métodos específicos pode ser uma alternativa viável para amostrar os grupos em questão, pois permite registrar rapidamente as espécies mais comuns em determinada área (Silva & Silveira, 2009).

O fato de áreas pequenas serem mais diversas do que uma área grande contradiz a afirmação de Wilcox & Murphy (1985) de que o tamanho da área é um fator crucial na diversidade de espécies em sistemas fragmentados. Em paisagens fragmentadas pela ação humana, o arranjo espacial (tipo, tamanho, quantidade e localização) dos remanescentes, dado pelas manchas de vegetação, corredores ecológicos e tipo de matriz, é fundamental para a sobrevivência e expansão das comunidades naturais.

A proximidade entre fragmentos remanescentes, os elementos de conexão e a matriz irão determinar o grau de conectividade estrutural da paisagem e, conseqüentemente, a capacidade de dispersão de indivíduos entre os fragmentos. A maior diversidade em áreas pequenas (Macaubal e Pindorama) pode estar relacionada à possível não utilização de agentes químicos no combate de pragas, visto que o entorno da área de Macaubal é caracterizado por vegetação de pastagem, e o fragmento de Pindorama localiza-se numa Estação Experimental, o que pode limitar o uso de defensivos agrícolas. Estes, por sua vez, desequilibram o meio, favorecendo o surgimento de pragas.

Pode ser que o agrupamento de áreas grandes e pequenas nas análises de similaridade tenha ocorrido porque o tamanho do fragmento não seja um fator crucial em relação à abundância de espécies, já que fatores como condições físico-químicas, nível de recursos disponíveis, ciclo de vida dos organismos e influência de competidores, predadores, parasitos, etc. causam flutuações na abundância de uma espécie.

De acordo com o Relatório da Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo de 2010 e com dados obtidos pelo Programa Biota/FAPESP (2008), a cobertura florestal do Estado de São Paulo cobria, no passado, mais de 80% do seu território, e hoje se reduz a 14%, principalmente devido à fragmentação de habitats, especulação imobiliária, expansão de fronteiras agropecuárias, extrativismo ilegal e contaminação do solo, das águas e da atmosfera.

A extensão do bioma Cerrado correspondia a 14% da superfície do Estado, e hoje responde a cerca de 1%, o que compromete severamente sua futura sustentabilidade. Da Mata Atlântica, resta hoje uma área de aproximadamente 12% da cobertura original. Somente na linha da Serra do Mar e no Vale do Ribeira há remanescentes significativos de tal bioma (Programa Biota/FAPESP, 2008).

As alterações na cobertura vegetal nativa representam a dinâmica de uso dos recursos naturais, e, de maneira geral, as atividades antrópicas, refletindo os padrões de uso e ocupação do solo. Dessa forma, tais alterações podem ser consideradas indicadores ambientais (Relatório da Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo, 2010).

A cobertura vegetal nativa é o fator mais importante em relação à conservação da biodiversidade, equilíbrio e manutenção de processos ecológicos, essenciais aos ecossistemas. A conservação dos remanescentes de cobertura vegetal é fundamental para garantir a perpetuação da vida e dos recursos naturais florestais. De modo geral, as pressões mais relevantes sobre as florestas são causadas devido a extração dos recursos naturais e ocupação econômica de terras cobertas por vegetação (IPARDES, 2007).

Pode-se visualizar a condição da cobertura vegetal do Estado de São Paulo pelas Figuras 13 e 14, e através delas, da Tabela VII e Figura 15, podemos fazer um paralelo

relacionando a diversidade de Hymenoptera sociais registrados na região Noroeste e em outros levantamentos e a cobertura vegetal remanescente do Estado. Nota-se que quanto maior a degradação da vegetação, e conseqüentemente, quanto menos fragmentos florestais remanescentes, menor é a diversidade dos grupos estudados. É possível observar, ainda, que as áreas de Cerrado possuem maior cobertura vegetal remanescente do que as outras áreas, localizadas na região Noroeste do Estado, onde foi realizado o presente estudo, o que possivelmente explica a maior diversidade desses Hymenoptera em tais áreas.

Tabela VII: Levantamentos de Hymenoptera Sociais realizados no Estado de São Paulo.

Levantamentos		Gêneros	Espécies	Metodologia
Apini				
Sofia (1996) - Ribeirão Preto - SP		16	25	Coleta em flor
Mateus (1998) - Luiz Antônio - SP		17	24	Coleta em flor
Pedro (1992) - Cajuru - SP		15	20	Coleta em flor
Andena et al. (2005) - Corumbataí - SP		10	15	Coleta em flor
PINDORAMA - SP		5	6	Malaise
ONDA VERDE- SP		4	6	Malaise
MACAUBAL - SP		5	5	Malaise
PLANALTO - SP		4	5	Malaise
UNIÃO PAULISTA - SP		4	5	Malaise
BARRETOS		5	5	Malaise
PALESTINA - SP		4	4	Malaise
VICENTINÓPOLIS - SP		1	1	Malaise
Polistinae		Gêneros	Espécies	Metodologia
Lima et al. (2010) - Patrocínio Paulista - SP		11	30	Coleta em flor, busca por colônias, líquido atrativo
Mechi (1996) - Luiz Antonio - SP		9	26	Coleta em flor
Mechi (2005) - Santa Rita do Passa Quatro - SP		8	26	Coleta em flor
Mechi (1996) - Corumbataí - SP		9	25	Coleta em flor
Togni (2009) - Ubatuba - SP		8	21	Garrafas-armadilha, coleta ativa
BARRETOS - SP		6	14	Armadilhas Malaise
Gomes & Noll (2009) - Neves Paulista - SP		7	12	Líquido atrativo
MACAUBAL - SP		5	12	Armadilhas Malaise
PLANALTO - SP		5	10	Armadilhas Malaise
VICENTINÓPOLIS - SP		4	9	Armadilhas Malaise
Gomes & Noll (2009) - Paulo de Faria - SP		4	7	Líquido atrativo
PALESTINA - SP		5	7	Armadilhas Malaise
Gomes & Noll (2009) - Pindorama - SP		4	6	Líquido atrativo
UNIÃO PAULISTA - SP		3	5	Armadilhas Malaise
PINDORAMA - SP		3	4	Armadilhas Malaise
ONDA VERDE - SP		1	3	Armadilhas Malaise
Formicidae	Subfamílias	Gêneros	Espécies	Metodologia
Santina et al. (2007) - Parque da Previdência - São Paulo	9	32	62	Pitfall
Feitosa & Ribeirto (2005) - Parque Estadual da Cantareira - São Paulo	8	25	63	Pitfall, winker, busca ativa
PINDORAMA - SP	7	17	51	Malaise
Santina et al. (2007) - Reserva Armando S. Oliveira - São Paulo	9	23	46	Pitfall
Santina et al. (2007) - Horto Oswaldo Cruz - São Paulo	7	20	43	Pitfall
PALESTINA - SP	8	15	42	Malaise
BARRETOS - SP	8	13	38	Malaise
PLANALTO - SP	7	16	35	Malaise
UNIÃO PAULISTA - SP	8	17	30	Malaise
VICENTINÓPOLIS - SP	6	17	31	Malaise
ONDA VERDE - SP	7	16	29	Malaise

* continuação

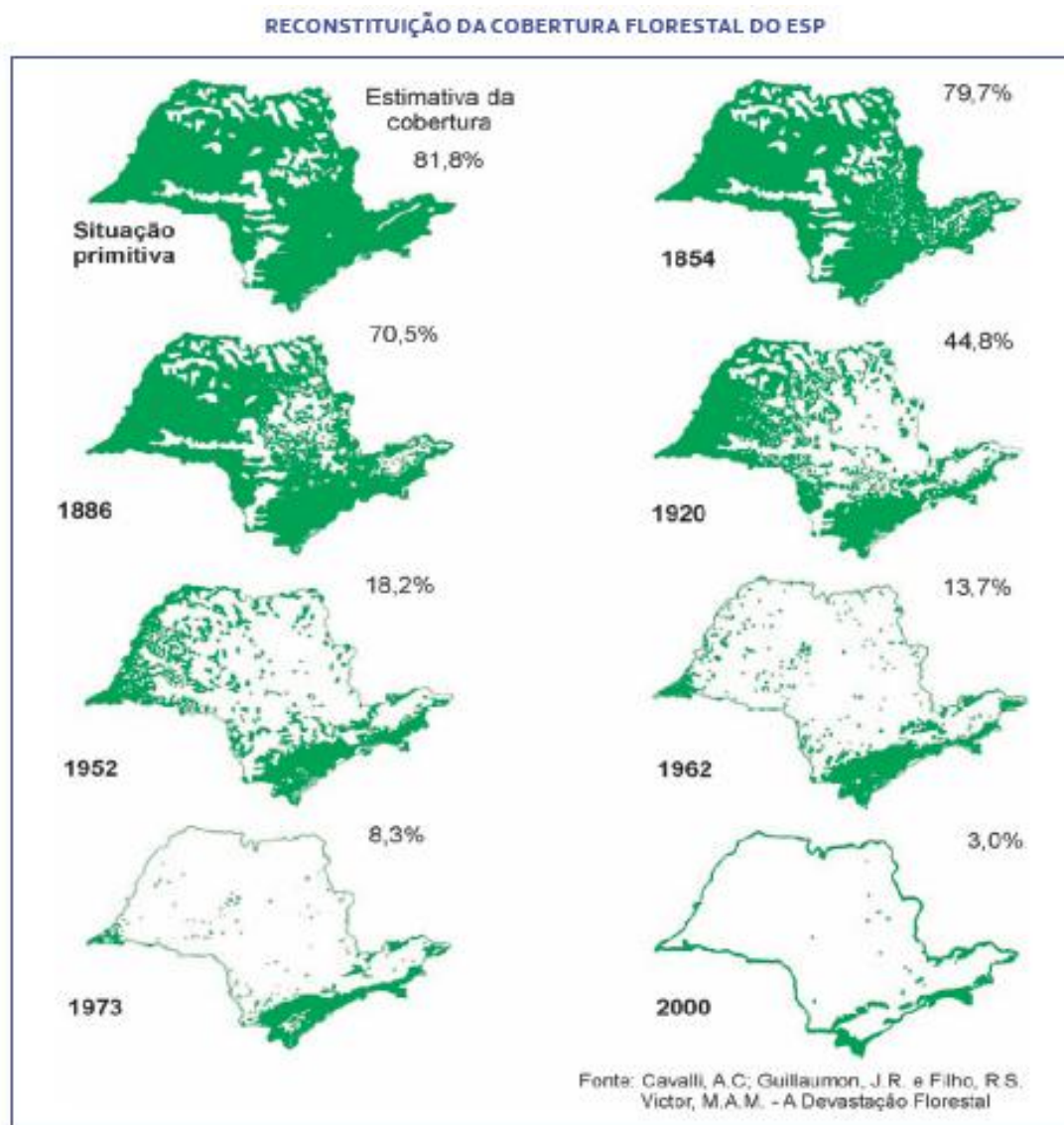
MACAUBAL - SP

7

15

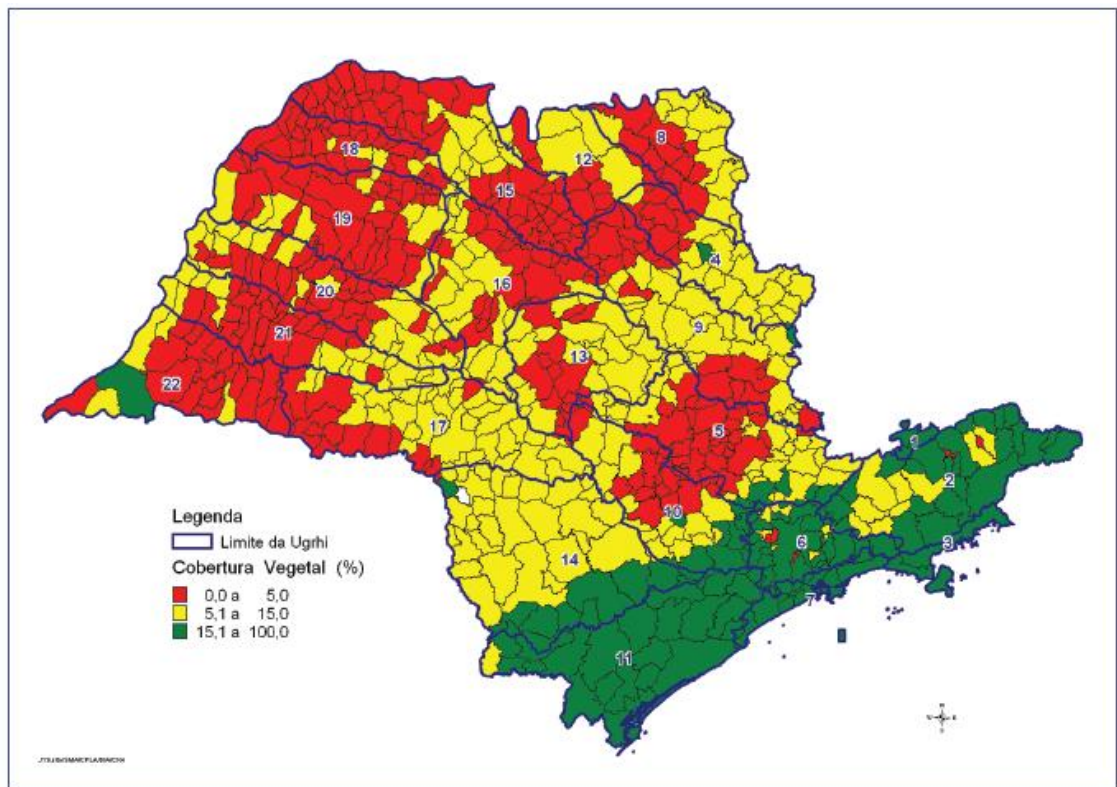
28

Malaise



Fonte: Victor (1979) apud Kronka et al (2005)

Figura 13: Condição da cobertura vegetal do Estado de São Paulo.



Fonte: Kronka et al (2005), elaborado por SMA/CPLA (2009)

Figura 14: Cobertura vegetal do Estado de São Paulo por município.

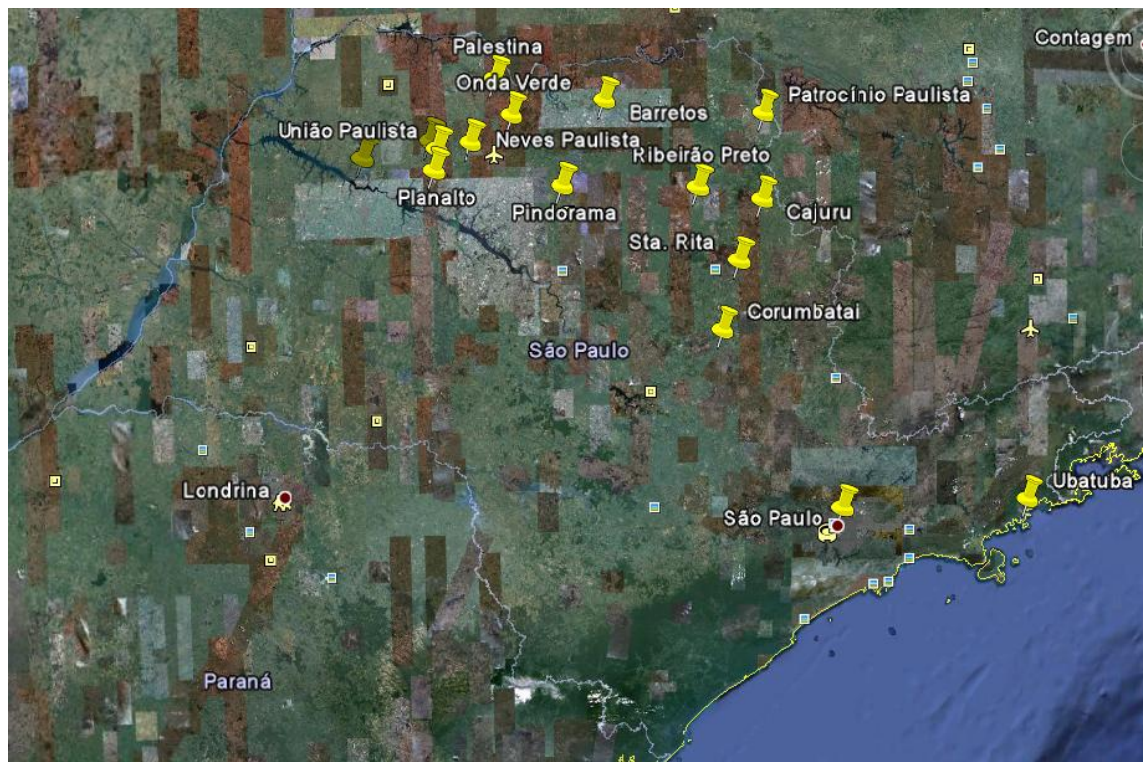


Figura 15: Levantamentos de Hymenoptera Sociais de São Paulo.

11. Referências Bibliográficas

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. **Diretrizes para a Conservação da Biodiversidade do Estado de São Paulo**. Programa Biota, 2008.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES.

Indicadores Ambientais por bacias hidrográficas do Estado do Paraná. Curitiba:

IPARDES, 2007, 98 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente/ Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Meio Ambiente Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2010.

Organização: Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho e Márcia Trindade Jovito. São Paulo, SMA/CPLA, 2010, 224 p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)