
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ZOOLOGIA

**EFEITO DE DISTÚRBIOS AMBIENTAIS SOBRE A
FAUNA DE CUPINS (INSECTA: ISOPTERA) E SEU
PAPEL COMO BIOINDICADOR**

KLEBER DO ESPÍRITO-SANTO FILHO

The background of the lower half of the cover is a large, abstract geometric pattern. It consists of various shades of blue and white triangles and polygons that overlap and intersect, creating a complex, crystalline structure.

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus de Rio Claro, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia)

Junho - 2005

EFEITO DE DISTÚRBIOS AMBIENTAIS SOBRE A FAUNA DE CUPINS (INSECTA: ISOPTERA) E SEU PAPEL COMO BIOINDICADOR

KLEBER DO ESPÍRITO-SANTO FILHO

Orientado: Profa. Dra. ANA MARIA COSTA LEONARDO

Co-orientador: Prof. Dr. DIVINO BRANDÃO

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus de
Rio Claro, para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia).**

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

Junho de 2005

*Aos meus pais, Kleber & Isa, a expressão máxima do
carinho, amor e dedicação que se pode ter por uma pessoa,.
Responsáveis por tudo que sou e por tudo que serei....*

*Ao meu melhor e mais leal amigo, Feroz, companheiro
de horas alegres e tristes, sempre disposto a escutar todas os
meus problemas...*

*Dedico esse pequeno trabalho, perto do que vocês representam
para mim...*

Agradecimentos,

Aos meus pais pelo apoio financeiro e emocional,

Aos meus irmãos: Ivan Lima, Iara Guimarães e Larissa Lima, pelo amor, amizade, orientação, companheirismo,

Ao meu grande amigo Diogo pelo auxílio nas análises dos dados, nas amostragens em campo, pelas idéias geniais, críticas, sugestões e, é claro, pelas horas de ócio criativo que passamos juntos,

Ao Prof. Dr. Reginaldo Constantino pelo auxílio decisivo na identificação das espécies e grupos funcionais,

Ao Prof. Dr. Luiz Maurício Bini, pelas críticas, sugestões e direcionamentos estatísticos,

Ao CNPq pelo auxílio financeiro durante parte do curso.

À COTEC, aqui representada pela figura da Sr. Nilse Kasue Shimura Yokomizo pelo auxílio nas questões legais,

Ao IBAMA, pela autorização para a coleta nas áreas pretendidas,

Aos Sr. Everton, Diretor do Parque Estadual de Vassununga e Sr. André, Coordenador de Pesquisas do Parque Estadual de Porto Ferreira, pela receptividade e cordialidade com que sempre nos atenderam,

Aos meus estagiários, ou melhor, AMIGOS, André Guaraldo e Gleiciane Patrício, sem os quais esse trabalho, sem dúvida nenhuma, não teria saído,

Ao meu amigo Jucelho pelo companheirismo e auxílio em trabalhos de campo,

Aos meus amigos, Alberto, Andrigo, Bibi, Camila Marinho, Cinara, Cris, Conrado, Eduardo (Bob), Fábio Brito, Fabíola Simões, Hélida, Johana, Lorena, Maria Fernanda, Raquel Lima, Rogilene, Thiago, Vanessa Araújo, Yara, e Wellington Peres, e a todos meus amigos que por algum motivo não estão aqui presentes, por terem me suportado durante tanto tempo, e sinceramente espero que continuem me suportando por muito mais...

Às minhas colegas de laboratório, Juliana, Fabiana, pela cordialidade e bom convívio,

Aos professores José Chaud e Maria José, pelo carinho e amizade que sempre apresentaram não só por mim, mas por todos os colegas de curso,

A Lu, Heloisa e Neuza, por serem tão solícitas sempre que necessário,

A Profa. Dra. Ana Maria Costa-Leonardo pelo suporte técnico nas coletas de campo, pela orientação, amizade, repreensões, críticas, sugestões, enfim, pelo ótimo contato que tivemos durante todo o curso,

E a todos que de certa forma contribuíram para a realização desse trabalho...

ÍNDICE

	Página
RESUMO	01
SUMMARY	03
1) INTRODUÇÃO	05
2) OBJETIVOS	14
3) MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1) Área de estudo	15
3.1.1) Gleba Capetinga Oeste	21
3.1.2) Gleba Capetinga Leste	22
3.1.3) Gleba Maravilha	24
3.1.4) Gleba Praxedes	25
3.1.5) Parque Estadual de Porto Ferreira	26
3.2) Amostragem	27
3.3) Identificação das Espécies e Grupos Funcionais	28
3.4) Análise dos dados	29
3.4.1) Medidas de Riqueza e Diversidade cupins	29
3.4.2) Escolha e quantificação dos distúrbios ambientais	31
3.4.3) Variáveis ambientais em relação à riqueza e abundância total de cupins	37
3.4.4) Análises de agrupamento para dados de cupim	37
3.4.5) Agrupamento e escalonamento das áreas	38
3.4.6) Análise de correspondência	39
3.4.7) Índice de valor das espécies (IndVal)	40
4) RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1) Espécies e respectivos grupos funcionais	41
4.1.1) Espécies	45
4.1.2) Grupos funcionais	47
4.2) Análises de riqueza e diversidade	48
4.2.1) Curva de acúmulo de espécies	48
4.2.2) Diversidade e Equitabilidade de Shannon-Wiener	51
4.2.2.1) Diversidade de espécies	52
4.2.2.2) Diversidade de grupos funcionais	53
4.3) Variáveis ambientais em relação à riqueza e abundância total de cupins ...	55
4.3.1) Tamanho	56
4.3.2) Proporção de perímetro (P/A)	58
4.3.3) Riqueza vegetal	59

4.3.4) Densidade vegetal relativa	61
4.3.5) Intensidade de turismo	62
4.4) Análise de Agrupamento para comunidade de cupins	63
4.4.1) Análise de agrupamento para espécies	64
4.4.2) Análise de agrupamento para grupos funcionais	65
4.5) Agrupamento e escalonamento das áreas preservadas e degradadas	68
4.5.1) Análise de agrupamento para parâmetros de degradação.....	68
4.5.2) Análise de Componentes Principais (PCA) para parâmetros de degradação	71
4.6) Variáveis ambientais em relação a frequência relativa de cupins	74
4.7) Análise de Correspondência	79
4.8) Índice das espécies indicadoras (IndVal)	82
5) CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 (Trabalho de campo em Porto Ferreira)	16
Figura 2 (Trabalho de campo em Maravilha)	16
Figura 3 (Posição das glebas no Estado de São Paulo)	18
Figura 4 (Imagem de satélite evidenciando as glebas estudadas)	19
Figura 5 (Gleba Capetinga Oeste)	22
Figura 6 (Gleba Capetinga Leste)	23
Figura 7 (Gleba Maravilha)	24
Figura 8 (Gleba Praxedes)	25
Figura 9 (Parque Estadual de Porto Ferreira)	26
Figura 10 (Esquema do protocolo utilizado no trabalho)	27
Figura 11 (Fragmentos hipotéticos de tamanhos diferentes)	33
Figura 12 (Fragmentos hipotéticos de perímetros diferentes)	34
Figura 13 (Histograma de espécies)	46
Figura 14 (Histograma de grupos funcionais)	48
Figura 15 (Curva de acúmulo de espécies)	49
Figura 16 (Área X Freqüência absoluta de cupins)	57
Figura 17 (Área X Riqueza de cupins)	57
Figura 18 (P/A X Freqüência absoluta de cupins)	58
Figura 19 (P/A X Riqueza de cupins)	58
Figura 20 (Riqueza Vegeta X Freqüência absoluta de cupins)	60
Figura 21 (Riqueza Vegeta X Riqueza de cupins)	60
Figura 22 (Densidade Vegetal X Freqüência absoluta de cupins)	61
Figura 23 (Densidade Vegetal X Riqueza de cupins)	61
Figura 24 (Intensidade de turismo X Freqüência absoluta de cupins)	62
Figura 25 (Intensidade de turismo X Riqueza de cupins)	62
Figura 26 (Análise de Agrupamento para espécies de cupins)	64
Figura 27 (Análise de agrupamento para grupos funcionais de cupins)	66
Figura 28 (Análise de agrupamento pra variáveis ambientais)	69
Figura 29 (PCA construído para variáveis ambientais)	72
Figura 30 (Análise de correspondência para fauna de cupins)	80

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 (Frequência de encontro de cupins e respectivos grupos funcionais)	42
Tabela 2 (Diversidade e equitabilidade de Shannon-Wiener para espécies)	52
Tabela 3 (Diversidade e equitabilidade de Shannon-Wiener para grupos funcionais)	54
Tabela 4 (Variáveis Ambientais)	56
Tabela 5 (Variáveis Ambientais, autovetores e porcentagem de explicação de cada eixo)	72
Tabela 6 (Resultado do Índice de Valor das Espécies (IndVal)	83

RESUMO

Os cupins possuem alta diversidade e estão entre os mais ricos e abundantes artrópodes de solo em sistemas florestais. Por serem detritívoros, os cupins assumem papel fundamental na ciclagem de nutrientes. Alguns processos físicos também estão ligados a esses insetos como a descompactação, aeração e movimentação de partículas do solo. Além disso, térmitas estão relacionados com a liberação do metano e do dióxido de carbono provenientes da digestão da celulose, sendo considerados fundamentais para a manutenção dos ecossistemas.

Para este estudo, cinco glebas de Mata Estacional Semidecidual foram comparadas usando como base a distribuição da fauna de cupins e algumas variáveis ambientais. Para a amostragem foi utilizado um transecto de 100 X 2 m dividido em 20 parcelas alternadas de 5 X 2 m que foram vasculhadas em

todos os possíveis locais de ocupação de cupins. As variáveis ambientais (Tamanho do Fragmento, Proporção de Borda do Fragmento, Riqueza Vegetal, Densidade Vegetal Relativa e Intensidade de Turismo) foram obtidas por meio de medição dos fragmentos estudados e em publicações referentes ao tema.

Nas análises, a riqueza total e frequência total de encontro de cupins demonstraram baixa afinidade em relação às variáveis ambientais. Contudo, a composição de espécies e de grupos funcionais, se mostraram associadas à essas variáveis.

As glebas estudadas foram divididas em “preservadas” e “perturbadas” de acordo com os valores das variáveis ambientais, por meio de uma ordenação. Posteriormente, os dados de frequência de cupins foram comparados a essa ordenação, a fim de se determinar alguma espécie ou grupo funcional que estivesse relacionado às áreas “preservadas” ou “degradadas”. Os resultados demonstraram, de maneira geral, afinidade de espécies húmidas e de hábito intermediário por áreas “preservadas” e afinidade de espécies xilófagas por áreas “degradadas”. Também se observou que algumas espécies demonstraram afinidade por diferentes áreas, sendo possíveis bioindicadores.

SUMMARY

The termites have high diversity. They are among the richest and most abundant soil arthropods in tropical forests. Because its detritivorous habit, the termites assume fundamental role in the nutrients cycling. Some physical processes are also related to those insects, like soil movement. Besides, termites liberate methane and carbon dioxide related to digestion of the cellulose process, and have been considered fundamental for the maintenance of the ecosystem.

In this study, five sites of “Estacional Semidecidual” Forest were compared using the distribution of the fauna of termites and some environmental variables. For the sampling, a transect of 100 X 2 m was used divided in 20 alternate quadrats of 5 X 2 m. In all quadrats, termites were searched at all possible places of occupation. The environmental variables (Fragment Size, Fragment Proportion of Border, Plant Richness, Plant Relative Density and Tourism Intensity) were obtained measuring studied fragments as well as studying publications of related theme.

In the analyses, the total richness and total encounter frequency of termites presented low relation to environmental variables on the other hand the

species and functional groups composition presented strongly associated to those variables.

The studied sites were divided in "preserved" and "disturbed" according to the values of the environmental variables by an ordination. Later, the data of termites frequency were compared to this previous ordination, aiming the determination of some species or functional group related to the "preserved" or "disturbed" areas. The results shown that soil feeders and intermediate species of termites are related to "preserved" areas, and wood feeders species are related to "disturbed" areas. Besides that, some species demonstrated to be related to different areas, what can be interpreted as bioindicators.

1) INTRODUÇÃO

Os cupins (Insecta: Isoptera) estão entre os mais abundantes artrópodes de solo dos ecossistemas tropicais (BANDEIRA & VASCONCELLOS, 2002; DAVIES et al., 1999; FITTKAU & KLINGE, 1973; OKWAKOL, 2000), atingindo 1% da riqueza e 10% da abundância animal em alguns sistemas florestais (EGGLETON & BIGNEL, 1995). As espécies de térmitas conhecidas estão agrupadas em 14 subfamílias, pertencentes a sete famílias (COSTA-LEONARDO, 2002), das quais quatro ocorrem no Brasil: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Sua distribuição é principalmente Tropical e Neotropical possuindo uma baixa diversidade em zonas temperadas. A região Neotropical é a segunda região mais diversa, com aproximadamente 500 espécies (CANCELLO & SCHLEMMERMEYER, 1999). No mundo existem cerca de 2750 espécies descritas, das quais aproximadamente 290 ocorrem no

Brasil (CONSTANTINO, 1999). Acredita-se que no Brasil, o número de espécies esteja sub-estimado devido à ausência de trabalhos com levantamento (CANCELLO, 1996). Além disso, vários grupos necessitam de revisão taxonômica.

Esses insetos compreendem a única ordem completamente eussocial, uma vez que se distribuem em colônias formadas por castas morfológicas e funcionais que apresentam cuidado cooperativo com a prole e sobreposição de gerações (THORNE, 1997; WILSON, 1971; WILSON, 2000). Devido à associação com simbioses intestinais (protozoários e bactérias) são capazes de digerir celulose. Além disso, cupins são detritívoros, assumindo papel fundamental na ciclagem de nutrientes, principalmente do carbono e nitrogênio, desempenhando papel “chave” nos processos ecológicos dos ecossistemas (APOLINÁRIO & MARTIUS, 2004; BONELL et al, 1986; BROWN JR., 1997a & b; CANCELLO & SCHLEMMERMEYER, 1999; DESHMUKH 1989; EGGLETON et al, 1995; EGGLETON et al, 1996).

Apesar de ser a celulose a única fonte de recurso alimentar dos cupins, essa substância é consumida em várias formas presentes na natureza, tais como madeira viva, seca e em avançado estado de decomposição (friável), gramíneas, fungos, líquens, folhas secas e húmus (EGGLETON et al, 1995). De acordo com os hábitos alimentares os cupins podem ser classificados em várias guildas. Para esse trabalho optou-se por dividi-los em: 1) humívoros, aqueles que se alimentam de húmus e das partículas minerais da mistura solo-madeira. 2) xilófagos, que se nutrem principalmente de madeira não decomposta. 3) comedores de serapilheira, que se alimentam de gramíneas,

folhas da serapilheira e de restos de madeira ainda não decomposta. 4) intermediários entre geófagos e xilófagos, aqueles que consomem madeira extremamente decomposta que já perdeu suas características estruturais (DAVIES, 2002; DE SOUZA & BROWN, 1994; DONOVAN et al, 2001; EGGLETON & BIGNELL, 1995; EGGLETON et al, 1995; GONTIJO & DOMINGOS, 1991; JONES & EGGLETON, 2000).

Os cupins também estão associados à processos como a aeração ou descompactação do solo, promovida por suas construções. Além da movimentação de partículas de solo entre os horizontes que promove a permeabilidade e conseqüentemente, interfere na estrutura dos aquíferos (ATTILA & MIKLÓS, 1996; BLACK & OKWAKOL, 1997; DAVIES et al, 1999; ELKINS et al, 1986). Devido a isso, são considerados “engenheiros” dos ecossistemas de solo (JONES et al, 1994). Adicionalmente, esses insetos também interferem substancialmente nos processos atmosféricos por meio da liberação de metano (CH_4) e de dióxido de carbono (CO_2), devido ao processo de digestão da celulose, e através da fixação de nitrogênio (N_2) pela ação dos simbioses intestinais (BLACK & OKWAKOL, 1997; BREZNAK et al, 1973; EGGLETON et al, 1999, SUGIMOTO et al, 2000). Estudos mostram que esses insetos podem ser responsáveis por até 2% do dióxido de carbono global e 15% do metano (BLACK & OKWAKOL, 1997), interferindo assim em padrões climáticos locais. Em vista do exposto, conclui-se que cupins são fundamentais em vários processos ecológicos, sendo um grupo essencial para a manutenção da biodiversidade.

O termo biodiversidade surgiu da aglutinação da expressão “diversidade biológica”, usada para designar a diversidade de formas de organização da vida, de genes à ecossistemas, espécies, populações e comunidades (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). A biodiversidade se relaciona com a diversidade de organismos vivos avaliados em uma determinada escala. Pode-se falar em biodiversidade global, de uma região ou mesmo local. Além disso, outros fatores como o tempo, também são importantes para a compreensão do termo e é interessante que a biodiversidade seja incluída em uma escala temporal utilizando-se do tempo profundo (milhões de anos), do tempo superficial, (alguns milhares de anos) ou mesmo do tempo imediato (alguns poucos anos) (RAUP, 1997). Assim sendo, é diferente falar sobre a biodiversidade no Cambriano e em uma área recém desmatada em processo de regeneração, não apenas devido ao número de espécies diferentes, mas também considerando os processos ecológicos distintos (PURVIS & HECTOR, 2000). Esses mesmos autores argumentam que é simplesmente impossível quantificar a biodiversidade sem que se leve em conta alguns aspectos do sistema, como o número de indivíduos, populações, a distribuição e as interações sinérgicas e antagônicas entre eles.

A literatura evidencia algumas tentativas de se atribuir um valor (ético, moral, religioso, monetário etc) à biodiversidade (EHRENFELD, 1997; HANEMANN, 1997; NORTON, 1997; PAOLETTI, 1999; PIMENTEL et al, 1997). Embora não se tenha chegado a um denominador comum, o homem parece estar mais consciente da importância da manutenção dos organismos

vivos e dos fatores abióticos que o influenciam, como forma de manter a própria existência humana sobre a terra.

Perturbações na diversidade biológica geram um mecanismo de resposta que desencadeia alterações nos sistemas abióticos, devido à falta de determinadas espécies que exercem determinadas funções no ambiente, podendo ser observadas variações no clima, no solo e na rede hídrica. De maneira simplista, ambientes com maior biodiversidade tendem a ser mais estáveis do que ambientes onde essa foi alterada pelo desaparecimento de espécies (PURVIS & HECTOR, 2000).

A perda de biodiversidade pode ser ocasionada por fatores naturais ou antrópicos (pela ação direta ou indireta do homem). Dentre as formas antrópicas mais comuns de degradação dos ecossistemas estão a caça e pesca predatórias, a exploração seletiva de algumas espécies vegetais, a destruição de habitats através dos desmatamentos em grande escala, a fragmentação e isolamento dos ambientes, a poluição dos cursos d'água, oceanos e a poluição atmosférica. Esses distúrbios afetam a distribuição dos cupins a medida que alteram a disponibilidade de recurso alimentar ou espacial alterando assim as interações ecológicas intra e inter-específicas. Para este trabalho, conceituou-se distúrbio ambiental como qualquer prática direta ou indireta de origem antrópica que gere modificações na estrutura e dinâmica do ecossistema, e com isso possa provocar uma resposta na estrutura das comunidades de cupins, aumentando ou diminuindo a riqueza e abundância de espécies (DAVIES, 2002; DAVIES et al, 1999; TABANEZ & VIANA, 2000). Distúrbios ambientais alteram a comunidade de cupins, selecionando as

espécies mais aptas. Essas, geralmente, se tornam “pragas” devido à explosão populacional e causam desequilíbrios na estrutura de todo o ecossistema (GALLO et al, 1988).

Uma questão contundente, para a manutenção e conservação da biodiversidade, está em como se estimar o nível de degradação de uma área de maneira rápida e eficiente. Áreas degradadas, em alguns casos, são caracterizadas por espécies dominantes que encontram seu nicho ótimo nesse ambiente. Algumas propostas têm sido sugeridas para a quantificação do estado de degradação de áreas naturais. Umas utilizam a diversidade total, o que é, de certa forma, um processo caro e demorado. Outras utilizam grupos específicos, os bioindicadores ou indicadores biológicos, o que torna a quantificação mais rápida (BALMFORD, 1998; BROOKS, 1998; BROWN JR., 1997 a & b; BROWN JR. & FREITAS, 2000; DAVIES et al, 1999; DUFRÉNE & LEGENDRE, 1997; EDWARDS, 1998; HILL, 1998; HILTY & MERENLENDER, 2000; OKWAKOL, 2000; PAOLETTI, 1999).

Os indicadores biológicos são usados comumente pelo homem de maneira empírica, sem critério científico ou experimental, para desvendar padrões e processos naturais. É comum, em conversas com pessoas ligadas às práticas rurais, a citação de vários exemplos de bioindicadores, tal como, “cupinzeiros em pastagens são indicadores de solo pobre”. Embora a verossimilhança dessa afirmação seja bastante questionável (FERNANDES et al, 1996), é notório que o homem busca antecipar as informações por meio de indicadores. No meio científico, o termo bioindicador está relacionado à resposta dada por grupos, espécies ou indivíduos às mudanças na estrutura do

ecossistema no qual estão inseridos. Parâmetros, tais como mudanças fisiológicas, densidade, presença/ ausência e diversidade de grupos, são utilizados como medidas das condições dos ecossistemas (HILTY & MERENLENDER, 2000). Bons bioindicadores devem ser de fácil identificação e capazes de gerar respostas rápidas (PAOLETTI, 1999).

BROWN JR. (1997a) descreve três parâmetros de indicação relacionados a organismos e ambientes onde eles ocorrem: *raridade*, *endemismo* e *diversidade*. A raridade e o endemismo se relacionam às biotas que, por sua singularidade, merecem uma atenção especial no que diz respeito à conservação. O terceiro parâmetro, a diversidade, seria aconselhado para o monitoramento de áreas ao longo do tempo, pois refletiria os processos biológicos como o fluxo de energia e de matéria no ecossistema. RAINIO E NIEMELÄ (2003) definem bioindicadores como o grupo de espécies capaz de refletir o estado do ambiente biótico e abiótico e que represente as mudanças na composição da comunidade.

Vários são os grupos utilizados como bioindicadores: plantas, bactérias, protozoários; fungos, líquens, nematóides, minhocas, aves, sapos e mamíferos (BROWN JR., 1997a & b; BROWN JR. 2000; GARCIA & HERNÁNDES, 1997; GRIFFITHS et al, 2001; LONGCORE, 2003; SCHULTZ, 2000). Contudo, existe atualmente uma tendência de utilizar cada vez mais os grupos de invertebrados como indicadores biológicos, tanto pela facilidade de estimativa de suas populações como pelo fato que eles representam, de uma maneira eficiente, o estado de degradação do ecossistema (BROWN JR., 1997a).

Algumas peculiaridades tornam os insetos (responsáveis atualmente por mais de 50% da biodiversidade da fauna global (RUPPERT & BARNES, 1994)) importantes indicadores biológicos. Talvez, a principal delas seja a de que os insetos, cuja capacidade de migração é mais restrita que a de grupos como mamíferos ou aves, estejam mais sujeitos às modificações ocorridas em seu ambiente, ou seja, eles não podem escapar às modificações regionais (HILTY & MERENLENDER, 2000). Dentre os insetos mais estudados como bioindicadores estão algumas abelhas, borboletas, formigas e besouros e, de maneira mais discreta, representantes dos Collembola, Odonata, Homoptera, Hemiptera, Trichoptera, Diptera, Orthoptera e Isoptera (ANDERSEN et al, 2001; BROWN JR. & FREITAS, 2000; BROWN JR. 2000; BROWN JR., 1997a & b; JAROSLAV, 1999; KEVAN, 1999; MCGEOCH et al, 2002; OOSTERMEIJER & VAN SWAAY, 1998; RAINIO & NIEMELA, 2003; RODRIGUEZ et al 1998; TAYLOR & DORAN, 2001; TSCHARNTKE et al, 1998)

Entre os insetos, BROWN JR. (1991) coloca os cupins como importantes indicadores biológicos, atribuindo 20 pontos a estes (em uma escala de 0 a 24), permanecendo atrás apenas de borboletas e formigas que, obtiveram 21 pontos. No estudo, o autor atribui tamanha pontuação aos cupins, principalmente, devido à sua diversidade taxonômica e ecológica, tratabilidade taxonômica, presença de indivíduos em todos os meses do ano, importância funcional no ecossistema e resposta visível à distúrbios. Além disso, o hábito sedentário desses insetos pode ser um interessante parâmetro de indicação,

pois cupins demoram mais a reabitar áreas perturbadas do que outros grupos de dispersão mais rápida.

Em vista da explanação anterior, os cupins são muito importantes para o estudo de degradação ambiental, principalmente devido a sua resposta à qualidade e à abundância de recursos disponíveis. Alguns cupins, por serem detritívoros, possuem duas características que os fazem particularmente adequados para o estudo de distúrbios ambientais: i) eles não controlam diretamente a taxa que seus recursos estão disponíveis (como é o caso dos herbívoros). Pelo contrário, térmitas e outros detritívoros dependem totalmente de fatores ecológicos que fornecem recursos para sua sobrevivência; ii) eles não afetam a regeneração dos recursos (como fazem os predadores). Portanto, térmitas não mascaram as restrições ambientais, seja por redução de habitats ou escassez de recursos (DE SOUZA & BROWN, 1994).

Todos os fatores responsáveis pelo desequilíbrio nas comunidades de cupins ainda não estão elucidados e, atualmente, estão sendo investigados por alguns pesquisadores. Aceita-se que são vários fatores (diretos e indiretos) e que esses influenciam fortemente o hábito alimentar do grupo. Desvendar o padrão com que a comunidade de cupins responde à esses desequilíbrios pode constituir uma ferramenta fundamental no auxílio às práticas conservacionistas, tanto no auxílio à fiscalização e monitoramento de áreas de preservação, quanto na detecção de áreas prioritárias para a conservação.

2) OBJETIVOS

O presente estudo visou a investigação da influência da degradação ambiental sobre a comunidade de cupins. Dessa maneira, buscou-se um padrão de variação na dinâmica da comunidade de cupins que permitisse estabelecer o grupo dos cupins, ou alguma espécie desse grupo, como um indicador biológico da qualidade ambiental.

3) MATERIAIS E MÉTODOS

3.1) Área de Estudo

Cinco fragmentos de Mata Estacional Semidecidual (Mata Atlântica de Interior) foram amostrados no período de 05/ 2003 a 09/ 2003 (figuras 1 e 2). Essa formação vegetal é caracterizada pelo clima com duas estações bem definidas, chuvosa e seca. A vegetação é considerada mata estacional, pois os elementos arbóreos são adaptados ora a deficiência hídrica ora à queda de temperatura nos meses frios e semidecidual, pois a percentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20 e 50% nos meses desfavoráveis (VELOSO & GÓES FILHO, 1982).



Figura 1. Início dos trabalhos em Porto Ferreira. Unidade amostral delimitada com estaca de Pinus e fita plástica.



Figura 2. Detalhe da coleta de cupins de solo em uma das amostragens executada na gleba Maravilha.

Os fragmentos amostrados situam no centro-leste do Estado de São Paulo, sendo quatro no município de Santa Rita do Passa Quatro, Parque Estadual da Vassununga (PEV), e um no município de Porto Ferreira, Parque Estadual de Porto Ferreira (PEPF) (figura 3) e podem ser observados de maneira mais detalhada na imagem de satélite figura 4 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2004). O desvio observado no tamanho e na forma dos fragmentos entre as figuras 3 e 4 é devido à diferença entre as técnicas de mensuração. No caso da imagem fornecida pela SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE (2000) (figura 3) foi utilizada a técnica de georeferenciamento por GPS (“Global Position System”), técnica essa que possui um desvio padrão associado, o que não ocorre na imagem de satélite fornecida pelo INPE (2004) (figura 4) já que esta é uma concepção fotográfica dos fragmentos.

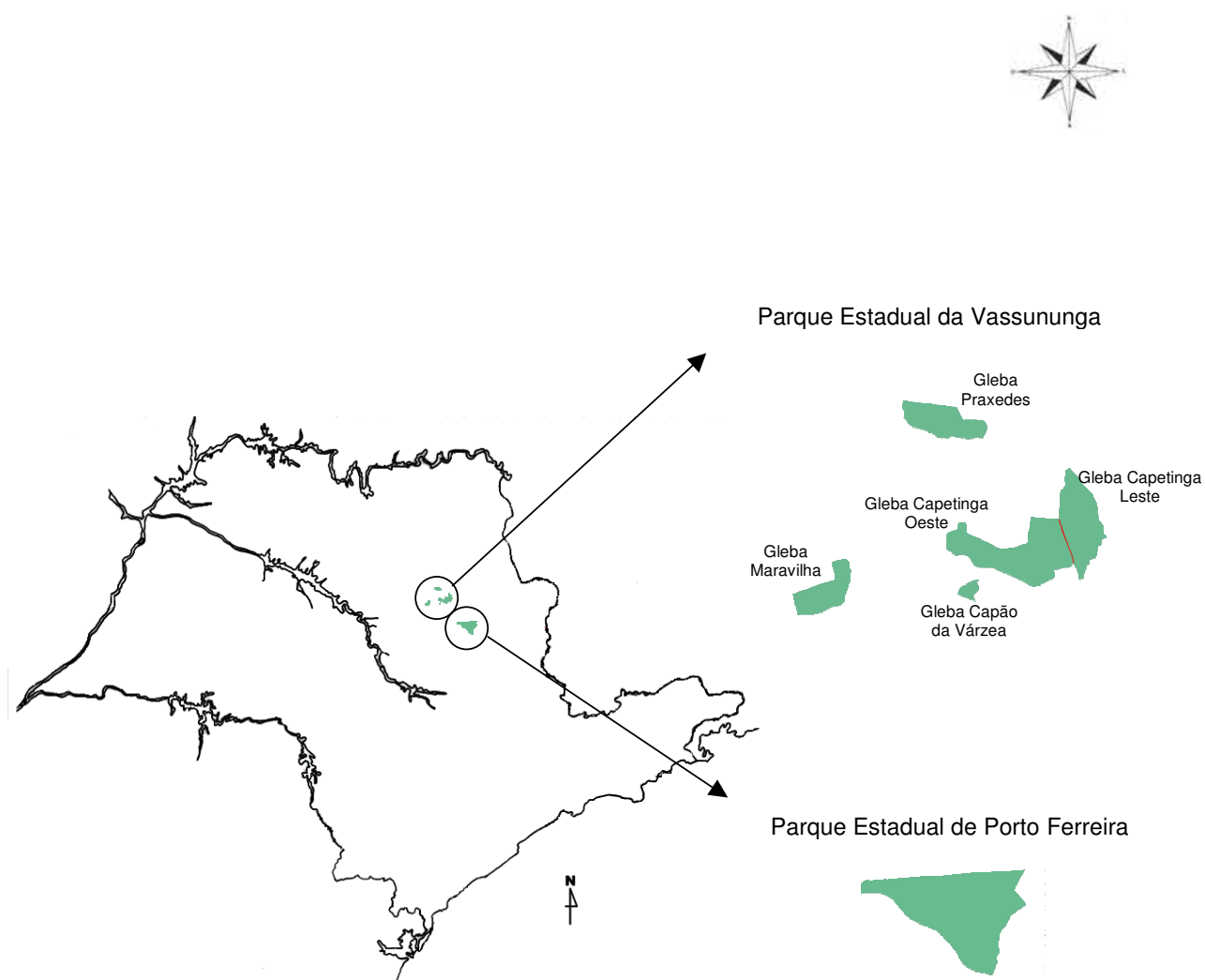


Figura 3. Posição das glebas de mata estacional semidecidual estudadas no Estado de São Paulo (Centro-Leste). Todas as glebas foram amostradas, exceto a gleba Capão da Várzea, por ser muito pequena e de solo encharcado, diferindo muito dos outros fragmentos. O traço vermelho entre as glebas Capetinga Leste e Oeste representa um trecho da rodovia SP 330 (Anhanguera) ROHR (1997); SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE (2000).

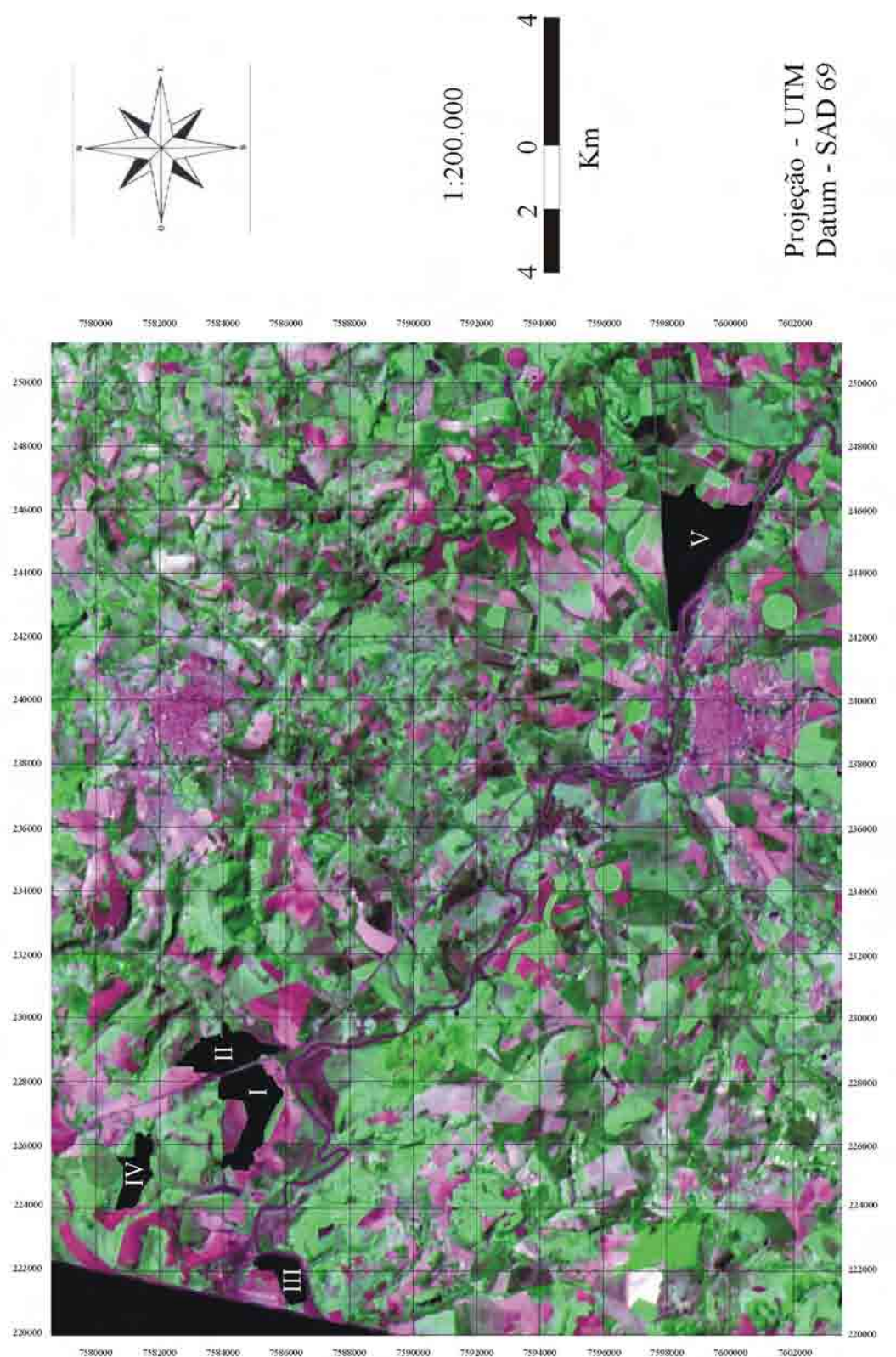


Figura 4. Imagem de satélite evidenciando as glebas I Capetinga Oeste, II Capetinga Leste, III Maravilha, IV Praxedes e V Porto Ferreira (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004)

O Parque Estadual da Vassununga (PEV) foi criado pelo Estado de São Paulo através do Decreto nº 52.546 de 26/10/1970, e elevado à categoria de parque devido à presença de uma formação geológica de “interesse turístico”. Inicialmente, o parque contava com quatro glebas de Mata Estacional Semidecidual (Capão da Várzea, Praxedes, Maravilha, Capetinga Oeste) e uma gleba de Cerrado (Pé de Gigante). Em 12/03/1971, através do Decreto nº 52.720, outra gleba, Capetinga Leste, foi incorporada ao parque (MARTINS, 1979) que atualmente possui uma área total de cerca de 1.675,32 ha.

O Parque Estadual de Porto Ferreira (PEPF), antiga fazenda Santa Mariana, foi criado pelo Decreto nº 40.991 de 06/11/1962. Nesse parque pode-se observar duas formações característica: Mata Estacional Semidecidual e Cerradão. Atualmente o PEPF conta com uma área aproximada de 611,55 ha (BERTONI, 1984; SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Conhecida pela qualidade da terra (terra roxa) e boa topografia, a vegetação da região do PEV e do PEPF sofreram fortes processos antrópicos com a expansão da cultura de café no século XIX (VIEIRA et al, 1990). Provavelmente, a implantação dessa cultura foi a primeira forma de desmatamento sistemático. Contudo, anteriormente a região já sofria com o desmatamento para a implantação de pastagens para a pecuária e a retirada de várias espécies vegetais para a construção civil. Atualmente, o Estado de São Paulo conserva alguns fragmentos de Mata Estacional Semidecidual que, juntamente com outros tipos florestais, já chegaram a cobrir 81,8% do Estado (VICTOR, 1975), e nos dias atuais não chegam a 3% da cobertura vegetal (BERTONI, 1984). Ainda hoje, os remanescentes de floresta do interior de São

Paulo sofrem com a expansão de culturas como a cana de açúcar e as plantações de eucalipto.

Além do fato das técnicas de manejo dessas culturas serem agressivas ao meio ambiente (queimadas regulares, inseticidas e herbicidas), o aumento do grau de isolamento entre os fragmentos impede o fluxo de animais e plantas diminuindo a variabilidade genética das espécies ali confinadas.

Essas áreas foram escolhidas devido às características florísticas semelhantes (Mata Estacional Semidecidual), e por possuírem estudos fitossociológicos já realizados nas áreas, o que facilitaria a obtenção de variáveis para as análises de diversidade. Além disso, os fragmentos têm tamanho suficiente para abrigar certa quantidade de fauna e flora, permitindo a variabilidade genética além de serem importantes Unidades de Conservação do Estado de São Paulo (VELOSO & GÓES FILHO, 1982).

3.1.1) Gleba Capetinga Oeste

A gleba Capetinga Oeste (21º 42' 37" S e 47º 38' 37" W) pertence ao PEV, município de Santa Rita do Passa Quatro – SP, com altitude aproximada variando entre 560 e 620 m e tamanho aproximado de 339,81 ha (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2000). O clima é Cwag de Köeppen, apresentando uma deficiência hídrica normal de 24 mm entre meados de abril e meados de setembro. Nessa gleba ocorrem Latossolo Vermelho-escuro, a fraco, textura média a argilosa e Latossolo Roxo-distrófico, a fraco, textura média e muito argilosa (VIEIRA et al, 1989) (figura 5).

A Gleba Capetinga Oeste concentra a maior parte das atividades turísticas do parque. Possui várias trilhas ecológicas que são freqüentadas por turistas, principalmente nos finais de semana. O fragmento está quase totalmente circundado por canaviais. A única exceção é a face leste, que faz limite com a rodovia SP-330 (Anhanguera), e que separa esse fragmento da Gleba Capetinga Leste.



Figura 5. Gleba Capetinga Oeste e Gleba Capão da Várzea. Em vermelho e branco caminhas não pavimentadas (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

3.1.2) Gleba Capetinga Leste

A gleba Capetinga Leste (21° 42' 40" S e 47° 37' 15" W) pertence ao PEV, município de Santa Rita do Passa Quatro – SP, com altitude aproximada

variando entre 520 e 700 m e tamanho aproximado de 191,00 ha (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2000). O clima é Cwag de Köppen, temperado, macrotérmico, moderadamente chuvoso, de inverno seco não rigoroso. Ocorre nessa gleba Latossolo Vermelho-escuro, a fraco, textura média a argilosa e Latossolo Roxo-distrófico, a fraco (BERTONI et al, 1992) (figura 6).

Nesse fragmento está situada a sede administrativa e as residências dos funcionários do parque. Também existem algumas trilhas, porém em menor número e essas são menos freqüentadas que as trilhas da Capetinga Oeste. A área faz limite a Oeste com a rodovia SP-330 (Anhanguera), ao Sul com o Rio Mogi-Guaçu e ao Norte e Leste com plantações de laranja e pastagens. Uma tentativa de reflorestamento foi realizada na parte norte da gleba, onde eucaliptos foram plantados e abandonados, alterando a estrutura fitossociológica do fragmento.



Figura 6. Gleba Capetinga Leste. (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

3.1.3) Gleba Maravilha

A gleba Maravilha (21° 43' 53" S e 47° 41' 56" W) pertence ao PEV, município de Santa Rita do Passa Quatro – SP, com altitude aproximada variando entre 540 e 620 m e tamanho aproximado de 130,05 ha (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2000). O clima é Cwag de Köppen, temperado, macrotérmico, moderadamente chuvoso, de inverno seco não rigoroso, com deficiência hídrica de meados de abril à meados de setembro (MARTINS, 1982; VIEIRA et al, 1990) . Nessa gleba ocorre Latossolo Vermelho-escuro, a fraco, textura média a argilosa e Latossolo Roxo-distrófico, a fraco e, em menor proporção, Litossolo, fase substrato basáltico (DOMINGUES et al, 1987) (figura 7).

A Gleba Maravilha está situada próxima a uma usina de beneficiamento de cana Santa Rita. O fragmento é circundado por plantação de cana, excetuando a face Sul que faz limite com o Rio Mogi-Guaçu. Nessa gleba não é permitida a visitação de turistas e as únicas pessoas autorizadas a freqüentar o parque são os funcionários e pesquisadores, diminuindo assim, a influência antrópica direta no ambiente.



Figura 7. Gleba Maravilha. (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

3.1.4) Gleba Praxedes

A gleba Praxedes (21° 40' 29" S e 47° 39' 30" W) pertence ao PEV, município de Santa Rita do Passa Quatro – SP, com altitude aproximada variando entre 580 e 700 m e tamanho aproximado de 132,82 ha (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2000). O clima é Cwag de Köppen, temperado, macrotérmico, moderadamente chuvoso, de inverno seco não rigoroso, com deficiência hídrica de meados de abril à meados de setembro (BERTONI et al, 1988) . Nessa gleba ocorre Latossolo Vermelho-escuro, a fraco, textura média a argilosa e Latossolo Roxo-distrófico, a fraco (DOMINGUES et al, 1987) (figura 8).

Similar à Gleba Maravilha, não é permitida a entrada de turistas, sendo que Praxedes, está completamente circundada por plantação de cana e é cortada ao meio por dois cursos d'água de pequeno porte.

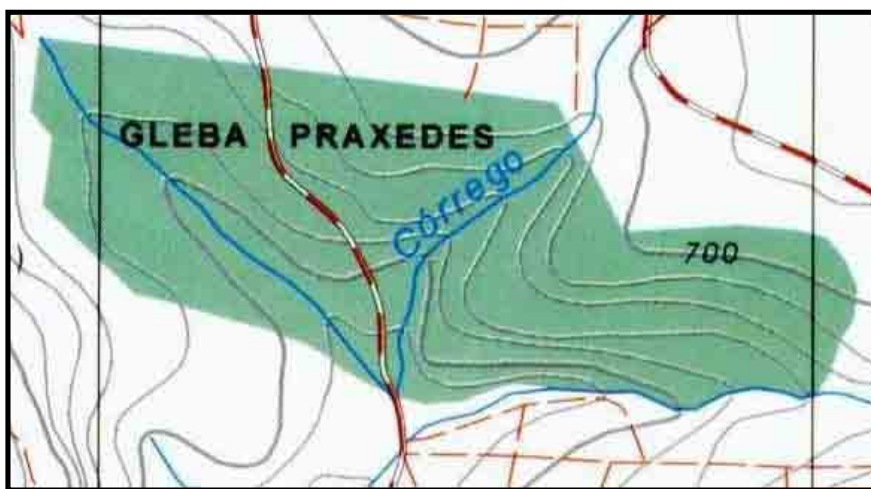


Figura 8. Gleba Praxedes. (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000). Em vermelho e branco uma antiga passagem não pavimentada desativada na época de criação do parque.

3.1.5) Parque Estadual de Porto Ferreira

O PEPF (21° 50' 17" S e 47° 29' 13" W), município de Porto Ferreira – SP, possui altitude aproximada de 584 m e tamanho aproximado de 611,55 ha (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2000). O clima é Cwa de Köppen, temperado, macrotérmico, de inverno seco não rigoroso (BERTONI, 1984). No parque ocorrem solos hidromórficos e aluviais, intergrades para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho-Escuro (BERTONI, 1984; COMISSÃO DE SOLOS, 1960) (figura 9).

Várias trilhas e estradas estão presentes no PEPF e são acessíveis a turistas. O parque faz limite a Oeste com o Rio Mogi-Guaçu, a Leste com o Ribeirão dos Patos e ao Sul com a rodovia SP-215. Como citado anteriormente, a Unidade de Conservação é composta por duas formações características, Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão. No presente estudo apenas a parte de floresta Estacional foi amostrada. No parque, as áreas são bem definidas e não existe risco de confundi-las, embora no mapa exposto não exista um limite claro entre as formações.



Figura 9. Parque Estadual de Porto Ferreira. (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

3.2) Amostragem

A amostragem foi completamente realizada no inverno devido à maior facilidade de trabalho em campo. A metodologia de amostragem utilizada nesse trabalho foi o transecto. Em cada um dos fragmentos, estudados neste trabalho, foi escolhida uma área ao acaso e nela foi construído um transecto de 100 x 2 m dividido em 20 parcelas de 2 x 5 m (figura 10, a e b). Cada parcela foi vasculhada por 1 (uma) hora/ coletor em todos os possíveis locais de ocupação dos cupins (troncos caídos, galerias em árvores, solo, serapilheira, ninhos e galhos) respeitando uma altura máxima de 2 metros acima do nível do solo. Para o presente estudo foi realizada uma adaptação do protocolo proposto por JONES e EGGLETON (2000). As parcelas foram alternadas e não contíguas, como proposto no protocolo dos referidos autores. Além disso, não foram feitos buracos de 12 x 12 x 10 cm e sim trincheiras de 15cm de profundidade, 15cm de largura e 50 cm de comprimento.

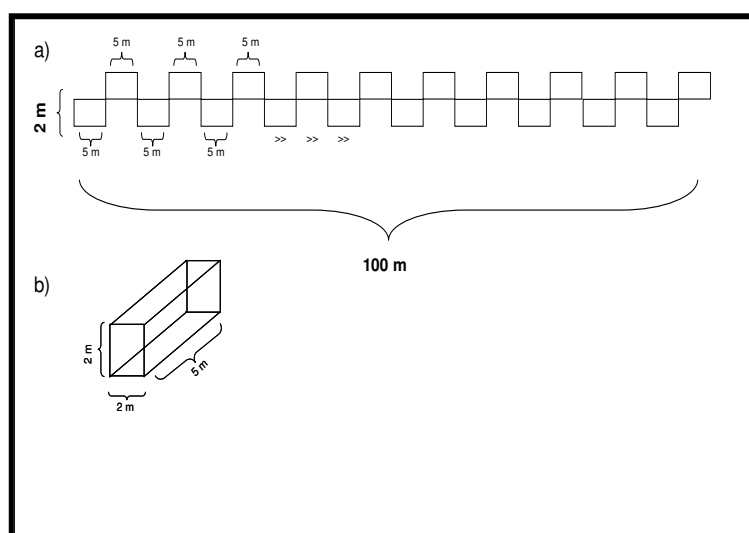


Figura 10 a. Esquematisação do transecto usado para amostragem de cupins. 100 m de comprimento e dois de largura, divididos em 20 parcelas alternadas de 5 x 2 metros. **b.** Detalhe de uma das parcelas do transecto isolada de 5 x 2 metros e 2 metros de altura

Devido ao pequeno número de pessoas trabalhando e o tempo disponível para a permanência nas áreas, toda a coleta foi realizada no campo, não sendo possível a retirada de monólitos (blocos de terra) e nem a coleta de parte da serapilheira para posterior análise em laboratório.

Os cupins foram coletados com o auxílio de pinças e pincéis e foram acondicionados em frascos contendo álcool 80 GL e, posteriormente, triados em laboratório.

Apesar de ser comprovadamente um bom método para estudo comparativo da riqueza de cupins (JONES & EGGLETON, 2000) o transecto é bastante questionável para a determinação da abundância. Por existir um tempo determinado para coleta, nos casos em que o pesquisador encontra mais de uma amostra da mesma espécie por parcela, essas são consideradas como apenas uma ocorrência ou presença, pois não existe tempo hábil para verificar se as amostras são ou não, da mesma colônia. É comum encontrar o termo “*freqüência de encontro*” como uma forma de expressar a abundância em estudos feitos com transectos, assim, como foi utilizado nesse trabalho. Logo, a freqüência máxima de encontros será igual ao número de parcelas em que o transecto foi dividido.

3.3) Identificação das Espécies e Grupos Funcionais

Com o auxílio de chaves de identificação (CONSTANTINO, 1999; CONSTANTINO, 2000) e outras publicações as amostras foram separadas em gêneros e posteriormente em espécies e morfoespécies em lupas estereoscópicas. Os grupos funcionais (humívoros, xilófagos, intermediários e

comedores de serapilheira) foram descritos através de observações em campo e informações da literatura (ARAUJO, 1969; ARBINO & TORALES, 1990; CANCELLO, 1986; CANCELLO, 1989; CONSTANTINO, 1991; CONSTANTINO, 1992 a & b; CONSTANTINO, 1998; CONSTANTINO, 2002; EMERSON, 1952; EMERSON, 1965; OLIVEIRA, 1979; OLIVEIRA et al, 1987; OLIVEIRA et al, 1988). Amostras escolhidas de cada morfoespécie foram identificadas por comparação com a coleção termitológica da Universidade de Brasília, que juntamente com o CEIS foram as instituições onde o material coletado foi depositado.

3.4) Análise dos dados

Como a percepção dos efeitos dos distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins está intimamente associada com a descrição desse grupo como bioindicador, optou-se por analisar os dados de maneira contínua, recorrendo, quando necessário, às análises anteriores.

3.4.1) Medidas de Riqueza e Diversidade cupins

Medidas da comunidade de cupins foram calculadas com base na riqueza total de espécies, frequência relativa de encontro de espécies e frequência relativa de encontro de grupos funcionais. As análises utilizadas foram:

i) Curva Média de Acúmulo de Espécies (curva do coletor), nessa análise o princípio básico é a representação do número de espécies pelo esforço

amostral. Partindo desse princípio a curva tende a se estabilizar assim que a riqueza total da área for coletada (MELO, 2003). Como forma de complementar as informações disponíveis na curva do coletor, um ajuste de regressão logarítmica foi aplicado ao modelo.

ii) Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, esse índice utiliza a proporção de espécies na composição de seus valores. É um índice influenciado pela riqueza de espécies (MAGURRAN, 1988), obtido pela fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

onde:

p_i é a proporção de indivíduos da i -ésima espécie, e

S é o número de espécies observadas

iii) Equitabilidade de Sannon-Wiener, atribui um valor relativo a abundância de cada espécie dentro da comunidade. A equitabilidade pode ser obtida pela fórmula:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

onde:

H' é a diversidade de Shannon-Weaner, e

$H'_{\max}$ é o valor de H' para uma comunidade hipotética com as espécies distribuídas de maneira idêntica na comunidade

O valor máximo da equitabilidade de Shannon-Wiener calculada por essa formula é igual a 1, o que representaria que todas as espécies da comunidade estão distribuídas com mesma abundância (BEGON et al, 1990; MAGURRAN, 1988).

A base natural do logaritmo foi usada em todas as operações que envolveram essa função.

3.4.2 – Escolha e quantificação dos distúrbios ambientais

Algumas variáveis que se acredita influenciarem a distribuição dos cupins, aqui denominadas de *parâmetros ambientais* ou *variáveis ambientais*, foram medidas em cada gleba e analisadas a fim de se comparar com os dados obtidos da comunidade de cupins. As variáveis ambientais foram:

a) Tamanho:

O tamanho de um fragmento afeta toda a estrutura das comunidades nele presente. Áreas maiores possuem maior quantidade de habitat, o que de certa forma aumenta a probabilidade de interações entre os organismos, aumentando assim a riqueza de espécies (MACARTHUR & WILSON, 1967). Segundo os mesmos autores, à medida que a área diminui a riqueza de espécie tende a diminuir na proporção de 10 para 2. Ou seja, uma diminuição de 10 vezes no tamanho do fragmento reduziria a riqueza de espécies pela metade. Além disso, áreas que são isoladas (cercadas por rios, estradas, plantações ou qualquer barreira que impeça a dispersão das espécies), como no caso dos fragmentos estudados, tendem a confinar as espécies neles presentes, ficando essas, subordinadas às interações que ocorrem dentro dos limites do fragmento, aumentando assim o peso dessa variável.

A distância média entre o centro e a borda do fragmento também possui influência na diversidade de espécies ali presentes. Áreas menores possuem uma menor distância entre o centro a borda e acabam sendo mais afetadas por fatores externos (PRIMACK & RODRIGUES, 2001) (figura 11). Dessa maneira, fragmentos menores estão em uma maior situação de *stress* e foram considerados mais perturbados.

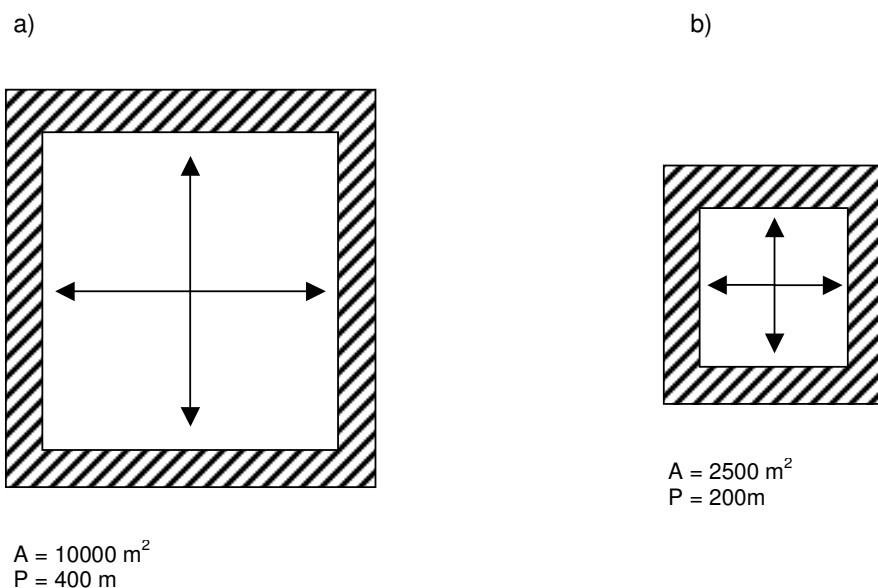


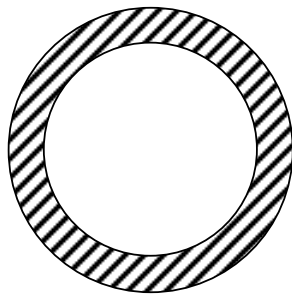
Figura 11. Dois fragmentos hipotéticos **a** e **b**. a) Fragmento com área de 10000 m^2 , perímetro igual a 400 m b) Fragmento com área de 2500 m^2 , perímetro 200 m . Descontando-se uma faixa de 35 m (borda) a partir do limite do fragmento, tem-se uma área restante de 4225 m^2 para o fragmento **a** e de 225 para o fragmento **b**. Ou seja, aproximadamente 42% da área do fragmento **a** não sofre influência do meio externo, enquanto apenas 9% da área do fragmento **b** não sofre essa influência. Logo fragmentos menores são mais influenciados por fatores externos.

b) Proporção de perímetro

Para essa variável assumiu-se que áreas que possuem maior extensão de perímetro em relação à área total do fragmento são mais afetadas, por possuírem mais borda. A proporção de perímetro é obtida dividindo-se o perímetro pela área total do fragmento (PRIMACK, 1993; PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Assim, áreas muito sextavadas, ou com muitas extremidades tendem a ter maior proporção de perímetro sofrendo maior interferência externa devido ao excesso de borda (figura 12). Sendo assim,

fragmentos mais regulares ou circulares tendem a ser menos influenciados pela borda.

a)



$$A = 10000 \text{ m}^2$$

$$P = 354,38 \text{ m}$$

b)



$$A = 10000 \text{ m}^2$$

$$P = 400 \text{ m}$$

Figura 12. Dois fragmentos hipotéticos **a** e **b**. a) Fragmento com área de 10000 m^2 , perímetro igual a $354,38 \text{ m}$ e proporção de perímetro igual a $0,35$. b) Fragmento com área de 10000 m^2 , perímetro 400 m e proporção de borda igual a $0,4$. Logo, áreas com menor proporção de perímetro tendem a ser menos influenciadas pelo meio externo.

No caso dos fragmentos estudados, que possuem em seu entorno principalmente canaviais, laranjais e em menor proporção plantações de eucalipto, que são culturas onde se faz o combate de pragas através de inseticidas, a proporção de borda nos fragmentos é ainda mais influente sobre a diversidade de cupins. Isso porque os inseticidas aplicados acabam afetando proporcionalmente uma maior área da gleba. Fato que se agrava, quando na técnica de aplicação, são utilizados aviões de pulverização que aumentam a dispersão do inseticida (DE SOUZA, 1995).

c) Riqueza vegetal

A riqueza vegetal é um importante parâmetro para a distinção de áreas preservadas e perturbadas e apresenta relação direta com os cupins, uma vez que esses são consumidores exclusivos de celulose. Como todos os fragmentos estudados possuem a mesma composição vegetal (Mata Estacional Semidecidual), espera-se que a riqueza vegetal seja semelhante em número e em composição de espécies. Sendo assim, assumiu-se que áreas que possuem menor riqueza vegetal tendem a ser mais perturbadas do que áreas de maior riqueza.

d) Densidade vegetal relativa

A densidade vegetal relativa é a proporção de indivíduos da comunidade vegetal por unidade amostral. Por pertencerem à mesma formação vegetal, fragmentos estáveis tendem a possuir uma densidade vegetal semelhante. Áreas onde se percebe a densidade vegetal relativa muito diferente da demais, em geral mais baixa, tendem a ser mais perturbadas, principalmente para a Mata Estacional Semidecidual, caracterizada pela densa cobertura vegetal (VELOSO & GÓES FILHO, 1982). Assim como a riqueza vegetal, a densidade vegetal também está relacionada à distribuição de cupins. Porém, a riqueza se relaciona com as espécies vegetais que são consumidas pelos Isoptera, e a densidade vegetal reflete quantitativamente a disponibilidade de recurso existente no ambiente.

Todos os dados relativos à comunidade vegetal foram obtidos em publicações específicas (BERTONI, 1984; BERTONI et al, 1988; BERTONI et al, 1992; VIEIRA et al, 1989; VIEIRA et al, 1990).

e) Intensidade de Turismo

Muitas áreas, principalmente a dos Parques Estaduais e Federais, recebem visitantes e desempenham importante papel na Educação Ambiental e na integração do homem com o seu “ambiente natural”. Apesar de ser importante para a divulgação de um ideal preservacionista, essa prática acaba por degradar, de certa maneira, os ambientes naturais. Para que o turista tenha acesso às áreas, é necessário que picadas e estradas sejam abertas no interior do fragmento. Além disso, edificações como sanitários, guaritas, bancos, galpões, pontes, portões e outras “benfeitorias” como encanamento e rede elétrica são construídos no interior da mata, alterando o ambiente natural. Alguns autores defendem a idéia de que a freqüência de visitantes está diretamente relacionada aos impactos causados na área visitada, outros abordam a “qualidade” do visitante como principal fator de impacto (BARROS 2003; CARVALHO et al, 2000; MAGRO, 1999).

Quantificar a atividade turística em uma área, utilizando como parâmetros as edificações construídas nos fragmentos e a freqüência de visitantes poderia ser bastante impreciso, optou-se por “qualificar” as áreas por meio de variáveis categóricas ordinais que rerepresentassem a atividade turística total. Assim, as áreas foram ordenadas em:

i) A – intensa atividade turística, áreas com edificações, redes de saneamento e energia e alta frequência de visitação com várias estradas e trilhas.

ii) B – atividade turística moderada, menor infra-estrutura e poucas trilhas, porém com alguma visitação, conservando melhor sua forma natural.

iii) C – baixa atividade turística, áreas sem nenhuma edificação, sem estradas e trilhas e onde a visitação só é permitida a funcionários dos parques e pesquisadores devidamente autorizados.

3.4.3) Variáveis ambientais em relação à riqueza e abundância total de cupins

Nessa análise, os parâmetros ambientais foram comparados de maneira especulativa à frequência total de cupins (abundância total) e à riqueza de espécies de cupins em cada gleba visando a existência de algum padrão.

3.4.4) Análises de agrupamento para dados de cupim

As glebas foram agrupadas segundo os dados de frequência relativa de encontro de espécies e grupos funcionais. Nessas análises foi utilizado o índice de Bray-Curtis, um dos índices mais observados para dados de espécie. Esse índice varia de 1 (completamente dissimilar) a 0 (completamente similar) e dá maior peso às espécies dominantes e baixo peso às duplas ausências. Posteriormente, pela técnica de Associação Média (UPGMA) os dados foram

agrupados segundo a sua proximidade com a média aritmética de todas as dissimilaridades (KREBS, 1992; MANLY, 1994; VALENTIN, 2000).

3.4.5) Agrupamento e escalonamento das áreas

Utilizando-se das variáveis ambientais: tamanho, proporção de perímetro, riqueza vegetal, densidade vegetal relativa e intensidade de turismo foi feita uma *Análise de Agrupamento* para testar a similaridade entre as glebas. Em seguida, foi realizada uma *Análise de Componentes Principais (PCA)* para observar a tendência dos grupos encontrados em serem descritos, pelos parâmetros anteriormente explicados, como preservados e perturbados. Acredita-se que as variáveis escolhidas para descrever as áreas como preservadas e perturbadas exerçam influência sobre a fauna de cupins (DAVIES, 2002; DE SOUZA, 1995; DE SOUZA & BROWN, 1994, EGGLETON & BIGNELL, 1995; OKWAKOL, 2000).

A análise de agrupamento foi construída com base na distância euclidiana entre as glebas utilizando a técnica de Associação Média (UPGMA).

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma técnica de ordenação que representa as variáveis em um intervalo de 1 a m eixos fatoriais perpendiculares, atribuindo a cada eixo uma porcentagem de explicação. Em outras palavras, é uma simplificação de m variáveis em um sistema de coordenadas construídas a partir de uma matriz de similaridade (KREBS, 1998; MAGURRAN, 1988; MANLY, 1994; PIELOU, 1984; VALENTIN, 2000)

Todos os dados foram estandarizados para evitar o efeito escalar dos valores e para isso utilizou-se o logaritmo natural como fator de multiplicação.

O resultado dessa análise demonstra uma ordenação das variáveis com seus respectivos níveis de influência e a sua ordem de crescimento. Ou seja, as glebas podem ser agrupadas segundo a influência de cada variável e o sentido de crescimento da importância dessa variável.

Os resultados dessa análise foram comparados com os obtidos no agrupamento realizado para dados de cupins com o intuito de notar a existência de alguma influência ou concordância dessas variáveis em relação à distribuição dos cupins.

3.4.6 – Análise de correspondência

As bases de cálculo da análise de correspondência (CA) são muito similares a análise de componentes principais (PCA) uma vez que as duas são análises de ordenação. A maior diferença é que na matriz da análise de correspondência os dados são transformados em valores relativos (em razão da somatória dos dados) e que a representação gráfica demonstra a contribuição de cada ponto em relação ao resultado final (MANLY, 1994; VALENTIN, 2000).

O objetivo da análise de correspondência é observar a tendência das espécies e grupos funcionais em se distribuírem de acordo com as glebas, ou seja, observar se determinada espécie ou grupos funcional possui preferência por determinados locais, para isso usando dados de frequência relativa de encontro.

3.4.7 – Índice de valor das espécies (*IndVal*)

Outro método usado para descrever a preferência das espécies por determinadas áreas foi o Índice de Valor das Espécies (*IndVal*). Este índice utiliza a especificidade (abundância relativa) e a fidelidade (frequência relativa), associado a um fator de multiplicação para a atribuição de valores (DUFRENE & LEGENDRE, 1997). O índice pode ser descrito pela fórmula:

$$IndVal_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

onde:

A_{ij} é o Número de indivíduos_{ij} / Número de indivíduos_i ,
e

B_{ij} é o Número de parcelas de ocorrência das espécies_{ij}
/ Números de parcelas_j

Os índice calculado é submetido a um teste de significância (*Teste de Monte Carlo*, com 5000 randomizações), a fim de se notar a probabilidade de erro tipo I para α igual a 5%.

Essa análise foi utilizada para observar se alguma espécie possui preferência por áreas mais degradadas ou preservadas, constituindo assim, um indicador da qualidade ambiental.

4) RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1) Espécies e respectivos grupos funcionais

Os resultados mostram a ocorrência de cupins nos dois parques amostrados. Nas cinco glebas estudadas foram coletadas 19 espécies de cupins pertencentes a 2 famílias (Termitidae e Kalotermitidae) e 3 subfamílias (Nasutitermitinae, Apicotermitinae e Termitinae). Quanto ao nicho funcional, foram encontrados cupins comedores de húmus, madeira, serapilheira e madeira em estado avançado de decomposição (intermediários) (tabela 1).

Tabela 1. Frequência de encontro das espécies nas diferentes glebas e respectivos grupos funcionais. *Hu* (humívoros), *Xi* (xilófagos), *In* (intermediários) e *Se* (comedores de serapilheira).

	Capetinga Oeste	Capetinga Leste	Gleba Maravilha	Gleba Praxedes	Porto Ferreira	Hábito Alimentar
1 <i>Anoplotermes</i> sp.1	3	1	14	4	2	<i>Hu</i>
2 <i>Anoplotermes</i> sp.2	3	6	4	3	2	<i>Hu</i>
3 <i>Anoplotermes</i> sp.3	0	1	0	0	1	<i>Hu</i>
4 <i>Anoplotermes</i> sp.4	1	1	4	3	1	<i>Hu</i>
5 <i>Anoplotermes</i> sp.5	3	0	0	0	0	<i>Hu</i>
6 <i>Aparatermes</i> sp.1	0	3	1	0	0	<i>Hu</i>
7 <i>Dentispicoterme globicephalus</i>	1	0	0	0	0	<i>Hu</i>
8 <i>Diversitermes diversimiles</i>	7	4	5	8	7	<i>In</i>
9 <i>Embiratermes heterotypus</i>	0	2	3	1	0	<i>In</i>
10 <i>Grigiotermes bequaerti</i>	1	1	1	0	0	<i>Hu</i>
11 <i>Labiatermes longilabius</i>	0	0	0	0	1	<i>In</i>
12 <i>Nasutitermes aquilinus</i>	0	0	1	0	0	<i>Xi</i>
13 <i>Nasutitermes corniger</i>	0	0	3	0	0	<i>Xi</i>
14 <i>Nasutitermes jaraguæ</i>	9	13	7	3	5	<i>Xi</i>
15 <i>Nasutitermes rotundatus</i>	0	1	0	3	0	<i>Xi</i>
16 <i>Neocapritermes opacus</i>	1	1	0	0	0	<i>In</i>
17 <i>Procornitermes lespesii</i>	1	0	1	1	6	<i>Se</i>
18 <i>Rugitermes</i> sp.1	0	0	0	3	0	<i>Xi</i>
19 <i>Velocitermes velox</i>	7	6	10	1	0	<i>Se</i>
Total de frequência de encontro	37	40	54	30	25	

Se comparado com outros levantamentos realizados no Brasil (BANDEIRA, 1979; BANDEIRA et al, 1998; CONSTANTINO, 1992a; CONSTANTINO, 2004; DOMINGOS et al, 1986), onde mais de 50 espécies foram coletadas, a riqueza total encontrada nesse trabalho parece ser relativamente baixa, uma vez que cupins estão entre os artrópodes de solo mais abundantes em sistemas florestais (EGGLETON & BIGNEL, 1995). Porém, alguns fatores devem ser considerados. A metodologia de amostragem, assim como o esforço amostral empregado na coleta são diretamente relacionado à riqueza de espécies. Embora a riqueza tenha a tendência de se estabilizar em uma amostragem ideal, é improvável que, na prática, todas as espécies de uma comunidade sejam coletadas. Logo, quanto maior for o

esforço amostral, maior será a riqueza de espécies, caso ocorrido nos trabalhos citados anteriormente. Além disso, o princípio da metodologia de coleta empregada (transecto) visa a obtenção de dados para estudos comparativos, e não o esgotamento de toda a riqueza de uma área. Uma das vantagens dessa técnica é sua praticidade e rapidez, o que, de certa forma, diminui a probabilidade de coleta de espécies de hábito muito inconspícuo. Ao observar outros estudos realizados no Brasil utilizando metodologia e esforço amostral semelhantes ao empregado nesse trabalho, nota-se certa semelhança com relação à riqueza de espécies (MELO & BANDEIRA, 2004; OLIVEIRA, 2003; SENA et al, 2003).

O transecto é muito comum para estudos de pássaros e comunidades vegetais, essa técnica também foi adaptada para o estudo de diversidade de cupins. A idéia básica é conduzir um censo ao longo de uma linha previamente selecionada procurando pelos indivíduos de interesse (CULLEN JR. & RUDRAN, 2003). No Brasil, a metodologia foi empregada por DE SOUZA e BROWN (1994) para o estudo do efeito da fragmentação em comunidades de cupins na Amazônia. Nesse trabalho, os autores delimitaram um transecto de 110 x 3 m que passava pelo centro do fragmento. Este foi dividido em 22 parcelas contínuas e contíguas de 3 x 5 m e foram examinados todos os locais de possível ocupação de cupins até 2 m acima do nível do solo. Cada parcela foi vasculhada com tempo pré-determinado de uma hora por coletor.

Embora essa metodologia seja antiga, uma maior aceitação desse método, para estudo de cupins, foi alcançada com uma série de análises realizadas pela equipe de entomologia do Museu de História Natural de

Londres. O tema ganhou destaque em EGGLETON et al (1995), mas talvez o trabalho que melhor aborde esse assunto tenha sido publicado por JONES e EGGLETON (2000), onde os autores propõem um protocolo de coleta para inventários rápidos, levando em conta os vários nichos espaciais e alimentares que os cupins ocupam dentro de um bioma. Além disso, os autores demonstram em seu trabalho que o número de espécies amostradas pelo protocolo sugerido é estatisticamente igual ao número de espécies existentes nas áreas estudadas. Outros trabalhos também utilizam esse protocolo como metodologia de coleta, algumas vezes associados à outras metodologias, (DAVIES, 2002; JONES et al, 2000; ZEIDLER et al 2002).

Outro fator importante, é que não existem levantamentos sistemáticos de diversidade de cupins para o bioma aqui estudado (Mata Estacional Semidecidual), o que torna impreciso qualquer tipo de especulação acerca da riqueza de espécies que não tenha usado metodologia de coleta e esforço amostral semelhantes aos aqui empregados.

Uma série de variações é utilizada para amostragem de cupins por transectos, DE SOUZA e BROWN (1994), como citado acima, conseguiram resultados significativos com um transecto de 110 m. BANDEIRA e VASCONCELLOS (2002); BANDEIRA et al (2003) executaram transectos de 200 x 10 m, divididos em 20 parcelas contínuas e contíguas de 10 x 10 m. OLIVEIRA (2003) usou transectos de 65 m subdividido em cinco seções de 5 x 2m com um espaçamento de 10 m entre elas, com o objetivo de diminuir o risco de super amostragem para o estudo da diversidade de cupins em um gradiente latitudinal de Mata Atlântica. MÉLO e BANDEIRA (2004), SENA et al

(2003) também estudaram a comunidade de cupins em fragmentos na Paraíba utilizando metodologia semelhante onde encontraram riqueza de espécies semelhante à observada nesse estudo.

4.1.1) Espécies

Algumas espécies se destacaram com relação à frequência de encontro. *Anoplotermes* sp. 1, *Anoplotermes* sp. 2, *Anoplotermes* sp. 4, *Diversitermes diversimiles* e *Nasutitermes jaraguae* foram as mais freqüentes, ocorrendo em todas as glebas. Outras espécies se mostraram pouco freqüentes como *Anoplotermes* sp. 5, *Dentispicotermes globicephalus*, *Labiatermes longilabius*, *Nasutitermes aquilinus*, *Nasutitermes corniger* e *Rugitermes* sp. 1 (tabela 1).

Dentispicotermes globicephalus, *Labiatermes longilabius* e *Nasutitermes aquilinus*, além de possuírem baixa frequência de encontro, também possuem baixa abundância, pois foram encontradas apenas uma vez em algum dos fragmentos, sendo consideradas, apenas para esse estudo, espécies raras (figura. 13).

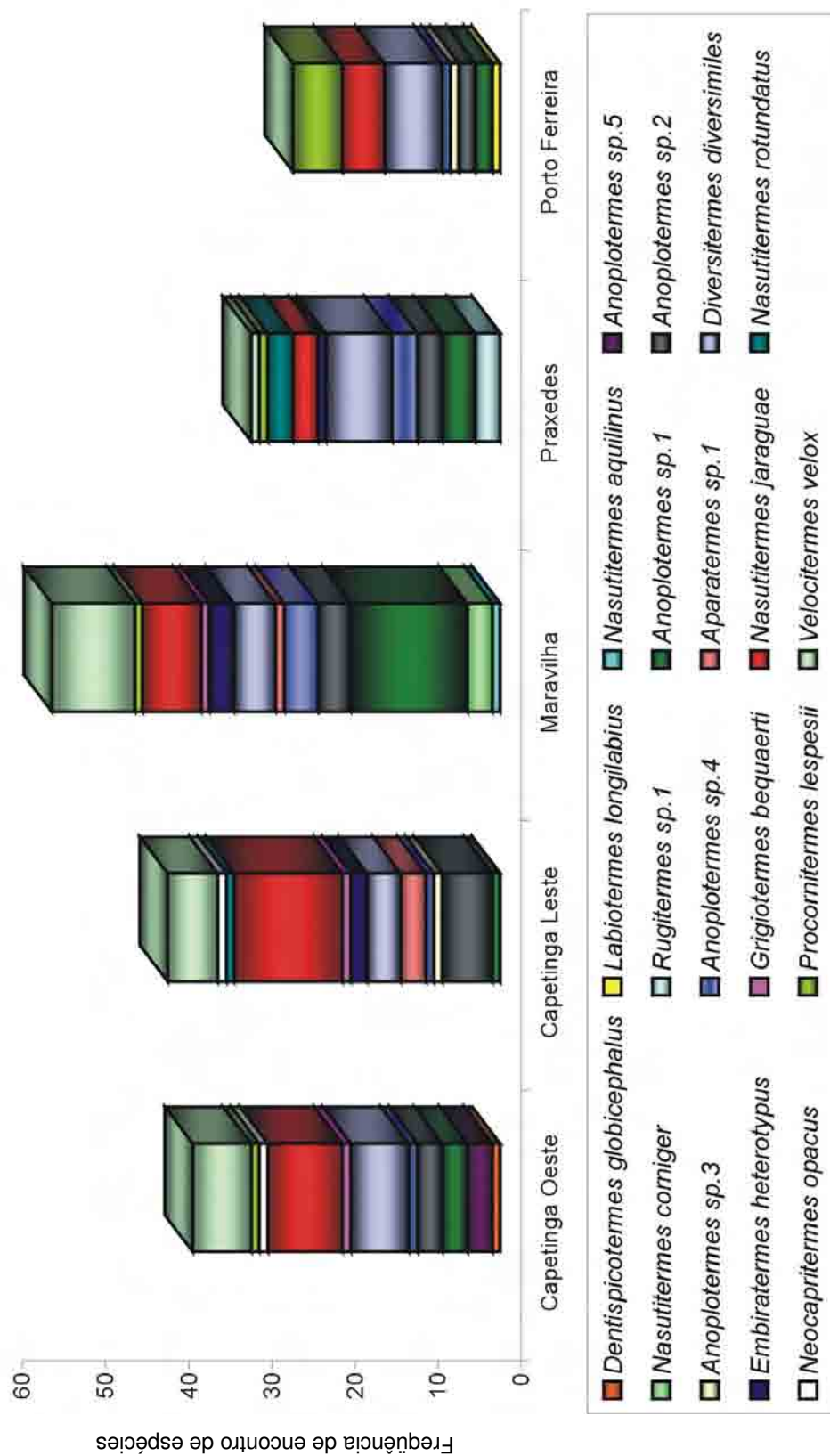


Figura 13. Histograma de Espécies evidenciando a frequência total de encontro de cupins em cada gleba. Dentro de cada coluna as frequências relativas de cada espécie identificadas por diferentes cores

4.1.2) Grupos funcionais

A porcentagem das espécies, pertencentes aos grupos funcionais encontrados em cada gleba, estão expostos abaixo: Das espécies coletadas na gleba Capetinga Oeste: 54, 54% foram humívoras, 9,1% xilófagas, 18,18% intermediárias e 18,18% comedoras de serapilheira, na Capetinga Leste: 50% humívoras, 16,66% xilófagas, 25% intermediárias e 8,34 comedoras de serapilheira, em Maravilha: 41,66% humívoras, 25% xilófagas, 16,67% intermediários e 16,67% comedoras de serapilheira, em Praxedes: 30% humívoras, 30% xilófagas, 20% intermediárias e 20% comedoras de serapilheira e em Porto Ferreira: 50% humívoras, 12,5% xilófagas, 25% intermediárias e 12,5% comedoras de serapilheira (figura. 14).

Proporcionalmente, na gleba Capetinga Oeste foi encontrado o nível mais alto de espécies humívoras (54,54%), em oposição, Praxedes apresentou a menor proporção de espécies comedoras de húmus (30%), sendo a única gleba onde humívoros se igualaram aos xilófagos. Em Maravilha e Praxedes o número de espécies humívoras foi inferior a 50% e foram as glebas que apresentaram os maiores níveis de espécies xilófagas. Ainda com relação aos xilófagos, Capetinga Oeste foi a gleba que apresentou a menor proporção desse grupo funcional (9,1%). Com relação às espécies de hábitos intermediários e comedoras de serapilheira, os dados se distribuíram de maneira mais ou menos regular, com exceção de Capetinga Leste que apresentou alto número de espécies intermediárias.

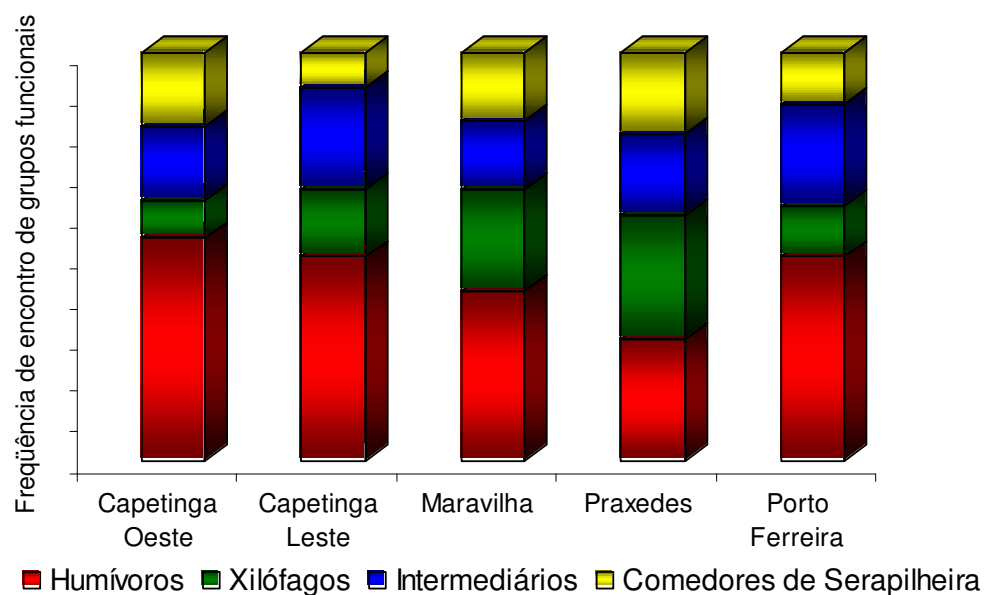


Figura 14. Histograma evidenciando a proporção dos grupos funcionais relativos as espécies encontradas em cada uma das glebas. Em vermelho, humívoros; verde, xilófagos; azul, intermediários e amarelo, comedores de serapilheira.

4.2) Análises de riqueza e diversidade

4.2.1) Curva de acúmulo de espécies

O resultado da curva de acúmulo de espécies (curva do coletor) aponta as glebas

Capetinga Leste e Maravilha como as mais ricas em número de espécie (12 spp.), seguidas por Capetinga Oeste (11 spp.), Praxedes (10 spp.) e Porto Ferreira (8 spp.) (figura 15).

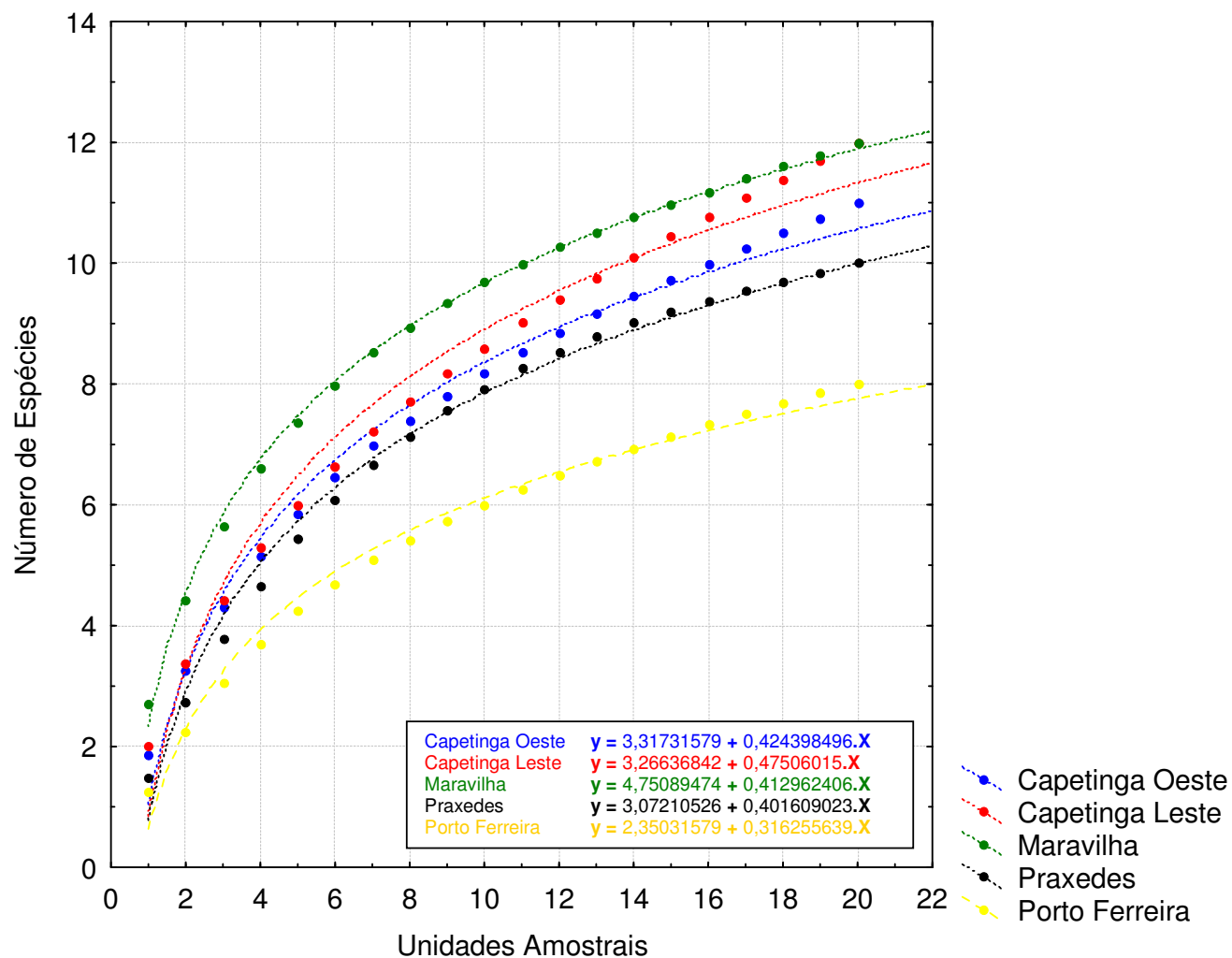


Figura 15. Curva Média de Acúmulo de Espécies de cupins e ajuste logarítmico. Unidade Amostral X Número de espécies. Pontos cheios representam a curva de acúmulo médio, linha pontilhada representa o ajuste de regressão. As equações de regressão (no campo do gráfico) possuem as cores das glebas as quais representam.

Um dos objetivos da curva de acúmulo de espécie é observar o quanto o esforço amostral foi eficiente para a obtenção da riqueza de espécies (SOBERÓN & LLORENTE, 1993). Espera-se que em uma amostragem ideal, a curva de acúmulo de espécies atinja a assíntota ou estabilidade, o que indicaria

que toda a riqueza da área teria sido coletada (EATON, 2003). Porém, para grupos muito diversos as curvas dificilmente se estabilizam (MELO, 2003) como ocorre com o grupo dos cupins. Alguns trabalhos com cupins realizados com metodologia de coleta semelhante apresentam padrões de curvas de acúmulo de espécies similares às descritas para as glebas aqui estudadas (EGGLETON et al, 1995; JONES et al, 2000; OLIVEIRA, 2003).

Como observado na figura 15, as curvas de acúmulo de espécies ainda estão em ascendência, indicando que se mais parcelas fossem coletadas a riqueza total aumentaria. Talvez esse padrão seja explicado pela técnica de coleta utilizada, uma vez que espécies raras e de hábito muito inconspícuo dificilmente são coletadas pelo tipo de protocolo utilizado. Contudo, esse fato não afeta as análises já que seu objetivo é a comparação entre as diferentes áreas. Embora as curvas não tenham atingido as assíntotas, observa-se que todas possuem padrão semelhante, indicando que o esforço amostral foi satisfatoriamente padronizado.

Se, comparadas separadamente, as curvas descritas pela amostragem na Capetinga Leste e Maravilha (vermelho e verde, respectivamente) apresentam o mesmo número de espécies (12 spp.), Contudo, as curvas se comportam de maneira diferente. Observa-se em Maravilha que a curva é mais abaulada, ou seja, o ponto de inflexão dessa curva é superior (no eixo y) ao ponto de inflexão da curva descrita para a Capetinga Leste. Isso indica que, pouco após a metade das coletas nessa gleba, grande parte das espécies já haviam sido coletadas, enquanto na Capetinga Leste espécies novas foram acrescentadas até o final da amostragem. Uma tendência oposta pode ser

observada entre as glebas Praxedes e Capetinga Oeste (preto e azul, respectivamente). Pode-se notar que as curvas são coincidentes, mas a partir de determinado ponto, se separam indicando uma tendência de aparecimento de novas espécies para a gleba Capetinga Oeste, e de estabilização do número de espécies em Praxedes.

Essas tendências podem ser facilmente observadas quando comparados os coeficientes angulares das curvas de regressão logarítmicas descritos na equação da reta (figura. 15). Esses coeficientes demonstram a inclinação da reta com relação ao eixo x. Retas que estão mais inclinadas (que possuem maior coeficiente angular) possuem uma menor tendência à estabilização (GOTELLI & COLWELL, 2001). Logo, as glebas representadas pelas curvas com maior coeficiente angular (Capetinga Leste e Capetinga Oeste) são, provavelmente, onde o aumento do esforço amostral acentuaria em maior proporção a riqueza de espécies. Ao contrário, nas glebas onde as curvas apresentaram os menores coeficientes angulares (Porto Ferreira e Praxedes) existe uma tendência para um menor incremento de espécies com o aumento do esforço amostral.

4.2.2) Diversidade e Equitabilidade de Shannon-Wiener:

Para a diversidade e equitabilidade foram utilizados os dados de riqueza e frequência de encontro das espécies e grupos funcionais encontrados em cada uma das glebas.

4.2.2.1) Diversidade de espécies

Os resultados obtidos na análise de diversidade de espécies estão expostos na tabela 2.

Tabela 2. Diversidade e Equitabilidade de Shannon-Wiener para as espécies encontradas em cada gleba.

Glebas	H' (espécies)	J' (espécies)
Capetinga Oeste	2,073	0.864
Capetinga Leste	2,062	0.83
Maravilha	2,15	0.865
Praxedes	2,113	0.917
Porto Ferreira	1,811	0.871

H', Índice de Diversidade de Shannon-Wiener
J', Índice de Equitabilidade de Shannon-Wiener.

Praxedes, apesar do baixo valor de riqueza de espécie, possui o segundo maior valor para o índice de diversidade, sendo que apenas Maravilha apresenta valor mais alto. Isso ocorre, pois em Praxedes as espécies estão distribuídas de maneira regular, como pode ser verificado pelo valor da equitabilidade. O alto valor da equitabilidade demonstra a alta homogeneidade das freqüências de encontros das espécies nessa gleba com relação às demais (figura 13).

Se comparada com as demais glebas, Capetinga Leste apresenta baixo valor de equitabilidade. Isso demonstra que ali, provavelmente uma espécie possui maior freqüência de encontro na comunidade. Das 20 parcelas onde foi verificada presença de cupins, 13 continham *N. jaraguae*. Quase o dobro da

ocorrência de *D. diversimiles* e *V. velox*, que foram as duas espécies mais freqüentes depois de *N. jaraguae*.

Ao observar outros estudos em região de cerrado (BRANDÃO, 1998; BRANDÃO & DE SOUZA, 1998), em região de floresta (CONSTANTINO, 1992a) e em região de Mata Atlântica (OLIVEIRA, 2003; REIS, 2002), os valores de H' aqui apresentados parecem baixos. Porém, deve-se lembrar que o índice utilizado é bastante influenciado pela riqueza de espécies e em todos os trabalhos citados, o número de espécies encontradas foi maior do que os valores aqui apresentados. Além disso, nem todos os trabalhos possuem metodologia de coleta semelhante, o que dificulta a comparação. Outro problema associado a comparação do índice de diversidade de Shannon-Wiener entre trabalhos diferentes é a base do logaritmo da fórmula. KREBS, (1992), deixa claro que a base do logaritmo é de livre escolha, e muitos trabalhos não expõem qual a base do logaritmo utilizada para o cálculo, o que acaba impossibilitando comparações seguras. Sendo assim, no presente trabalho esse índice é importante para observar o padrão de variação da comunidade nas áreas estudadas, e não se recomenda estender os resultados para outras regiões.

4.2.2.2) Diversidade de grupos funcionais

Os resultados dos índices de diversidade e equitabilidade dos grupos funcionais estão expostos na tabela 3. É interessante notar que o padrão dos resultados encontrados para os grupos funcionais é muito diferente daquele observado na tabela 2.

Nota-se que os valores da diversidade H' são baixos devido ao limite de grupos funcionais estabelecido. Na diversidade calculada para espécies foram utilizadas 19 espécies que estavam distribuídas em cinco amostras (glebas) e em nenhuma delas a riqueza foi maior que 12 espécies, ou seja, as glebas apresentaram uma variação na composição de espécies, o que elevou o valor do índice de diversidade. No caso dos grupos funcionais, isso não foi observado. O limite para os grupos funcionais foi quatro (humívoros, xilófagos, intermediários e comedores de serapilheira) e em todas as glebas foram encontrados todos os grupos funcionais. Logo, tem-se um baixo valor relativo de riqueza (quatro) que não varia entre as áreas, o que reduz o valor de H' . Sendo assim, o valor que deve ser observado com maior atenção nessa análise seja o da equitabilidade, uma vez que ele reflete a existência ou não de algum grupo funcional dominante ou pouco freqüente.

Tabela 3. Diversidade e Equitabilidade de Shannon-Wiener para os grupos funcionais encontrados em cada gleba.

Glebas	H' (funções)	J' (funções)
Capetinga Oeste	1,169	0,843
Capetinga Leste	1,199	0,865
Maravilha	1,309	0,944
Praxedes	1,366	0,985
Porto Ferreira	1,213	0,875

H' , Índice de Diversidade de Shannon-Wiener
 J' , Índice de Equitabilidade de Shannon-Wiener.

De maneira geral os valores encontrados para equitabilidade na tabela 3 são altos, uma vez que o índice utilizado varia de 0 a 1. Porém, algumas diferenças podem ser notadas. A gleba Praxedes apresentou o maior valor de equitabilidade, muito próximo a 1. Isso significa, que nessa gleba, os grupos funcionais estão distribuídos de maneira regular. Fato que se comprova quando se observa a figura 14. Maravilha também apresentou alto índice de equitabilidade e também demonstrou não possuir dominância expressiva de nenhuma guilda.

Já Capetinga Leste, Capetinga Oeste e Porto Ferreira apresentaram os mais baixos índices de equitabilidade, demonstrando um desequilíbrio com relação à composição dos grupos funcionais. Apesar dessas glebas possuírem as mais altas freqüências de espécies humívoras, outros fatores também foram determinantes para esse resultado. Em Capetinga Oeste, nota-se a baixa freqüência de xilófagos e, em Capetinga Leste a baixa freqüência de comedores de serapilheira e alta freqüência de intermediários. Já em Porto Ferreira, o fator preponderante para o baixo valor de equitabilidade de grupos funcionais foi a dominância de humívoros (figura 14).

4.3) Variáveis ambientais em relação riqueza e abundância total de cupins

As variáveis ambientais propostas foram comparadas separadamente com a riqueza e freqüência total de encontro de cupins. Os dados das variáveis ambientais estão expostos na tabela 4.

Tabela 4. Variáveis Ambientais para agrupamento e escalonamento dos fragmentos em degradados e preservados.

	Área (m ²)	Proporção de perímetro (m ⁻¹)	Riqueza vegetal total	Densidade vegetal relativa n/m ²	Intensidade de turismo*
Capetinga Oeste	325,16	0,003215958	81	0,102	A
Capetinga Leste	253,4	0,003200051	63	0,091	B
Gleba Maravilha	131,44	0,004081999	63	0,099	C
Gleba Praxedes	168,28	0,004463127	73	0,079	C
Porto Ferreira	503,4	0,002991977	68	0,023	A

*Intensidade de turismo:

A - Turismo intenso

B - Turismo moderado

C - Sem atividade turística

4.3.1) Tamanho

Como citado esperava-se que o tamanho dos fragmentos afetasse positivamente a frequência de encontro e a riqueza de cupins. Porém, como se observa nas figuras 16 e 17 esse padrão não ocorreu.

A gleba de maior tamanho apresentou a menor frequência de encontro e a menor riqueza de espécie, assim como a gleba de menor tamanho apresentou a maior frequência de encontro e a maior riqueza de espécies.

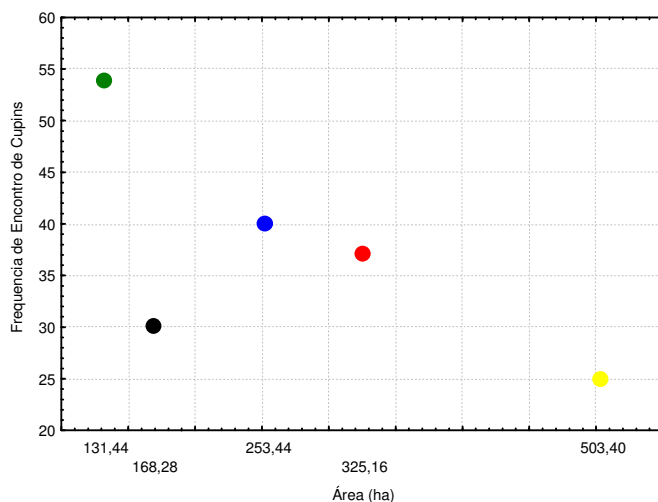


Figura 16. Gráfico de dispersão confrontando a frequência de encontro de cupins e o tamanho das áreas. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

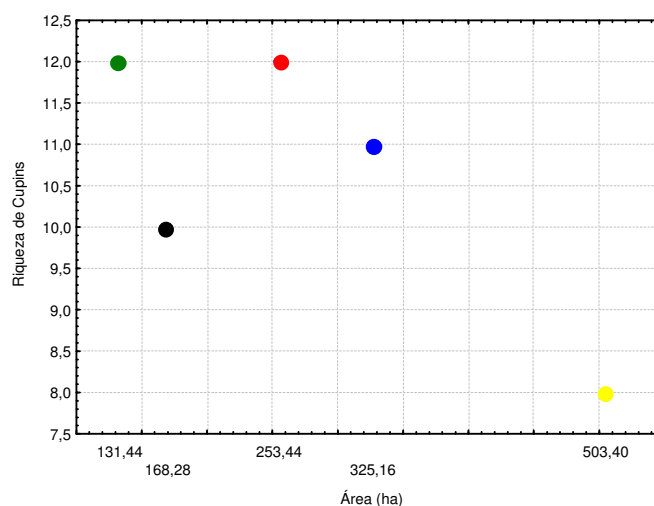


Figura 17. Gráfico de dispersão confrontando a riqueza de cupins e o tamanho das áreas. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

Observa-se uma certa tendência oposta à esperada, ou seja, uma tendência da frequência de encontro e da riqueza de espécie de cupins diminuírem com o aumento do tamanho da área. Porém, alguns outros parâmetros podem ser observados. Apesar de Maravilha apresentar o maior número de espécies, a inclinação da sua curva de regressão logarítmica (figura 14) demonstra que essa é uma das glebas onde a riqueza de espécie tende a se estabilizar. Em outras palavras, a curva demonstra que a riqueza não seria muito maior do que a encontrada com o aumento do esforço amostral. Já na Capetinga Leste, gleba que possui o mesmo número de espécies a curva ainda

é bastante inclinada para cima o que indica maior probabilidade da riqueza de espécie aumentar com o aumento do esforço amostral.

DE SOUZA (1995) e DE SOUZA e BROWN (1994), encontraram padrão oposto ao aqui observado e concluíram que a fauna de cupim é afetada positivamente com o aumento da área. Porém, nesses trabalhos a variação entre o tamanho dos fragmentos foi muito grande (10 vezes ou mais), situação que não é encontrada aqui, uma vez que o maior fragmento (Porto Ferreira) não chega a ser quatro vezes o tamanho do menor (Maravilha).

4.3.2) Proporção de perímetro (P/A)

A proporção de perímetro parece não exercer forte influência sobre a frequência total e riqueza de cupins (figuras 18 e 19).

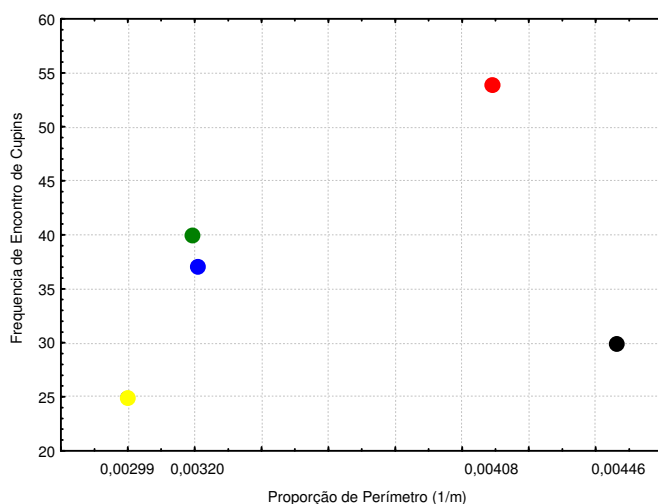


Figura 18. Gráfico de dispersão confrontando a frequência de encontro de cupins e a proporção de perímetro. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

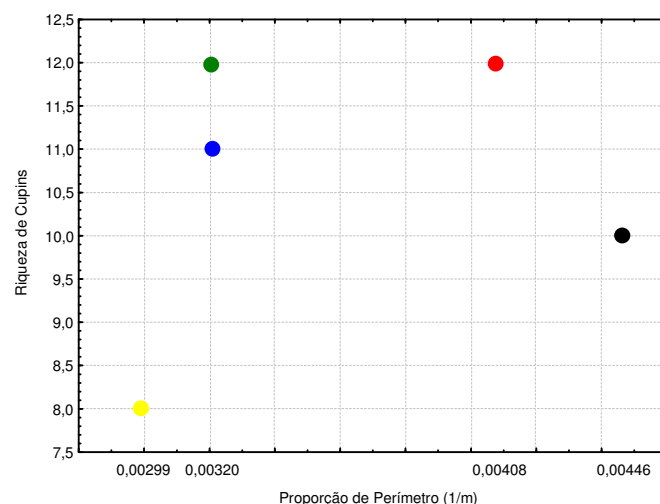


Figura 19. Gráfico de dispersão confrontando a riqueza de cupins e a proporção de perímetro. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

Praxedes, apesar de ser a gleba mais “recortada” e, conseqüentemente, a que possui maior influência do meio externo, não é a gleba que apresentou a menor freqüência de encontro e riqueza de espécie. Em situação oposta, Porto Ferreira, gleba que possui a menor proporção de perímetro foi a que apresentou a menor riqueza e freqüência de encontro de cupins, demonstrando assim, que a variação desse parâmetro não foi capaz de produzir efeito na riqueza e abundância de cupins. Dessa maneira, a falta de efeito com relação a essa variável pode ser entendida como a expressão da homogeneidade das áreas para a proporção de perímetro.

Resultado semelhante foi observado no estudo de FERREIRA JR. (1999). Na análise de 15 fragmentos de mata na região de cerrado, o autor não notou diferenças significativas na fauna de cupins com relação a proporção de perímetro.

4.3.3) Riqueza vegetal

A riqueza vegetal parece estar relacionada com a qualidade do recurso disponível nas áreas. De um modo geral, não se percebe padrão na distribuição dos valores em relação à fauna de cupins. Porém Capetinga Oeste, Praxedes e Porto Ferreira demonstram certo alinhamento (Figuras 20 e 21).

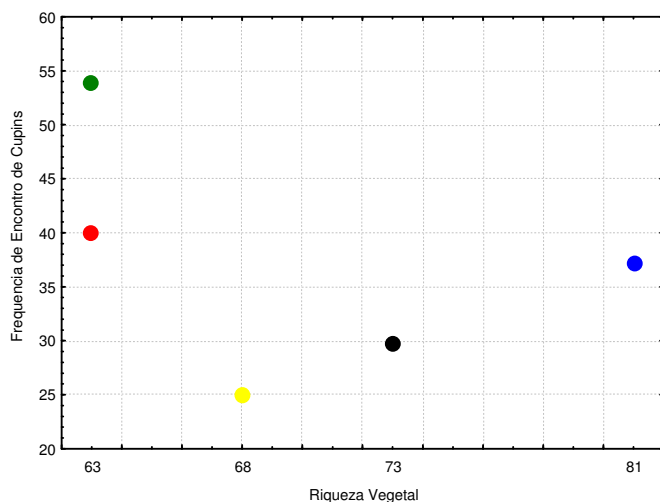


Figura 20. Gráfico de dispersão confrontando a frequência de encontro de cupins e a riqueza vegetal. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

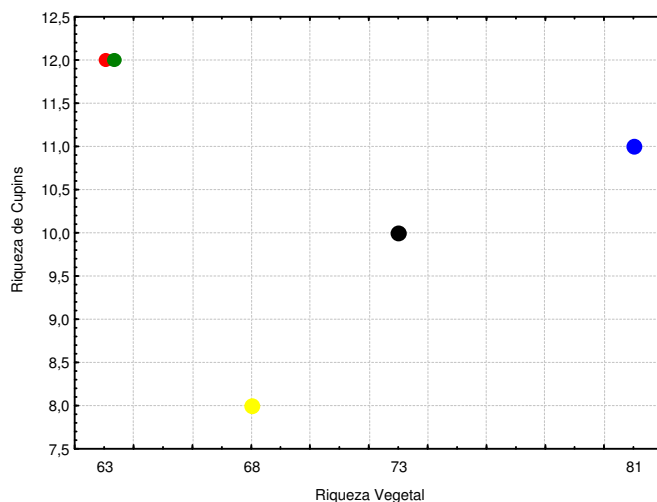


Figura 21. Gráfico de dispersão confrontando a riqueza de cupins e a riqueza vegetal. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

Algumas plantas possuem como mecanismo de defesa a produção de terpenos, alcalóides e látex e, muitas vezes, se tornam impalatáveis aos cupins, ou seja, nem toda espécie vegetal pode ser consumida por esses insetos. Se a riqueza vegetal é maior, a probabilidade de sucesso no forrageamento aumenta, o que pode contribuir para uma maior interação entre as espécies. Porém, apesar de Porto Ferreira, Praxedes e Capetinga Oeste apresentarem o alinhamento citado anteriormente, não é confiável assumir que esse fator está relacionado à distribuição da frequência de encontro de cupins.

4.3.4) Densidade vegetal relativa

Como observado nas figuras 22 e 23, a densidade vegetal relativa parece estar correlacionada positivamente com a riqueza e frequência total de cupins. Percebe-se que, com o aumento da densidade vegetal, a riqueza e frequência de encontro de cupins tende a aumentar. Isso indica que uma variável sofre influência da outra, ou as duas sofrem influência do mesmo fator, ou seja, concordam.

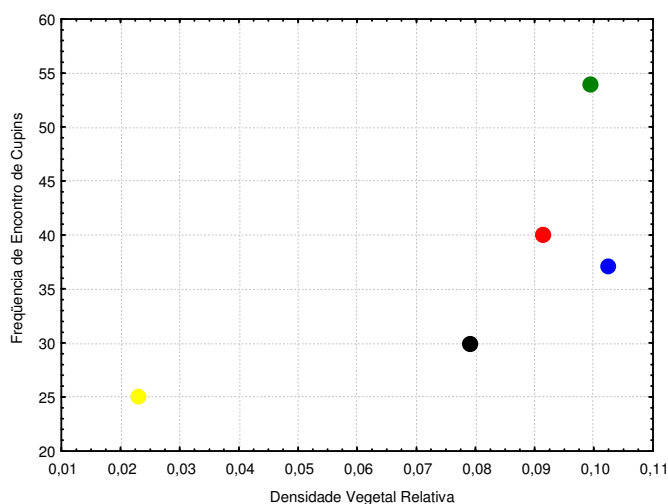


Figura 22. Gráfico de dispersão confrontando a frequência de encontro de cupins e a densidade vegetal relativa. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

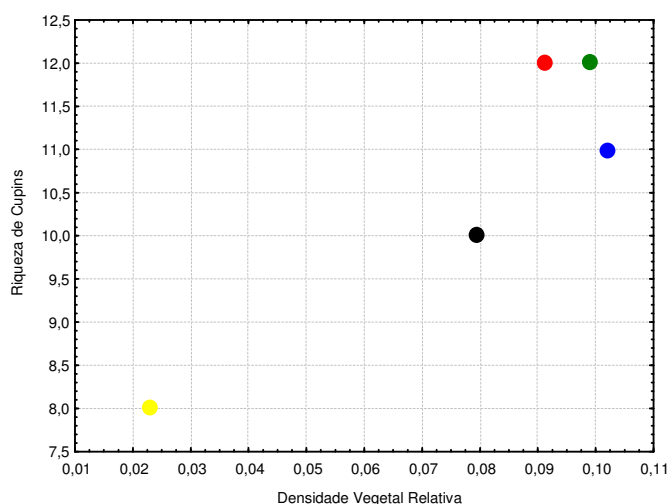


Figura 23. Gráfico de dispersão confrontando a riqueza de cupins e a densidade vegetal relativa. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

As glebas Capetinga Leste e Maravilha possuem maior valor de riqueza e frequência de espécie de cupins apesar de não apresentarem o maior valor

de densidade vegetal. Porém a proximidade entre os valores da densidade vegetal faz com que a tendência observada não seja afetada.

Apesar de Capetinga Oeste possuir a maior densidade vegetal, observa-se que não apresentou uma maior riqueza de cupins. Porém, observando a figura 15 nota-se que essa é uma das glebas que possui a maior tendência a aumentar o número de espécies, enquanto Maravilha possui uma tendência a estabilizar.

4.3.5) Intensidade de turismo

A intensidade de turismo parece não influenciar a frequência e riqueza de cupins (figura 24 e 25).

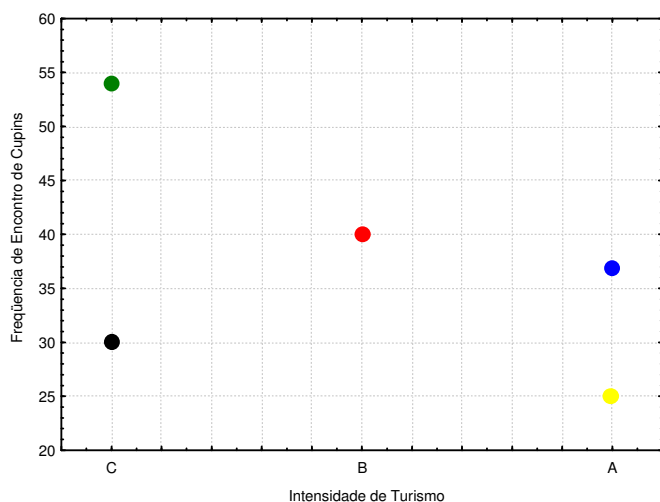


Figura 24. Gráfico de dispersão confrontando a frequência de encontro de cupins e a intensidade de turismo. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

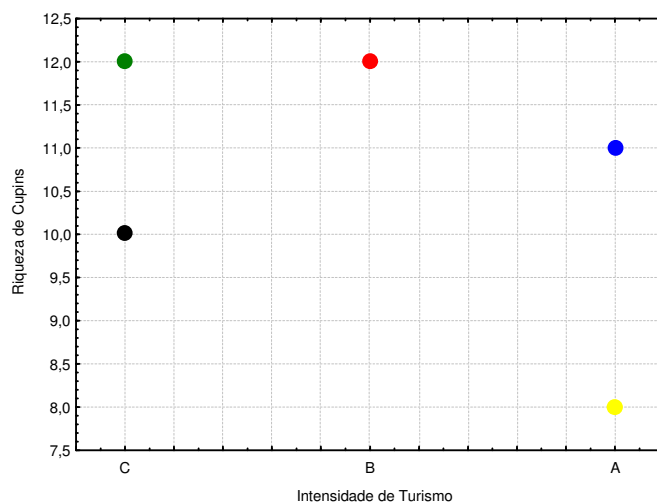


Figura 25. Gráfico de dispersão confrontando a riqueza de cupins e a intensidade de turismo. Em amarelo Porto Ferreira, vermelho Capetinga Leste, azul Capetinga Oeste, verde Maravilha e preto Praxedes.

Porto Ferreira apresenta uma alta intensidade de turismo e uma baixa frequência e riqueza de cupim. Porém, Capetinga Leste, que também possui turismo intenso, se mostra como uma das glebas com maior tendência ao incremento de espécies novas (figura 15). Da mesma maneira, Maravilha e Praxedes, que possuem uma baixa intensidade de turismo, possuem números muito diferentes de frequência de encontro e riqueza de espécies de cupins demonstrando a falta de efeito dessa variável.

De maneira geral pode-se notar a dificuldade em descrever padrões de influência das variáveis ambientais com relação à frequência total (número de colônias encontradas) e à riqueza de espécies. Isso ocorre, porque muitas vezes, a influência das variáveis pode se refletir na composição de espécies da comunidade. Em outras palavras, é interessante notar se essas variáveis ambientais possuem influência, não apenas no número de espécies, mas em quais espécies compõe a comunidade e que funções essas espécies desempenham no ecossistema, como será visto nas seções subseqüentes.

Infelizmente, nenhum teste numérico estatístico pode ser aplicado às comparações realizadas nessa seção. O baixo número de repetições (cinco glebas) faz com que o valor da variância seja alto, o que aumenta muito a probabilidade de erro.

4.4) Análise de Agrupamento para comunidade de cupins

Nessa análise as glebas foram agrupadas segundo os parâmetros de similaridade de frequência relativa de encontro (abundância relativa), para espécies e grupos funcionais de cupins.

4.4.1) Análise de agrupamento para espécies

Os resultados obtidos mostram a existência de dois grupos bem distintos, no primeiro grupo Capetingas Oeste e Leste e Maravilha; no segundo grupo Praxedes e Porto Ferreira (figura 26).

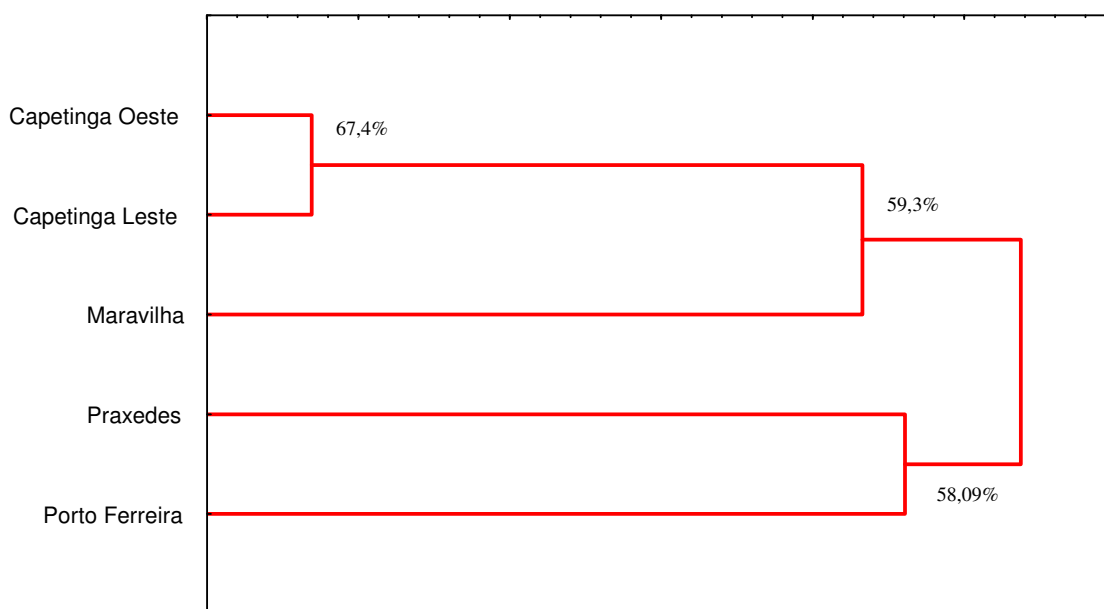


Figura 26. Análise de Agrupamento para dados de espécies de cupins. Agrupamento feito a partir de uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis (UPGMA).

O objetivo dessa análise foi agrupar as áreas mais semelhantes em relação à riqueza e frequência de encontro relativa de cupins. Praxedes e Porto Ferreira, como esperado, fazem parte do mesmo grupo, provavelmente, devido

ao fato de serem as glebas menos ricas em número de espécies e por possuírem baixos valores de frequência de encontro relativa.

No outro grupo, onde estão as glebas restantes, as Capetinga Leste e Oeste apresentaram maior similaridade (aproximadamente de 67,4%) e Maravilha, a qual também faz parte desse grupo. Contudo, essa gleba possui menor similaridade com relação às outras duas, cerca de 59,3%.

Algumas espécies podem explicar alguns padrões de agrupamento. *Grigiotermes bequaerti* foi encontrado apenas no segundo grupo (Capetinga Leste, Capetinga Oeste e Maravilha), resultado que aumenta a similaridade entre essas glebas. *Neocapritermes opacus* foi encontrado nas Capetingas Oeste e Leste, assim como *Aparatermes* sp.1 em Capetinga Leste e Maravilha. Porém, as frequências com que essas duas espécies foram observadas nas glebas citadas é diferente, fato que explica a maior proximidade entre as Capetingas (tabela 1). Além disso, Capetinga Leste e Capetinga Oeste mostraram vários valores de frequência semelhantes.

4.4.2) Análise de agrupamento para grupos funcionais

A análise evidencia dois grupos: Capetingas Leste, Oeste e mais distante Porto Ferreira em um dos grupos e Praxedes e Maravilha em outro (figura 27).

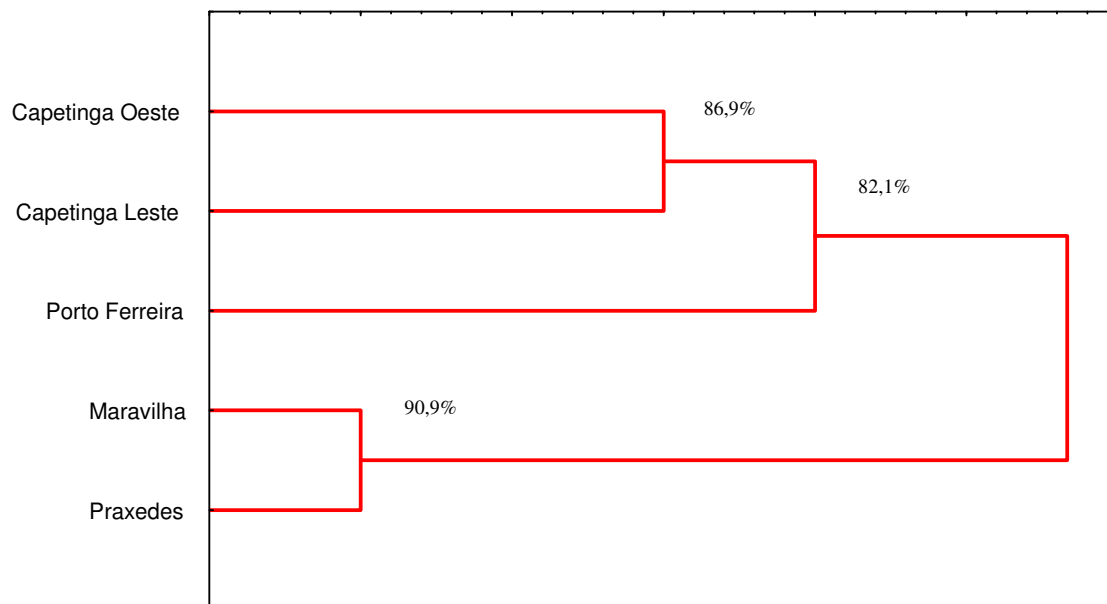


Figura 27. Análise de Agrupamento para dados de grupos funcionais de cupins. Agrupamento feito a partir de uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis (UPGMA).

O agrupamento evidencia que há diferenças na composição dos grupos funcionais que ocorrem nas glebas. O principal fator que explica a formação do primeiro grupo, onde estão as Capetingas Leste e Oeste e Porto Ferreira, é a alta frequência de humívoros. Capetinga Oeste e Capetinga Leste mais uma vez se mostram bastante similares. Isso se deve ao fato de apresentarem a mesma quantidade de espécies comedoras de húmus. Nas coletas de dados oito espécies humívoras foram registradas e pode-se observar que todas elas estão presentes nessas duas glebas.

O outro grupo observado (Praxedes e Maravilha) possui grande similaridade devido à frequência de espécies xilófagas, intermediárias e comedoras de serapilheira. A frequência de humívoros está mais relacionada com a separação dessas glebas em um grupo distinto do que com a alta

similaridade entre elas, uma vez que essa guilda se mostra menos freqüente nessas duas áreas.

Em um primeiro momento, pode se esperar que os resultados das análises de agrupamento para espécies e grupos funcionais sejam similares. Porém deve-se ter em mente que esses testes se baseiam nas freqüências relativas de encontro, ou seja, na composição da comunidade. Sendo assim, glebas que são similares quanto a composição de espécies não necessariamente devem ser similares para grupos funcionais, basta que a freqüências sejam diferentes.

Quando comparadas as figuras 26 e 27 nota-se que as glebas Capetinga Oeste e Capetinga Leste possuem alta similaridade com relação à composição de espécies e grupos funcionais. Isso mostra que além de possuírem freqüência relativa de espécies semelhante, as espécies que compõem a comunidade exploram o recurso de maneira semelhante. Talvez isso reflita a similaridade na quantidade e qualidade de recursos disponíveis na área.

A gleba Praxedes se mostrou ora semelhante à Porto Ferreira (com relação à composição de espécies), ora semelhante a Maravilha (com relação a composição de grupos funcionais). Isso demonstra que mesmo possuindo valores de freqüência relativa similares a Porto Ferreira os recursos são explorados de maneira semelhante a Maravilha, talvez porque a disponibilidade de recursos em Praxedes e Maravilha sejam semelhantes.

Quando se observa as glebas Maravilha e Porto Ferreira nota-se que essas se alternam em grupos diferentes com relação à similaridade. Esse

padrão pode ser explicado se as freqüências relativas forem observadas. Maravilha é semelhante às Capetingas com relação à freqüência de espécies encontradas, porém com relação a proporção de grupos funcionais essa gleba possui maior similaridade com Praxedes. Situação exatamente oposta ocorre com Porto Ferreira, que com relação à freqüência de espécies se assemelha mais a Praxedes e com relação a freqüência de grupos funcionais se assemelha mais às Capetingas Leste e Oeste.

Esses resultados podem ser melhor compreendidos se observadas as tabelas 2 e 3. A semelhança entre as equitabilidades nessas tabelas demonstram numericamente o que foi observado nas análises de agrupamento.

4.5) Agrupamento e escalonamento das áreas preservadas e degradadas.

Como descrito anteriormente, os parâmetros usados para agrupar e ordenar as áreas em perturbadas e preservadas foram: o tamanho, proporção de perímetro em relação à área total do fragmento, riqueza vegetal, densidade vegetal relativa e intensidade de turismo (tabela 4).

4.5.1) Análise de agrupamento para parâmetros de degradação

A análise de agrupamento, segundo os parâmetros escolhidos, agrupou as áreas em dois grupos principais separando Porto Ferreira das demais (figura

28). Porém, se observado o grupo onde estão as glebas Capetinga Leste, Capetinga Oeste, Maravilha e Praxedes nota-se a formação de dois subgrupos.

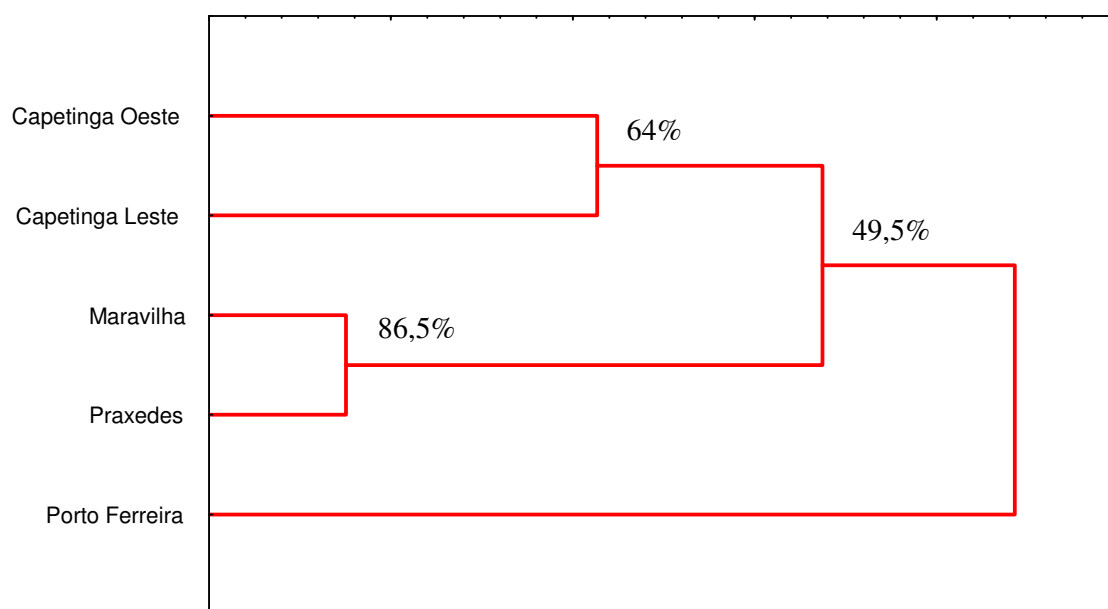


Figura 28. Análise de agrupamento para variáveis ambientais. Agrupamento realizado a partir de uma matriz de Distância Euclidiana (UPGMA).

A dissimilaridade de Porto Ferreira com relação às demais glebas está associado principalmente às variáveis tamanho e densidade vegetal relativa. A magnitude da diferença dessas duas variáveis com relação às outras glebas é maior do que a diferença para a riqueza vegetal e proporção de perímetro. Para as outras glebas, percebe-se que a proporção de perímetro e o tamanho

estão relacionados a formação dos subgrupos. Maravilha e Praxedes são as menores glebas e com as mais altas proporções de perímetro, enquanto as Capetingas Oeste e Leste são glebas de tamanho intermediário e com proporção de perímetro similar.

É interessante notar que nessa análise, mais uma vez as glebas Capetinga Leste e Capetinga Oeste fazem parte do mesmo grupo (figura 28). Logo, as variáveis ambientais parecem estar relacionadas à distribuição das espécies e grupos funcionais dessas glebas uma vez que se observa o mesmo padrão em todas as análises de agrupamento (figuras 26, 27 e 28).

A distribuição dos grupos funcionais nas glebas Maravilha e Praxedes também parecem se relacionar com as variáveis ambientais como se nota nas figuras 27 e 28. DAVIES (2002) descreve um padrão muito semelhante ao aqui observado. Em seu estudo o autor nota a influência do tamanho da área na distribuição de Isoptera, sendo que áreas menores possuem menor proporção de espécies humívoras e maior proporção de espécies xilófagas. Com o aumento da área, a importância dos humívoros na composição da comunidade tende a aumentar. Maravilha e Praxedes são as duas menores glebas e foram as áreas que apresentaram menor proporção de espécies que compõe essa guilda.

A fauna de humívoros é mais sensível aos efeitos dos distúrbios ambientais (BANDEIRA et al, 2003; DE SOUZA & BROWN, 1994; MÉLO & BANDEIRA, 2004). Corroborando essa idéia, Praxedes que é gleba com maior P/A é a gleba que possui menor proporção de humívoros, assim como Porto

Ferreira e Capetinga Oeste que são as glebas com menor P/A possuem a maior proporção dessa guilda.

O distúrbio sofrido pelas áreas se reflete em toda a biota ali presente. O desequilíbrio nas comunidades vegetais e animais faz com que os processos ecológicos se alterem afetando a disponibilidade de recursos no meio. Isso afeta a comunidade de Isoptera à medida que a disponibilidade de seu recurso, a celulose, é afetada (DAVIES, 2002; DAVIES et al, 1999; EGGLETON & BIGNELL, 1995; EGGLETON et al, 1995; EGGLETON et al, 1996), especialmente em distúrbios provocados na comunidade vegetal (BANDEIRA & VASCONCELLOS, 2004; BANDEIRA et al, 2003).

4.5.2) Análise de Componentes Principais (PCA) para parâmetros de degradação

Para o escalonamento das áreas, segundo os critérios ambientais estabelecidos foi utilizada uma PCA. O resultado mostrou uma tendência das áreas mais preservadas se agruparem na parte inferior direita do gráfico (figura 29). Em outras palavras, as variáveis explicadas pelo eixo 1 (tamanho, proporção de perímetro e intensidade de turismo) aumentam sua importância da esquerda para a direita (tabela 5). Logo, pelo critério pré-estabelecido, as glebas que ali estão são mais preservadas. Seguindo o mesmo raciocínio, as variáveis explicadas pelo eixo 2 (riqueza vegetal e densidade vegetal relativa) aumentam sua importância da parte superior para a inferior do gráfico assim, as áreas mais preservadas tendem a se agrupar na parte baixa do gráfico (tabela 5).

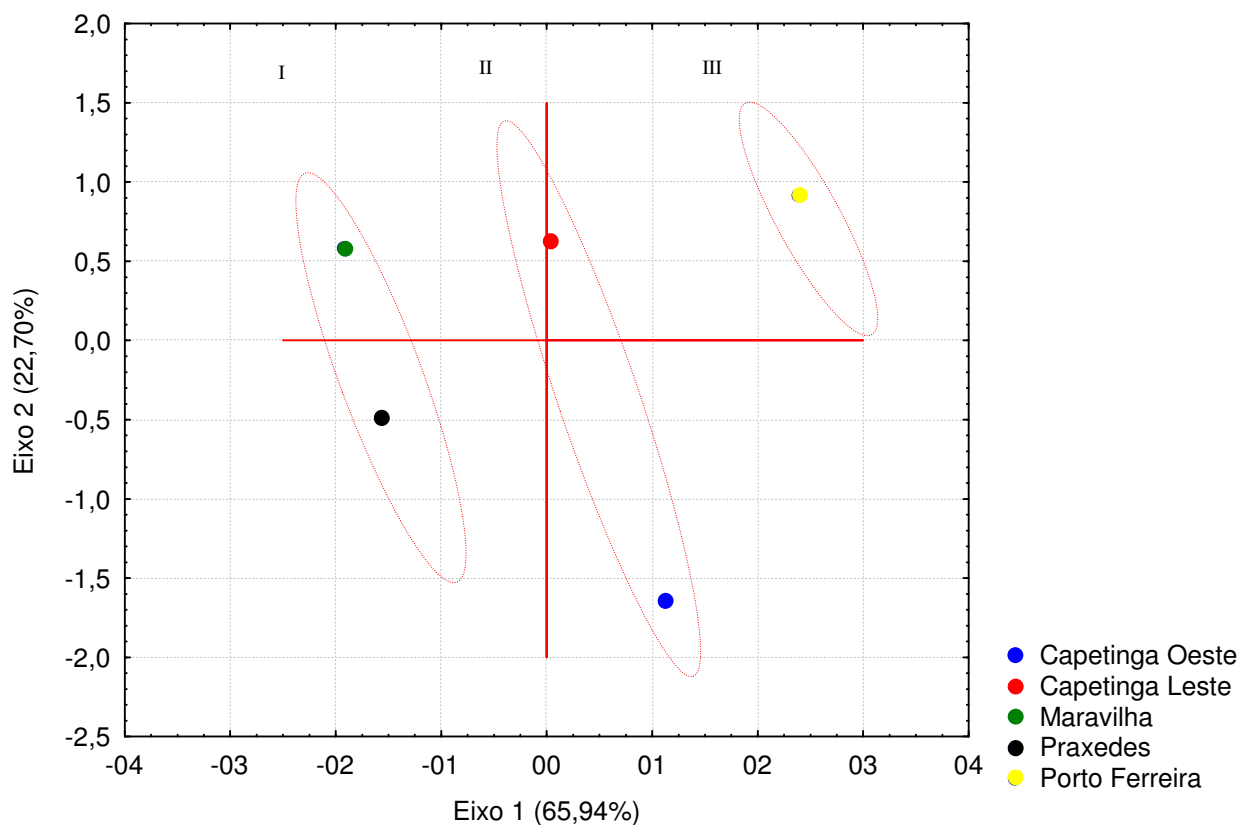


Figura 29. PCA utilizando as variáveis proporção de perímetro, proporção de borda, riqueza vegetal, densidade vegetal relativa e intensidade de turismo. Agrupamento representado pelo círculo tracejado em vermelho.

VARIÁVEIS	AUTOVETORES	
	EIXO 1	EIXO 2
Tamanho	0,547451	0,014776
Proporção de Perímetro	-0,501523	-0,109541
Riqueza Vegetal	0,163111	-0,857960
Densidade Vegetal Relativa	-0,372617	-0,467259
Intensidade de Turismo	0,532280	-0,182594
Porcentagem de explicação de cada eixo	65,94%	22,7%

Tabela 5. Variáveis, autovetores e porcentagem de explicação de cada eixo usado. Em negrito, as variáveis mais significativas de cada eixo.

As elipses em vermelho mostram a maneira que as áreas foram agrupadas. Esse agrupamento levou em consideração as tendências de crescimento dos eixos e as distâncias dos pontos aos eixos 1 e 2 além do agrupamento realizado na análise anterior (figura 28). Seguindo o gradiente proposto pela análise, tem-se que o grupo I seria o mais perturbado e os grupos II e III seriam os mais preservados. É difícil estabelecer uma diferença consistente entre os grupos II e III segundo os critérios de preservação pré-estabelecidos. O grupo III possui altos valores de tamanho e proporção de perímetro, enquanto o II possui altos valores de riqueza e abundância vegetal relativa.

No caso dos cupins é importante ressaltar que são insetos que se alimentam exclusivamente de celulose, ou seja, seu hábito alimentar depende completamente da comunidade vegetal. Evidentemente, o tamanho e a forma do fragmento afetam a comunidade de cupins uma vez que alteram toda a dinâmica do ecossistema (PRIMACK & RODRIGUES, 2001), porém a influência dessas variáveis é mais indireta do que a riqueza e densidade vegetal. Sendo assim, optou-se por não diferenciar o grupo II do grupo III sendo ambos considerados mais preservados que o grupo I.

É importante ressaltar que as análises realizadas anteriormente refletem tendências de escalonamento das áreas, e não podem ser observados como um modelo geral para a descrição de distúrbios. Cada grupo animal ou vegetal possui singularidades que são responsáveis por sua diversidade e distribuição. Apesar de serem uma boa ferramenta, os testes de escalonamento são muitas vezes incapazes de notar essas singularidades.

4.6) Variáveis ambientais em relação a frequência relativa de cupins

Capetinga Oeste

A comunidade de cupins encontrada em Capetinga Oeste apresentou valores coerentes para o escalonamento realizado (figura 29) que atribuiu status de preservada à essa gleba. Nota-se, um valor intermediário de frequência de encontro de espécies (37) e riqueza (11). Porém, a regressão logarítmica realizada para esta gleba demonstra que a probabilidade de incremento de espécies novas à coleta é uma das mais altas dentre as glebas estudadas (figura 15).

Baixos valores dos índices de diversidade e equitabilidade de espécies foram encontrados nessa gleba, sendo que esses valores contrariam a idéia de que essa seria uma das glebas mais preservadas. Porém, quando observada a equitabilidade dos nichos funcionais, nota-se que o baixo valor reflete a baixa proporção de xilófagos e a alta proporção de humívoros, corroborando a idéia de DAVIES (2002) de que a proporção de xilófagos tende a diminuir e a proporção de humívoros tende a crescer com o aumento da área e diminuição da proporção de perímetro do fragmento, devido à disponibilidade de recurso consumido por essa guilda.

Quando observadas separadamente nem todas as variáveis ambientais exercerem forte influência na riqueza e frequência total de encontro (abundância total), Contudo a análise conjunta das frequências relativas (figuras 28 e 29) demonstra que as variáveis ambientais exercem influência sobre a composição da comunidade dessa gleba. Ou seja, essas variáveis

estão relacionadas com “quais” e com que “frequência” as espécies e grupos funcionais estão presentes na área. O padrão de agrupamento demonstra claramente essa influência. Observa-se que Capetinga Oeste possui posição semelhante em todas as análises de agrupamento que foram realizadas, comprovando assim, que a comunidade de cupins ali presente está sendo influenciada pelas variáveis ambientais ou, que existe um efeito não notado, que determina que todas as variáveis (ambientais, de espécie de cupins e nicho funcional) sigam a mesma tendência.

Capetinga Leste

Nota-se em Capetinga leste, um padrão muito semelhante à Capetinga Oeste, sendo que os valores encontrados em todas as análises foram muito similares. Na gleba foram coletadas 12 espécies com uma frequência total de encontro de cupins igual a 40. A curva de regressão apresentou o mais alto coeficiente angular, corroborando a idéia de que a riqueza de espécies naquela gleba ainda estava longe de se estabilizar. Assim como Capetinga Oeste, essa gleba apresenta um baixo valor de equitabilidade funcional porém, nesse caso esses valores são determinados pela alta proporção de humívoros e de intermediários. Como já citado anteriormente, a proporção de humívoros tende a aumentar com o estado de preservação das áreas, assim como os intermediários, que também são sensíveis à distúrbios ambientais, tendem a aumentar com o estado de preservação (MÉLO & BANDEIRA, 2004).

Nas análises de agrupamento, as glebas Leste e Oeste se mostraram sempre muito próximas evidenciando uma forte correlação entre as variáveis

que afetam a distribuição de cupins. Capetinga Leste e Capetinga Oeste são glebas de tamanho e forma parecidas, com homogeneidade de riqueza de espécies vegetais, frequência de encontro de espécies similares, assim como composição de grupos funcionais. Assim como Capetinga Oeste, nota-se que as variáveis ambientais exercem influência sobre a comunidade de cupins ou estão sendo afetadas por um fator comum.

Maravilha

Maravilha foi a gleba que apresentou a maior frequência de encontro de espécies (54) e riqueza de espécies 12. Embora esses valores tenham sido altos em relação às outras glebas quando analisadas as frequências relativas observa-se uma certa instabilidade com relação à fauna de cupins. Além disso, o coeficiente de sua curva de regressão não é um dos maiores observados, demonstrando uma tendência mais baixa em encontrar novas espécies.

Um fato interessante pode ser observado na tabela 2. Mesmo apresentando o mais alto valor de índice de diversidade, a gleba Maravilha apresenta um dos mais baixos valores de equitabilidade, o que apóia a idéia de que as espécies não estão distribuídas de maneira equilibrada. Além disso, essa gleba, juntamente com Praxedes, apresenta um dos mais altos valores de equitabilidade de grupos funcionais. Isso demonstra que não existe dominância de nenhum grupo consumidor, o que, como explicado anteriormente, é característica comum de áreas perturbadas. Nessa gleba foi encontrada a segunda menor proporção de humívoros, refletindo que a disponibilidade do

recurso consumido por essa guilda é baixa, ou que existe algum fator que determina a baixa proporção desse grupo funcional.

As análises de agrupamento sugerem que a frequência relativa de espécies de cupins não é influenciada pelas variáveis ambientais, mas comparando as figuras 27 e 28 observa-se que essas variáveis ambientais influenciam a distribuição dos grupos funcionais.

A baixa proporção de espécies humívoras corrobora a idéia de que, em glebas menores e com maior proporção de perímetro, essa guilda tende a ser menos freqüente (DAVIES, 2002), sendo uma importante característica de áreas perturbadas, concordando assim com a análise representada na figura 29.

Praxedes

A gleba Praxedes apresenta uma baixa frequência de encontro (30) e uma das menores riquezas de espécies (10). A curva de regressão também mostra um baixo valor do coeficiente angular, demonstrando a baixa tendência de crescimento. Essa gleba apresenta um alto índice de diversidade e equitabilidade. Isso demonstra que nessa gleba as espécies estão distribuídas na comunidade de maneira equilibrada (tabela 2). Porém, quando comparado esses resultados com os encontrados na tabela 3, nota-se que em relação aos grupos funcionais que essa gleba demonstrou o mais alto índice de equitabilidade em decorrência da proporção equilibrada entre humívoros e xilófago. Se comparada às outras glebas Praxedes apresenta a menor quantidade de espécies humívoras e a maior quantidade de espécies xilófagas.

Os resultados das análises de agrupamento demonstram que as variáveis ambientais exercem influência tanto sobre a frequência relativa de encontro quanto sobre os grupos funcionais uma vez que mostram o mesmo padrão com relação à essa gleba. Logo, nota-se que os parâmetros escolhidos para determinar áreas degradadas e perturbadas associam-se com a composição da comunidade presente na gleba.

Assim como Maravilha, Praxedes foi descrita como uma área perturbada segundo os parâmetros ambientais escolhidos para degradação (grupo I), e a baixa proporção de humívoros e alta proporção de xilófagos (a maior encontrada em todas as glebas) apóiam essa idéia mostrando um desbalanço nos recursos disponíveis na área.

Porto Ferreira

Essa gleba foi a que apresentou as maiores contradições com relação aos critérios de preservação pré-estabelecidos. Porto Ferreira apresenta a mais baixa riqueza de espécies, a mais baixa frequência total de encontro de espécies de cupins e o mais baixo coeficiente angular de regressão. Os índices de diversidade e equitabilidade de espécies também são baixos, sugerindo a existência de alguma espécie dominante. Essa gleba também apresentou baixo valor de equitabilidade funcional em decorrência da alta proporção de humívoros, assim como foi observado nas Capetingas Leste e Oeste.

Com relação ao escalonamento, essa gleba se encontra no grupo III que se enquadra no grupo das áreas menos degradadas. Porém, os valores encontrados parecem contraditórios devido à baixa riqueza, baixo coeficiente

angular de regressão e baixos índices de diversidade de espécies. O seu enquadramento nesse grupo se deve basicamente ao seu tamanho e proporção de perímetro, pois os valores de riqueza vegetal e densidade vegetal relativa se mostraram baixos. Aparentemente, a relação entre a distribuição das espécies nessa gleba não obedece a tendência observada nas outras áreas. Esse fato talvez possa ser explicado pelo solo presente na gleba, que é mais úmido que o das demais. Outra explicação possível seria devido a sua proximidade com uma região de Cerradão, que pode estar influenciando a distribuição das espécies e grupos funcionais na referida gleba.

Apesar da falta de influência das variáveis ambientais na distribuição das espécies em Porto Ferreira, nota-se que a composição de grupos funcionais obedece ao padrão descrito para as demais áreas. Sendo essa uma área grande, com baixa proporção de perímetro a composição de espécies humívoras, assim como nas Capetingas Leste e Oeste, é uma das maiores. Porém discriminar essa gleba em preservada ou perturbada seria imprudente, devido aos baixos valores encontrados, principalmente do coeficiente de regressão logarítmica.

4.7) Análise de Correspondência

A análise de correspondência demonstra uma tendência de afinidade de algumas espécies e grupos funcionais por algumas áreas (figura 30).

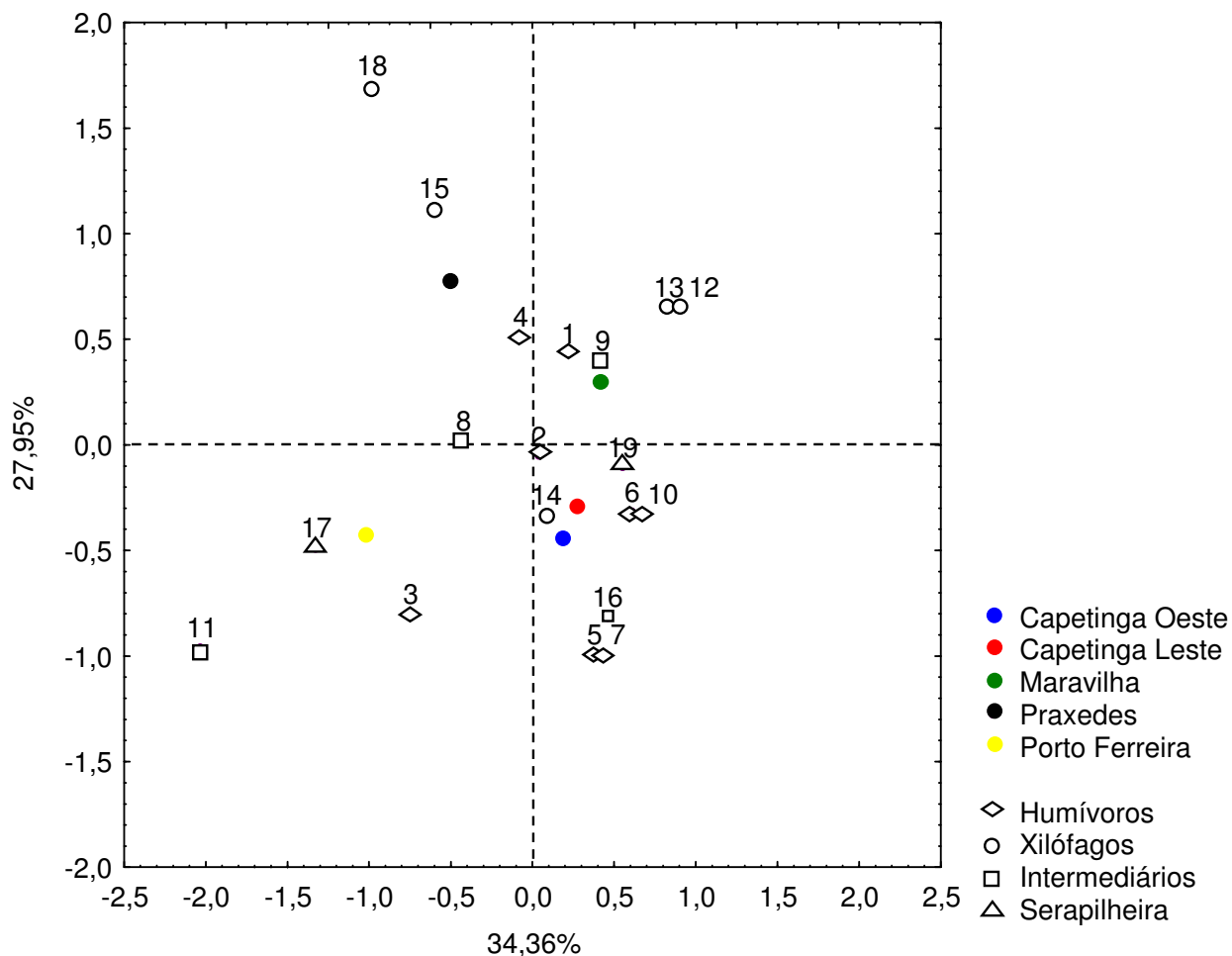


Figura 30. Análise de correspondência para dados de frequência de encontro relativo das espécies. Os números correspondentes a cada espécie se encontram na tabela 1.

Observa-se nessa análise que a espécie 2 (*Anoplotermes* sp.2) foi encontrada em todas as glebas com valores de frequência relativa similares. Isso pode ser notado devido à sua proximidade com a coordenada 0,0 do gráfico. Quanto maior a proximidade das espécies com esse ponto, maior a tendência da espécie ser frequente e regularmente distribuída (MANLY, 1994). Outras espécies demonstraram distribuição similar, *Anoplotermes* sp.1, *Anoplotermes* sp.4, *Diversitermes diversimiles* e *Nasutitermes jaraguae*,

também ocorrem em todas as glebas, mas em proporções bem diferentes daquela de *Anoplotermes* sp.2. As espécies 7,11,12,18 (*Dentispicotermes globicephalus*, *Labiotermes longilabius*, *Nasutitermes aquilinus* e *Rugitermes* sp.1, respectivamente) também são pouco freqüentes e abundantes uma vez que ocupam a parte mais periférica de cada quadrante.

Observa-se que grupos funcionais apresentam afinidade por glebas diferentes. No quadrante onde estão Capetinga Leste e Capetinga Oeste, nota-se uma proporção de humívoros maior do que xilófagos, pois as espécie que representam esse grupo estão mais próximos à essas glebas. Já no quadrante onde está Maravilha, a maior proporção é de xilófagos, assim como em Praxedes. Com relação à Porto Ferreira pode-se notar a baixa tendência dos xilófagos se agruparem nessa gleba e uma proporção semelhante dos outras guildas. Com relação às espécies de hábito intermediário nota-se uma distribuição mais ou menos homogênea, com uma leve tendência de concentração na Capetinga Leste. Os comedores de serapilheira apresentam uma tendência de se concentrarem em Porto Ferreira, Capetinga Leste e Capetinga Oeste. Porém a espécie 19 (*Velocitermes velox*) apresenta um alto valor de freqüência relativa de encontro em Maravilha, sendo que isso pode ser notado pois, o ponto que representa essa espécie, é quase eqüidistante entre Capetinga Leste e Maravilha.

4.8) Índice das espécies indicadoras (*IndVal*)

O resultado do *IndVal* demonstrou a preferência de algumas espécies por algumas glebas. As espécies que foram consideradas “indicadoras”, ou que apresentaram maior preferência por algumas áreas, obtiveram a maior combinação entre fidelidade e especificidade (frequência relativa e abundância relativa). Pelos pressupostos do teste, espécies raras não podem ser assumidas como indicadoras. Logo, aquelas que ocorreram apenas uma única vez não puderam ser consideradas espécies indicadoras (DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Apesar dos resultados obtidos no teste de Monte Carlo apresentarem probabilidade de erro menor que 0,05 deve-se observar que o número de amostras é baixo (5 glebas), o que gera a maior recorrência de pseudo-réplicas na randomização, e diminuem o poder do teste.

Sendo assim, pode-se assumir que *Anoplotermes* sp.1, *Nasutitermes corniger* e *Velocitermes velox*, têm preferência pela gleba Maravilha. *Anoplotermes* sp.5 demonstrou preferência por Capetinga Oeste, *Nasutitermes jaraguae* pela Capetinga Leste, *Procornitermes lespesii* por Porto Ferreira e *Rugitermes* sp.1 por Praxedes (tabela 6). As outras espécies mostraram uma distribuição regular, não havendo preferência por nenhuma das glebas.

Tabela 6. Espécies “indicadoras” nas glebas de ocorrência. Valor do Índice (*IndVal*) e probabilidade de erro tipo I (*p*).

	Fidelidade e Especificidade					<i>IndVal</i>	<i>P</i>
	Capetinga Oeste	Capetinga Leste	Maravilha	Praxedes	Porto Ferreira		
<i>Anoplotermes</i> sp.1	15	5	70	20	10	40.8	0.000
<i>Anoplotermes</i> sp.5	15	0	0	0	0	15	0.033
<i>N. corniger</i>	0	0	15	0	0	15	0.037
<i>N. jaraguae</i>	45	65	35	15	25	22.8	0.013
<i>P. lespesii</i>	5	0	5	5	30	20	0.005
<i>Rugitermes</i> sp.1	0	0	0	15	0	15	0.037
<i>Velocitermes velox</i>	35	30	50	5	0	20.8	0.007

Analisando conjuntamente os resultados obtidos pelo *IndVal* e análise de correspondência pode-se inferir alguns dados. Os resultados da análise de correspondência, assim como resultados anteriores demonstraram uma tendência de ocorrência de espécies humívoras na Capetingas Oeste e Leste, assim como a preferência dos grupos xilófagos pelas glebas Praxedes e Maravilha.

No caso de *Anoplotermes* sp.1, que mostrou preferência por Maravilha, o resultado se deve a baixa freqüência de espécies humívoras nessa gleba. Com a baixa proporção dessa guilda nessa área, o restante do recurso ali disponível (húmus), tende a ser utilizado pelas espécies aptas para tal. Como na referida área a proporção dessas espécies é uma das mais baixas, a

espécie *Anoplotermes* sp.1, provavelmente, explorou o recurso de maneira mais eficiente que as outras espécies dessa guilda, aumentando assim sua população. Em outras palavras, a falta de competidores alimentares, fez com que essa espécie se desenvolvesse mais do que as outras poucas espécies humívoras.

Situação semelhante à de *Anoplotermes* sp.1 pode ser observada para *Nasutitermes jaraguæ*, que demonstrou preferência por Capetinga Leste. Nessa gleba, a baixa proporção de espécies xilófagas fez com que *N. jaraguæ* se desenvolvesse de maneira mais eficiente devido à falta de competidores pelo recurso consumido por essa espécie.

Procornitermes lespesii demonstrou preferência por Porto Ferreira. Como se observa na tabela 4, essa gleba possui densidade vegetal muito inferior às demais. É possível que em ambientes mais abertos a quantidade de gramíneas seja maior devido a maior insolação, e como essa espécie é comedora de serapilheira, em especial gramíneas, o resultado obtido *IndVal* e pela análise de correspondência parecem ser coerentes em relação ao hábito alimentar da espécie e ao provável recurso disponível, outro fator que pode explicar a alta distribuição desse cupins nessa área, é a proximidade entre as formações de Cerradão e Mata Estacional Semidecidual.

Velocitermes velox, que também é uma espécie comedora de serapilheira demonstrou preferência por Maravilha. Porém, o termo serapilheira engloba gramíneas e folhiço, e no caso dessa espécie, não se sabe, especificamente, em qual dos dois grupos ela se enquadra. Na figura 30, observa-se que a referida espécie está quase eqüidistante entre Capetinga

Leste e Maravilha. Assim, não foi possível encontrar uma explicação razoável para a sua preferência pela gleba Maravilha demonstrada pelo *IndVal*.

As outras três espécies descritas como “indicadoras” apresentaram bastante coerência quanto aos resultados obtidos nas análises anteriores. O cupim humívoro *Anoplotermes sp. 5* demonstrou preferência por Capetinga Oeste, ou seja, mesmo em uma área que possui alta frequência dessa guilda, essa espécie se mostrou “indicadora”. *Nasutitermes corniger* mostrou preferência por Maravilha assim como *Rugitermes sp. 1* demonstrou preferência por Praxedes. Esses resultados são coerentes, uma vez que essas glebas possuem altas proporções dessas guildas, e estão em concordância com as variáveis ambientais comparadas no presente estudo.

5) CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protocolo utilizado foi capaz de produzir resposta satisfatória para o estudo proposto. Apesar do número de espécies ser baixo se comparado com outros trabalhos que utilizam outras metodologias, o presente trabalho se mostrou coerente quando comparado àqueles que usam metodologia de coleta semelhante. É sempre importante lembrar que o objetivo dessa amostragem é gerar dados que possam ser comparados. Partindo desse pressuposto o protocolo utilizado foi eficiente, pois foi possível a realização de análises capazes de demonstrar alguns padrões. Contudo, se o esforço amostral fosse maior, os padrões aqui observados ficariam mais explícitos. Além disso, o uso de mais de um transecto em uma única gleba poderia ser útil para aumentar a riqueza e frequência de encontro de espécies.

Informações importantes puderam ser obtidas através da curva do coletor, juntamente com o ajuste logarítmico aplicado. Porém, deve-se ter em mente que esse é um modelo probabilístico, ou seja, pode-se discorrer sobre a probabilidade ou tendência para a ocorrência de eventos. Excetuando Porto Ferreira, o modelo se mostrou coerente em relação as variáveis ambientais, demonstrando sofrer influência dessas últimas. Observa-se que o escalonamento realizado, com os parâmetros ambientais pré-estabelecidos, também seguiu a mesma tendência dos coeficientes angulares da curva de regressão logarítmica.

De um modo geral, as variáveis ambientais tiveram influência sobre a distribuição de espécies e grupos funcionais de cupins. Em um primeiro momento, quando as variáveis ambientais foram confrontadas com a frequência total de encontro e com a riqueza de cupins, pareceu não haver relação. Contudo, apesar de algumas exceções, como no caso do tamanho (que influenciou negativamente a frequência total e riqueza de cupins) e a densidade vegetal relativa (que influenciou positivamente a frequência total e riqueza de cupins) as tendências não foram condição geral para essa série de comparações. Porém, deve-se lembrar que a frequência total de encontro nada mais é do que a expressão do número de “colônias” que foram encontradas nas áreas. Apesar de ser uma importante variável, pois, reflete, de certa maneira, a atividade dos cupins em uma área, deve-se considerar que muitas vezes a influência das variáveis ambientais só podem ser notada na composição de espécies e grupos funcionais presentes em um ambiente, assim como foi realizado nas análises posteriores.

As análises de agrupamento demonstraram alta afinidade entre as glebas Capetinga Oeste e Capetinga leste, tanto para composição de espécies quanto para a composição de grupos funcionais. Já as glebas Maravilha e Praxedes mostraram maior afinidade com relação aos grupos funcionais. Porto Ferreira se mostrou mais similar à Praxedes com relação à composição de espécies e mais similar às Capetinga Leste e Oeste com relação a composição de grupos funcionais. Essas informações podem ser melhor compreendidas quando observado os resultados expostos nas tabelas 2 e 3. Os valores das equitabilidades nessas tabelas demonstram numericamente o que ocorreu nas análises de agrupamento.

Os cupins humívoros são mais sensíveis à distúrbios ambientais. Isso foi confirmado comparado-se as análises de agrupamento para os grupos funcionais e variáveis ambientais. Nessas análises, a proporção de espécies humívoras, em cada uma das glebas, influenciou o padrão de agrupamento, sendo que as áreas mais preservadas apresentaram maior proporção de espécies dessa guilda. Os cupins de hábito intermediário também são bastante sensíveis a distúrbios ambientais e essa informação pode ser observada no presente estudo, uma vez que Capetinga Oeste, área que pertence ao grupo das glebas mais “preservadas” apresentou a maior porcentagem de espécies dessa guilda.

O *IndVal* e a análise de correspondência demonstram que algumas espécies possuem preferência por algumas áreas, *Anoplotermes* sp.5 foi indicador de Capetinga Oeste, *Nasutitermes corniger* apresentou preferência por Maravilha e *Rugitermes* sp.1 por Praxedes. Associando o

IndVal à a análise de componentes principais tem-se *Anoplotermes* sp. 5 como indicador de áreas preservadas e as outras espécies como indicadoras de áreas perturbadas. Apesar de coerente, o resultado merece algumas considerações. BROWN JR. (1997) afirma que Isoptera possui razoável tratabilidade taxonômica, informação que não se confirma nesse estudo, uma vez que *Anoplotermes* sp. 5 e *Rugitermes* sp. 1 não constituem espécies verdadeiras, e sim morfo-espécies. *Nasutitermes corniger* foi indicador de área perturbada ocorrendo na gleba Maravilha. Essa espécie já foi descrita nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Amazonas, Paraíba, Pará, Ceará, Maranhão, Bahia e Pernambuco (COSTA-LEONARDO, 2002) e é considerada uma das mais importantes pragas urbanas do Brasil. O estabelecimento dessa espécie como praga talvez esteja relacionado com sua alta capacidade de dispersão. Talvez essa capacidade também esteja relacionada a sua alta distribuição na gleba Maravilha, pois nessa gleba esta espécie encontra condições ideais para seu desenvolvimento.

Para o presente estudo, foram escolhidas algumas variáveis ambientais e procurou-se observar o efeito dessas sobre a fauna de cupins. Embora as variáveis escolhidas possuam embasamento na literatura, é imprescindível ressaltar que foram poucas, se considerados os possíveis fatores ambientais que influenciam a distribuição desses insetos. As informações disponíveis sobre os fatores que determinam a diversidade de cupins ainda não estão totalmente elucidados e merecem mais estudos devido a potencialidade desse grupo como bioindicador.

As variáveis ambientais também foram utilizadas para atribuir *status* de “preservadas” ou “degradadas” às glebas estudadas. É pertinente ressaltar que essa condição atribuída às glebas tem como base apenas os parâmetros ambientais escolhidos e excluem outros fatores importantes, como por exemplo, o grau de isolamento entre os fragmentos, além de outros que não foram observados ou não puderam ser mensurados. Sendo assim, esse escalonamento se torna aceitável apenas para esse estudo.

Os cupins se mostraram eficientes indicadores ambientais no presente trabalho e mesmo com um número restrito de amostras (cinco glebas), esse grupo foi capaz de demonstrar padrões associados a distúrbios ambientais. Por outro lado, o número restrito de amostras faz com que pequenas variações na coleta, gerem uma grande resposta na análise dos dados, o que pode induzir à erros. Sendo assim, recomenda-se, em estudos posteriores, que mais áreas de mesma formação vegetal sejam comparadas a fim de se obter resultados mais seguros com relação aos fatores que afetam a distribuição desses insetos.

Apesar de existirem estudos sobre o grupo alimentar dos cupins, esses ainda são poucos e fragmentários. Estudos sobre o referido tema devem ser desenvolvidos com o intuito de auxiliar estudos sobre diversidade. Com relação à taxonomia dos grupos encontrados devem ser feitas algumas ressalvas. Não apenas o gênero *Anoplotermes*, mas toda a subfamília *Apicotermatinae* carece de uma revisão taxonômica urgente. Alguns estudos apontam esse grupo como um forte bioindicador, porém, infelizmente, o grupo apresenta situação taxonômica bastante complicada.

Além dos fatores citados, outro importante fator a ser considerado é o tempo. Por estarem isoladas, as áreas sofreram efeitos das variáveis ambientais de maneira diferente e em intervalos de tempo distintos. Os processos ecológicos que foram observados no presente estudo refletem apenas um momento da fase pela qual as glebas estão passando. Em outras palavras, as glebas estudadas podem estar em fase de “recuperação” ou “declínio”, sendo que seria de suma importância um acompanhamento criterioso ao longo dos anos, ou seja, um monitoramento, a fim de se desvendar a fase em que se encontram. Além do monitoramento, recomenda-se o uso de outros grupos animais ou vegetais como bioindicadores, tais como formigas, abelhas, besouros etc. O uso de vários grupos aumenta a confiabilidade das análises, e tornam mais seguras quaisquer afirmações sobre o estado de preservação de uma área.

O efeito produzido na composição da fauna de cupins corrobora a idéia existente na literatura, que assume esses insetos como importantes indicadores de qualidade ambiental. No presente estudo, além de poucas (5 glebas), as áreas estudadas são de certa forma homogêneas, porém, a comparação entre elas mostrou que os Isoptera foram sensíveis aos distúrbios ambientais aqui propostos, principalmente com relação à composição de grupos funcionais. Observa-se uma tendência ao aumento da proporção de cupins humívoros em áreas preservadas, e um aumento da proporção de cupins xilófagos em áreas perturbadas. Esse padrão pode ser confirmado se observada a análise de correspondência e o *IndVal*. Embora mais estudos sejam necessários, o grupo dos cupins parecem ser confiáveis bioindicadores.

6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A. N.; LUDWIG, J. A.; LOWE, L. M. & RENTZ, D. C. F. Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: Responses to disturbance in Kakadu National Park. **Austral Ecology**, Carlton, v. 26, p. 213-222, 2001.
- APOLINARIO F. E.; MARTIUS, C. Ecological role of termites (Insecta, Isoptera) in tree trunks in central Amazonian rain forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam , v.194, n. (1-3), p.23-28, 2004.
- ARAUJO, R. L. Notes on "Dentispicotermes" with description of a new species (Isoptera, Termitidae, Termitinae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 29, n. (2), p.249-254, 1969.
- ARBINO, M. O. & TORALES, G. J. Aspectos del comportamiento intraespecifico de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). **F A C E N A**, Corrientes, v.8, n. (7-98), p.27-33, 1990.
- ATTILA, A. & MIKLÓS, W. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. In: FONTES, L. R, & BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins o desafio do conhecimento**. Piracicaba, FEALQ, 1996 cap. 13, p. 227-241.

- BALMFORD, A. On hotspots and the use of indicators for reserve selection. **TREE**, Amsterdam, v. 13, n. (10), p. 409-409, 1998.
- BANDEIRA, A. G. Notas sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) do parque nacional da Amazônia (Tapajós), Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 96 p. 1-12, 1979.
- BANDEIRA, A.G. & VASCONCELLOS, A. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, Chico, v. 39, n. 3, p. 429-439, 2002.
- BANDEIRA A. G. & VASCONCELLOS, A. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In: PÔRTO KC, CABRAL JJP, TABARELLI M, (eds). **Brejo de altitudes em Pernambuco e Paraíba: História natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 145-151.
- BANDEIRA, A. G.; PEREIRA, J. C. D.; MIRANDA, C. S. & MEDEIROS, L. G. S. Composição da fauna de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica em João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 12 p.9-17, 1998.
- BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M. P. & CONSTANTINO, R. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 42, n. 1, p. 117-127, 2003.
- BARROS, M. I. A. **Caracterização da visitação, dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do Planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. Piracicaba, 2003. 121p. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. 2. ed. Massachusetts: Blackwell Science, 1990. 945p.
- BERTONI, J. E. A. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira**. Campinas, 1984. 196pp. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal: Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campina, 1984.

- BERTONI, J. E. A.; MARTINS, F. R.; MORAES, J. L. & SHEPHERD, G. J. Composição florística e estrutura fitossociológica do Parque Estadual da Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). Gleba Praxedes. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 42, p.149-170, 1988.
- BERTONI, J. E. A.; MORAES, J. L.; VIEIRA, M. G. L. & ZANDARIN, M. A. Análise das principais espécies arbóreas ocorrentes na gleba Capetinga Leste do Parque Estadual da Vassununga, SP. In: **Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas – Conservação da Biodiversidade**, São Paulo, p. 158-162, 1992.
- BLACK, H. I. J. & OKWAKOL, M. J. N. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 37-53, 1997.
- BONELL, M.; COVENTRY, R. J. & HOLT, J. A. Erosion of termite mounds under natural rainfall in semiarid tropical northeast Australia. **Catena**, Amsterdam, v. 13 p. 11-28, 1986.
- BRANDÃO, D. Patterns of termite (Isoptera) diversity in the *Reserva Florestal de Linhares*, State of Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 41, p. 151-153, 1998.
- BRANDÃO, D. & DE SOUZA, R. F. Effects of deforestation and implantation of pastures on the termite fauna in the Brazilian "Cerrado" region. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 39, p. 175-178, 1998.
- BREZNAK, J. A.; BRILL, W. J.; MERINS, J. W. & COPPELL, H. C. Nitrogen fixation in termite. **Nature**, Londres, v. 244, p. 577-580, 1973.
- BROOKS, R. Sacaling up the value of bioindicators. **TREE**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 46-47, 1998.
- BROWN JR., K. S. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In: COLLINS, N. M. & THOMAS, J. A. (eds.). **The conservation of insects and their habitats**. London: Academic Press, 1991. p. 349-404.
- BROWN JR, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H. L. & MAIA, N. B. (eds). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Shell S.A., 1997a. p. 143-155.
- BROWN JR., K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forets: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p.25-42, 1997b.

- BROWN JR., K. S. Insetos indicadores da história. Composição, diversidade e integridade de Matas Ciliares. In: LEITÃO FILHO, H. & RIBER, R. (eds.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, EDUSP-SP, 2000. p. 223-232.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p.934-956, 2000.
- CANCELLO, E. M. Revisão de *Procornitermes* Emerson (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 36, n. 19. p. 189-236, 1986.
- CANCELLO, E. M. **Revisão de *Cornitermes Wasmann* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae)**. 1989. 151 pp. Tese de Doutorado - IB/USP, São Paulo, 1989.
- CANCELLO, E. M. Termite diversity and richness in Brazil – an overview. In: BICUDO, C. E. M. & MENEZES, N. (eds.). **Biodiversity in Brazil: first approach**. São Paulo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico, 1996. p. 173-182.
- CANCELLO, E. M. & SCHLEMMERMEYER, T. Isoptera. In: BRANDÃO, C. R. F. & CANCELLO, E. M. **Invertebrados terrestres**. São Paulo: Ed. FAPESP, 1999. p. 80-91.
- CARVALHO, J. L.; ROBIM, M. J. & STARZYNSKI, R. O efeito do pisoteio em algumas propriedades físicas do solo na trilha da Praia do Sul do Parque Estadual da Ilha da Anchieta. In: **Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Campo Grande, 2000. v. 2, p. 306-312.
- COMISSÃO DE SOLOS. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas n. 12, 1960.
- CONSTANTINO, R. Notes on *Neocapritermes* Holmgren, with description of two new species from the Amazon Basin (Isoptera, Termitidae, Termitinae). **Goeldiana Zoologia**, Belém, v. 7, p. 1-11, 1991.
- CONSTANTINO, R. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. **Biotropica**, Washington, v. 24, n. 3, p. 420-430. 1992a.
- CONSTANTINO, R. Notes on *Embiratermes* Fontes (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae), with description of two new species from Amapá State,

- Brazil. Bol Mus PA Emílio Goeldi**, Belém, Sér. Zool., v. 8, n. 2, p. 329-336, 1992b.
- CONSTANTINO, R. Description of a new *Planicapritermes* from Cental Amazonia, with notes on morphology of the digestive tube of the Neocapritermes-Planicapritermes group (Isoptera: Termitidae, Termitinae). **Sociobiology**, Chico, v. 32, n. 1, p. 109-118, 1998.
- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para Identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 40, n. 25, p. 387-448, 1999.
- CONSTANTINO, R. Key to the soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). **Insect Systematics and Evolution**, Stenstrup, v. 31, n. 4, p. 463-472, 2000.
- CONSTANTINO, R. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta, Isoptera) based primarily on soldiers. **Zootaxa**, v. 67, p. 1-40, 2002.
- CONSTANTINO, R. Inventário da termitofauna (Isoptera) da Serra do Cachimbo, PA. In: **XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos**. Brasília, 2004. p. 162-161.
- COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-Praga: Morfologia, Biologia e Controle**. Rio Claro: Ed. Divisa, 2002. 128 p.
- CULLEN JR. L. & RUDRAN, R. Transectos lineares na estimativa de mamíferos e aves de médio e grande porte. In: CULLEN JR., L., RUDRAN, R & VALLADARES-PADUA, C. (eds.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR; Fundação O Boticários de Proteção à Natureza. cap. 7, 2003. p. 169-179.
- DAVIES, R. G. Feeding group responses of a Neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. **Oecologia**, Berlin, v. 133, p. 233-242, 2002.
- DAVIES, R. G.; EGGLETON, P.; DIBOG, L.; LAWTON, L. H.; BIGNELL, D. E.; BRAUMAN, C. H.; NUNES, L.; HOLT, J. & ROULAND, C. Successional response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 36, p. 946-962, 1999.
- DE SOUZA, O. F. F. Efeitos da fragmentação de ecossistemas em comunidades de cupins. In: BERTI FILHO, E. & FONTES, L. R. (eds.) **Biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.19-27.

- DE SOUZA, O. F. F. & BROWN, V. K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, p.197-206, 1994.
- DESHMUKH, I. How important are termites in the production ecology of African Savannas? **Sociobiology**, Chico, v. 15, p. 155-168, 1989.
- DOMINGOS, D. J.; CAVENAGHI, T. M. C. M.; GONTIJO, T. A. DRUMOND, M. A. & CARVALHO, R. C. Composição em espécies, densidade e aspectos biológicos da fauna de térmitas de Cerrado em Sete Lagoas, MG. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, p. 199-206, 1986.
- DOMINGUES, N. E.; SILVA, D. A. & PFEIFER, R. M. Reconhecimento da geomorfologia e solos do Parque Estadual da Vassununga, SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 41 n. 2, p. 271-290, 1987.
- DONOVAN, S. E.; EGGLETON, P. & BIGNELL, D. E. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. **Ecological Entomology**, London, v. 26, p. 356-366, 2001.
- DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: The need a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 67 n. 3, p. 345-366, 1997.
- EATON, D. P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade de água. In: CULLEN JR., L., RUDRAN, R & VALLADARES-PADUA, C. (eds.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR; Fundação O Boticários de Proteção à Natureza. cap. 3, 2003. p. 69-90.
- EDWARDS, C. A. Biological Indicators of Soil Health. **Crop Protection**, Guildford, v. 17. n. 4, p. 368-369, 1998.
- EGGLETON, P. & BIGNELL, D. E. Monitoring the response of tropical insects to changes in the environment: troubles with termites. In: HARRINGTON & STORK, (eds). **Environment**. London: Academic Press of London, 1995: 473-497.
- EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E.; SANDS, W. A.; MAWDSLEY, N. A.; LAWTON, J. H.; WOOD, T. G. & BIGNELL, N. C. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbal Mayo Forest Reserve, southern Cameroon. **Phil. Trans. R. Soc. Lond**, London, v. 351, 51-68, 1996.

- EGGLETON, P.; BIGNEL, D. E.; SANDS, W. A.; WAITE, B.; WOOD, T. G. & LAWTON, J. H. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserv, southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 85-98. 1995.
- EGGLETON, P.; HOMATHEVI, R.; JEEVA, D.; JONES, D. T.; DAVIES, R. G. & MARYATI, M. The species richness and composition of termites (Isoptera) in primary and regenerating lowland dipterocarp forest in Sabath, east Malaysia. **Ecotropica**, Bonn, v. 3, p. 119-128, 1997.
- EGGLETON, P.; HOMATHEVI, R.; JONES, D. T.; MACDONALD, J. A.; JEEVA, D.; BIGNELL, D. E.; DAVIES, R. G. & MARYATI, M. Termite assemblage, forest disturbance and greenhouse gas fluxes in Sabah, East Malaysia. **Phil. Trans. R. Soc. Lond**, London, v. 354, p. 1791-1802, 1999.
- EHRENFELD, D. Porque atribuir um valor à biodiversidade? In: WILSON, E. O. (org.), **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 269-274.
- ELKINS, N. Z.; SABOL, G. V.; WARD, T. J. & WHITFORD, W. G. The influence of subterranean termites on the hydrological characteristics of a Chihuahuan desert ecosystem. **Oecologia**, Berlin, v. 68, p. 521-528, 1986.
- EMERSON, A. E. The Neotropical genera *Procornitermes* and *Cornitermes* (Isoptera, Termitidae). **American Museum of Natural History**, New York, v. 99 n. 8, p. 478-539, 1952.
- EMERSON, A. E. & BANKS, F. A. The Neotropical genus *Labiotermes* (Holmgren): its phylogeny, distribution, and ecology (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **American Museum Novitates**, New York, n. 2208, p. 1-33, 1965.
- FERNANDES, P. M.; CZEPAK, C. & VELOSO, V. R. S. Cupins de montículos em pastagem: Prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L. R. & BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ. cap. 11, 1996. p. 187-210.
- FERREIRA JR., E. **Efeitos da fragmentação da floresta mesofítica de interflúvio sobre a fauna de cupins**. 1999. 73 pp. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.
- FITTKAU, E. J. & KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, Washington, v. 5, p. 2-14, 1973.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZICCHI, R. A.; ALVES, S. B. & VENDRAMIN, J. D. **Manual de Entomologia Agrícola**, 2^a ed., São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1988. 649 p.
- GARCÍA, C. & HERNÁNDEZ, T. Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosion. **Soil Bid. Biochem**, v. 29, n. 2, p. 171-177, 1997.
- GONTIJO, T. A. & DOMINGOS, D. J. Guild distribution of some termites from Cerrado vegetation in South-East Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, p. 523-529, 1991.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of specie richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, p. 379-391, 2001.
- GRIFFITHS, B. S.; BONKOWSKI, M.; ROY, J. & RITZ, K. Functional stability, substrate utilisation and biological indicators of soils following environmental impacts. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 16, p. 49-61, 2001.
- HANEMANN, W. M. Economia e preservação da biodiversidade. In: WILSON, E. O. (org.), **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p.245-252.
- HILL, J. J. & HAMER, K. C. Using species abundance models to indicator as indicator of habitat disturbance in tropical forest. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, p. 458-460, 1998.
- HILTY, J. & MERENLENDER, A. Faunal indicator taxa celestion monitoring ecosystem health. **Biological Conservation**, Essex, v. 92, p.185-197, 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São José dos Campos: CBERS. 2004. Apresenta Informações sobre imagens de satélite. Disponíveis em: <http://www.dgi.inpe.br/pedidos/CBERS/index.html>. Acessado em Janeiro de 2005.
- JAROSLAV, J. Staphylinid beetles as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. (1-3), p. 357-372, 1999.
- JONES, C. G.; LAWTON, J. H. & SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, Buenos Aires, v. 69, p. 373-386, 1994.

- JONES, D. T. & EGGLETON P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 37, p. 191-203, 2000.
- JONES, D. T.; SUSILO, F. X.; BIGNELL, D. E. & SURYO, H. Terrestrial insects: species richness, functional diversity and relative abundance of termites under different land use regimes. In: GILLISON A. N (ed.). **Above-ground Biodiversity Assessment Working Group summary report 1996-99: impact of different land uses on biodiversity**. Nairobi: ICRAF. cap. 8, 2000. p. 128-139.
- KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, p. 373-393, 1999.
- KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. 2. ed. New York: Benjamin/Cummings, 1992. 581p.
- LONGCORE, T. Terrestrial Arthropods as Indicators of Ecological Restoration Success in Coastal Sage Scrub (California, U.S.A.). **Restoration Ecology**, Malden, v. 11, n. 4, p. 397-409, 2003.
- MACARTUR, R. H. & WILSON, E. O. 1967. **The theory of Island Biogeography**. Princeton: N. J, Princeton University Press, 1967. 203p.
- MAGRO, T. C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. São Carlos, 1999. 135pp. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- MAGURRAM, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MANLY, B. F. J. **Multivariate Statistical Methods: a primer**. London: Chapman & Hall, 1994. 215p.
- MARTINS, F. R. **O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual da Vassununga**. 1979. 239pp. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
- MARTINS, F. R. O balanço hídrico seqüencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual da Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 43 n. 170, p. 353-391, 1982.

- MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J. & BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, p. 661-672, 2002.
- MÉLO, A. C. S. & BANDEIRA, A. G. A quantitative and qualitative survey of térmites (Isoptera) in a Open Shrubby Caatinga in Northeast Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 44, n. 3, p. 707-716, 2004.
- MELO, A. S. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In: Cullen Jr., L., Rudran, R & Valladares-Padua, C. (eds.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR; Fundação O Boticários de Proteção à Natureza. cap. 3, 2003. p. 69-90.
- NORTON, B. Mercadoria comodidade e moralidade: Os limites da quantificação na avaliação da biodiversidade. In: WILSON, E. O. (org.), **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 253-260.
- OKWAKOL, M. J. N. changes in termite (Isoptera) communities due to the clearance and cultivation of tropical forest in Uganda. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 38, p.1-7, 2000.
- OLIVEIRA, G. M. F. *Rugitermes niger* (Isoptera, Kalotermitidae) nova espécie de térmita do Sul do Brasil. **Dusenía**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 9-14, 1979.
- OLIVEIRA, G. M. F.; CRUZ-LANDIM, C. & COSTA-LEONARDO, A. M. Morfologia da moela em *Rugitermes niger* (Kalotermitidae) e *Armitermes euamignathus* (Termitidae). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, n. 8, p. 752-756, 1987.
- OLIVEIRA, G. M. F.; CRUZ-LANDIM, C. & COSTA-LEONARDO, A. M. Aspectos ultra-estruturais do intestino posterior de *Rugitermes niger* (Kalotermitidae), *Armitermes euamignathus* e *Cornitermes cumulans* (Termitidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 331-342, 1988.
- OLIVEIRA, L. C. M. **Diversidade de Térmitas (Insecta: Isoptera) em um gradiente latitudinal de Mata Atlântica do Sul e Sudeste brasileiro**. 2003. 98pp. Tese de Doutorado - FFCLRP/USP, Ribeirão Preto, 2003.
- OOSTERMEIJER, J. G. B. & VAN SWAAY, C. A. M. The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. **Biological Conservation**, Essex, v. 86, p. 271-280, 1998.

- PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture., Ecosystems.& Environment**, v. 74, p. 1-18, 1999.
- PIELOU, E. C. **The interpretation of ecological data**. New York: Wiley, 1984. 263p.
- PIMENTEL, D.; WILSON, C.; MCCULLUN, C.; HUANG, R.; DWEN, P.; FLACK, J.; TRAN, Q.; SALTMAN, T. & CLIFF, B. Economic and Environmental benefit of Biodiversity. **Bioscience**, v. 47, n. 11, p. 747-757, 1997.
- PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. Sunderlands: Sinauer Associates, 1993. 660p.
- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Planta, 2001. 328p.
- PURVIS, A. & HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. **Nature**, London, v. 405, p. 212-219, 2000.
- RAINIO J, & NIEMELA J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 12, p. 487-506, 2003.
- RAUP, D. M. Crises da diversidade no passado geológico. In: WILSON, E. O. (org.), **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 63-71.
- REIS, Y. T. 2002, **Diversidade de Isoptera em duas áreas de Mata Atlântica do Sudeste da Bahia**. 2002. 66 pp. Dissertação de Mestrado - FFCLRP/ USP, Ribeirão Preto, 2002.
- RODRIGUEZ, J. P.; PEARSON, D. L. & BARRERA, R. R. A test for the adequacy of bioindicator taxa: Are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela? **Biological Conservation**, Essex, v. 83, n. 1, p. 69-76, 1998.
- ROHR, R. **Base de Dados Tropicais. Campinas**. 1997. Apresenta informações especializadas em Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. Disponíveis em: <http://www.bdt.fat.org.br/>. Acesso em: janeiro de 2005.
- RUPPERT, E. E. & BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. 5. ed. São Paulo: Editora Roca, 1994. 1058p.

- SCHULTZ, C. B. Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes. **Conservation Biology**, Boston, v. 14, n. 6, p. 1929-1930, 2000.
- SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente, 2000. 64p
- SENA, J. M.; VASCONCELLOS, A.; GUSMÃO, M. A. B. & BANDEIRA, A. G. 2003. Assemblage of termites in a fragment of Cerrado on the coast of Paraíba State, Northeast Brasil (Isoptera). **Sociobiology**, Chico, v. 42, n. 3, p. 753-760.
- SOBERÓN, J. M. & LLORENTE, J. B. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. **Conservation Biology**, Boston, v. 7, n. 3, p. 480-488, 1993.
- SUGIMOTO, A.; BIGNELL, D. E. & MACDONALD, J. A. Global impact of termites on the carbon cycle and atmospheric trace gases. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E. & HIGASHI, M. (eds.), **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 409-435
- TABANEZ, A. A. J. & VIANA, V. M. Patch structure within Brazilian Atlantic Forest fragments and implications for conservation. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 925-933, 2000.
- TAYLOR, R. J. & DORAN, N. Use of terrestrial invertebrates as indicators of the ecological sustainability of forest management under the Montreal Process. **Journal of Insect Conservation**, v. 5, p. 221-231, 2001.
- THORNE, B. L.. Evolution of eusociality in termites. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 28, p. 27-54, 1997.
- TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A. & STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindicator using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interaction. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, p. 708-719, 1998.
- VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica: uma introdução à análise de multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.

- VELOSO, H. P. & GÓES FILHO, L. **Boletim Técnico, Fitogeografia Brasileira: Classificação Fisionômico-Ecológica da Vegetação Neotropical**, n. 1, 1982. 85 p.
- VICTOR, M. A. **A Devastação Florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. 48 p.
- VIEIRA, M. G. L.; BERTONI, J. E. A.; MORAES, J. L. & ZANDARIN, M. A. Análise das principais espécies arbóreas ocorrentes na gleba Maravilha do Parque Estadual da Vassununga, SP. **Resumos do 6º Congresso Florestal Brasileiro**, 1990. p. 626-629.
- VIEIRA, M. G. L.; MORAES, J. L.; BERTONI, J. E. A.; MARTINS, F. R. & ZANDARIN, M. A. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação arbórea do Parque Estadual da Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). II Gleba Capetinga Oeste. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 135-159, 1989.
- WILSON, E. O. **The Insect Societies**. Cambridge: Belknap Press, 1971. 548 p.
- WILSON, E. O. **Sociobiology The New Synthesis, Twenty-fifth Anniversary Edition**. London: Belknap, 2000. 697 p.
- ZEIDLER, J.; HANRAHAN, S. & SCHOLLES, M. Termite species richness, composition and diversity on five farms in southern Kunene region, Namibia. **African Zoology**, v. 37, p. 7-11, 2002.