

FABIANO GUMIER COSTA

**INFLUÊNCIA DE ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS EM BESOUROS
CÍIDEOS DE FLORESTA AMAZÔNICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

FABIANO GUMIER COSTA

**INFLUÊNCIA DE ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS EM BESOUROS
CÍIDEOS DE FLORESTA AMAZÔNICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de Julho de 2004.

Dr. Ronaldo Reis Jr.

Dr. José Henrique Schoereder

Dr^a. Flávia Maria da Silva Carmo

Dr^a. Sandra de Miranda Soares

Dr. Carlos Frankl Sperber
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A minha mãe Maria Gumier e minha irmã Simone Gumier Costa pelo apoio em todas minhas loucuras e projetos de vida e pelas palavras de incentivo nos momentos de fraqueza.

Aos meus irmãos Dudu, Artur e Zezé por serem meus irmãos e por estarem presentes em meus momentos de fuga para o lar.

Aos amigos e colaboradores Cristiano Lopes Andrade e Marcelo Silva Madureira pelos inumeráveis auxílios prestados durante minha ausência de Viçosa, nas identificações dos minúsculos besouros, pelos palpites e críticas sempre bem vindos e pela amizade, que mesmo sem tese permaneceria forte.

A Maria Paula Aparecida da Costa (Dona Paula da Entomologia) que ajudou muito na resolução dos problemas acadêmicos durante minha ausência da UFV.

Ao meu orientador e amigo Carlos Frankl Sperber, por ter assumido o risco de aceitar me orientar, pela confiança no meu trabalho e pela força na hora “H”.

Aos conselheiros José Henrique Schoereder e Adilson Ariza Zacaro pela sensatez e objetividade sempre construtiva.

Ao IBAMA por ter me liberado do trabalho alguns dias para coletas de campo e para cursar as disciplinas no Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo empréstimo de equipamentos (máquina digital, GPS, trenas, tesoura, termômetro, facões, cantis, caminhonete e “voadeira”) e pela ajuda valiosíssima no campo dos colegas de IBAMA Sandro Roberto da Silva Pereira, Raimundo Façanha Guedes, Amarílio Coutinho Fernandes e Daniel Porto Nogueira. Sem a ajuda desses camaradas o mestrado seria impossível! Ao IBAMA de novo pela permissão de coletar na REBIO do Tapirapé.

Ao Sr. Jovardino e sua filha Aline pelo empréstimo da balança digital.

A Amazônia que me deu licença pra mexer nas suas coisas.

Dedico esta tese a meu irmão José Gumier Costa. Seu sorriso estará sempre comigo!!

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo	iv
Abstract	v
Introdução	1
Revisão de Literatura	3
Objetivos	10
Metodologia	10
Resultados	23
Discussão	36
Referências Bibliográficas	42
Anexos	48

RESUMO

GUMIER-COSTA, Fabiano, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2004.
Influência de alterações antrópicas em besouros cídeos de Floresta Amazônica. Orientador: Carlos Frankl Sperber. Conselheiros: José Henrique Schoereder e Adilson Ariza Zacaro.

Besouros da família Ciidae são diretamente dependentes da disponibilidade de madeira em decomposição porque se alimentam exclusivamente de fungos Basidiomycetes da família Polyporaceae *sensu lato* (fungos “orelhas de pau”) que crescem sobre este substrato. Redução na disponibilidade de madeira em florestas pode levar a redução na riqueza de Ciidae e outros organismos saproxílicos. Portanto, a riqueza de espécies de Ciidae serviria como indicadora de perturbação ou degradação do ambiente florestal. O objetivo deste trabalho foi avaliar os processos biológicos que determinam a maior riqueza de besouros Ciidae e o potencial uso destes organismos como bioindicadores na Reserva Biológica do Tapirapé (Município de Marabá, Pará, Brasil). Foram encontradas diferenças na quantidade de basidiocarpos e na qualidade da madeira nos ambientes trabalhados, relacionadas a diferenças na riqueza de espécies de Ciidae entre áreas de floresta e pastagem, mas não entre floresta primária e secundária. Foram coletadas espécies com potencial para bioindicadores e as implicações de seu estudo como ferramentas de monitoramento ambiental, inclusive em áreas com manejo florestal, são consideradas.

ABSTRACT

GUMIER-COSTA, Fabiano, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2004. **Effect of anthropic interference upon ciid beetles in the Amazonian forest.** Advisor: Carlos Frankl Sperber. Committee members: José Henrique Schoereder and Adilson Ariza Zacaro.

Ciidae beetles are affected by the availability of coarse woody debris, because they breed on fungi (Basidiomycetes: Polyporaceae) that grow exclusively on this resource. Reductions on decomposing wood and fungi availability in forests could reduce Ciidae and other saproxylic insect's richness. Then, reduction on Ciidae richness could indicate perturbation or degradation in forest environment. The aim of this work was to study the biological processes determining the Ciidae richness and its use as bioindicators. This study was carried out in "Reserva Biológica do Tapirapé" (Marabá, Pará State, Brazil). We have found different amounts of basidiocarps (fruiting bodies) of fungi and wood quality related to different values of Ciidae richness. No difference of local richness between primary forest and secondary forest has been observed. Some potential indicator species were collected, and their influence on the study, and also in the use, in environment monitoring including forest management, is discussed.

INTRODUÇÃO

O avanço dos desmatamentos associados à atividade madeireira, à pecuária extensiva e à monocultura produziu ao longo das três últimas décadas um quadro desolador por todo o Brasil. Estima-se que restam apenas 20% de Cerrado e 05% de Mata Atlântica no Brasil. Com relação à floresta amazônica, 23.750 Km² foram desmatados entre os anos 2002 e 2003 (INPE, 2004).

Regiões como a do sudeste do Pará, na bacia dos Rios Araguaia e Tocantins, tiveram sua população ampliada significativamente a partir da década de 1970s, como consequência do Programa Grande Carajás. O Programa Grande Carajás, subsidiado pelo governo militar, previa a construção de rodovias, ferrovias, da hidrelétrica de Tucuruí, projetos de mineração, siderúrgicas e projetos agrícolas. O fundamento dessa ocupação rumo ao Norte do Brasil fazia parte da política amparada pelo lema “*integrar para não entregar*”. Tal crescimento populacional é relacionado não somente com o avanço da indústria madeireira, mas fortemente influenciado pela descoberta de jazidas minerais na região (ouro em Serra Pelada, ferro, manganês, cobre e ouro em Carajás).

Após aproximadamente três décadas de devastação, as áreas que hoje possuem cobertura vegetal primária no sudeste do estado do Pará limitam-se às Unidades de Conservação e a uma Terra Indígena da região de Carajás. Estas Unidades de Conservação são: Área de Proteção Ambiental do Igarapé-Gelado, Floresta Nacional de Carajás, Floresta Nacional do Itacaiúnas, Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e Reserva Biológica do Tapirapé. A Terra Indígena é denominada Xicrin do Cateté. Tais unidades, juntas, possuem aproximadamente 1 milhão e 200 mil hectares de áreas protegidas constituindo uma imensa “ilha verde” cercada por latifúndios, projetos de assentamentos, núcleos urbanos e

projetos de mineração. Ferramentas para gestão destas unidades e a garantia de sua conservação necessitam de extremo esforço em pesquisa científica e ação do poder público.

Há décadas a comunidade científica tem buscado desenvolver e aprimorar mecanismos de monitoramento ambiental não somente através de medidas das variáveis ambientais, mas também com o uso de organismos bioindicadores. Tais organismos são assim denominados porque seu estudo pode fornecer informações relevantes sobre as condições dos ambientes nos quais se encontram. Alterações ambientais podem causar variações na composição e riqueza de espécies, densidades populacionais e até modificações comportamentais ou morfológicas. Os organismos considerados bioindicadores possuem características marcantes como susceptibilidade a diferentes graus de distúrbios ambientais, relativa facilidade de identificação, abundância de indivíduos que permita amostragens significativas e serem representativos de processos que influenciam outros grupos de organismos (HUMPHREY *et al.*, 1999).

A família de besouros Ciidae se destaca por se desenvolver estritamente em basidiocarpos de fungos orelha-de-pau (Polyporaceae *sensu lato*) que por sua vez se desenvolvem em madeira em decomposição. Os cídeos podem então ser classificados como micetobiontes por possuir todos os estágios de seu desenvolvimento no interior de corpos de frutificação de fungos. Efeitos danosos aos ecossistemas florestais, que alterem o ciclo natural de decomposição vegetal por fungos saprófitos, podem afetar os cídeos tanto por redução da disponibilidade de recursos quanto por alteração de fatores microclimáticos como, por exemplo, umidade e consistência dos corpos-de-frutificação (PAVIOUR-SMITH, 1960). Estudos vêm sendo realizados em áreas com intenso manejo florestal e mostram que as populações de muitos organismos associados

a árvores mortas vêm decaindo como consequência direta da redução do substrato para seu desenvolvimento. Em virtude disso, não menos que 508 espécies de besouros associados à madeira foram inseridas na “Swedish Red List” como espécies ameaçadas de extinção (JONSELL & NORDLANDER, 1995).

Diante da crescente demanda das sociedades atuais pelo acesso e exploração dos recursos naturais, grandes desafios surgem diante da comunidade científica e dos gestores ambientais. Estes desafios giram em torno do discurso já repetitivo da sustentabilidade, que apregoa a exploração racional do meio. Algumas questões importantes nascem dessa incerteza: Até que ponto as intervenções na natureza são realmente sustentáveis? Será que existe mesmo sustentabilidade nas práticas de manejo florestal? Seriam os organismos bioindicadores realmente capazes de nos fornecer dados úteis sobre qualidade ambiental? Estas e outras tantas questões fazem parte do cotidiano de muitos pesquisadores, gestores e vários segmentos da sociedade preocupados com a temática ambiental.

Em vista do exposto acima fica evidente a necessidade de pesquisas científicas que gerem conhecimentos sobre organismos bioindicadores, novas ferramentas de monitoramento ambiental e melhor compreensão dos efeitos das práticas humanas sobre o meio.

REVISÃO DE LITERATURA

Cídeos e outros insetos saproxílicos

Os besouros Ciidae fazem parte de um grupo de insetos denominado de saproxílicos. Insetos saproxílicos são reconhecidos como um importante grupo funcional em regiões boreais e temperadas de florestas Européias. De acordo com GROVE (2002a): “O termo saproxílicos engloba uma ampla variedade de

guildas de insetos que compartilham uma associação com os ambientes de madeira maduras (*mature timbers*) – essencialmente grandes e velhas árvores – e a madeira em decomposição que estas geram. Além de insetos xilófagos este grupo inclui predadores, detritívoros e parasitas”. Outra definição, ainda em GROVE (2002a): “Insetos saproxílicos são definidos como aqueles que são dependentes, durante alguma parte de seu ciclo de vida, de madeira em decomposição, de fungos que se desenvolvem sobre madeira ou ainda insetos dependentes de outros insetos saproxílicos”.

Besouros e moscas são os mais comuns e importantes animais que se alimentam de fungos. Várias famílias de besouros (Insecta: Coleoptera) estão associadas a fungos (e.q. Erotylidae, Mycetophagidae, Staphylinidae, Tenebrionidae, Scaphidiidae, Ciidae). Os besouros da família Ciidae possuem todos os estágios biológicos do seu desenvolvimento no interior de corpos-de-frutificação de fungos, mostrando alto grau de especialização alimentar (PAVIOUR-SMITH, 1960). A família Erotylidae é citada por FRANC (2001) como bioindicadora, já que a maioria das espécies de Erotylidae ocorre em florestas antigas, em ambientes bem preservados, apresentando alto grau de vulnerabilidade a alterações no ambiente florestal. A família Ciidae tem sido objeto de vários estudos de Ecologia, Comportamento e Taxonomia (FALDT *et al.*, 1999; FOSSLI & ANDERSEN, 1998; GUEVARA *et al.*, 2000a,b,c; JONSELL & NORDLANDER, 1995; JONSELL & NORDLANDER, 2000; KRÖLINK, 2002; LOPES-ANDRADE 2002a,b; LOPES-ANDRADE *et al.*, 2003a; NAVARRETE-HEREDIA, 1991; PAVIOUR-SMITH, 1960; THUNES *et al.*, 2000; RUKKE, 2000) e chama a atenção por estar associada sempre a fungos Basidiomycetes (Polyporaceae *sensu lato*) que crescem sobre madeira em decomposição.

Fungos Polyporaceae, insetos e madeira

Os fungos Polyporaceae têm uma macroestrutura complexa e seu tecido é composto de vários tipos de hifas. A estrutura reforçada das hifas explica porque estes basidiocarpos têm grande resistência e perduram por muito tempo no ambiente. Geralmente os membros desta família são semelhantes na aparência macroscópica e se desenvolvem sobre madeira (HIDDEN FOREST, 2000). A parte inferior do corpo de frutificação é geralmente perfurada por centenas de poros que são as aberturas de tubos verticais através dos quais ocorre liberação de esporos (KENDRICK, 2000).

THUNES *et al.* (2000), reportam que a diversidade de besouros coletados de basidiocarpos de *Fomitopsis pinicola* é estritamente relacionada à quantidade de madeira morta disponível e ao volume desses esporocarpos em florestas da Noruega. Em muitas florestas do Hemisfério Norte, séculos de alterações na dinâmica das florestas e remoção de madeira em decomposição têm contribuído para extinção de espécies de fungos e insetos associados a este recurso (YEE *et al.*, 2001).

De acordo com MÜLLER *et al.* (2002), insetos também podem afetar a comunidade de fungos decompositores de madeira, pelo menos de quatro maneiras: 1) aumentando a colonização da madeira pelo transporte de vários fungos até seu substrato alvo; 2) aumentando o acesso de propágulos de fungos disseminados pelo ar através dos orifícios que fazem pela casca e tronco através do floema e até xilema; 3) nutrindo-se de fungos; e 4) influenciando o microclima da madeira alterando temperatura, umidade e composição gasosa através da construção de galerias ou túneis, e mastigação. Alguns trabalhos (BADER *et al.*, 1995; LINDBLAD, 1998; SIPPOLA and RENVALL, 1999) baseados em inventários de basidiocarpos têm mostrado que a riqueza de

espécies de Polyporaceae em madeira é marcadamente menor em áreas manejadas do que em florestas naturais (ou primárias). Mas não se sabe o quanto estas diferenças se relacionam com os índices de riqueza de insetos em áreas manejadas e não manejadas.

BADER *et al.* (1995), na Suécia, estudaram os efeitos de corte seletivo de árvores sobre espécies de fungos das Famílias Polyporaceae, Hymenochaetaceae e Corticiaceae (Basidiomycota). Baseado em coleta de basidiocarpos, o total de espécies bem como o número de espécies consideradas ameaçadas sofreu redução proporcional à intensidade da exploração florestal. Ainda de acordo com estes autores muitas espécies de fungos que se desenvolvem em madeira em decomposição são aceitos como indicadores de florestas menos perturbadas (“old-growth forests”). Tais espécies mostraram nítidas preferências por troncos mais deteriorados e com maiores dimensões e também são mais freqüentes em locais menos alterados, tornando-se raras em florestas com intensa exploração madeireira. Sugerem que a riqueza de insetos micetobiontes também pode ser afetada por estas atividades.

MÜLLER *et al.* (2002) verificaram, em trabalho realizado na Finlândia, que o manejo florestal aumentou discretamente a diversidade de fungos associada à presença de insetos Coleoptera, principalmente da família Scolytidae (“bark beetles”) e Cerambycidae. Mencionam também que insetos são conhecidos por disseminar propágulos de fungos em madeira em deterioração. Enfatizam que seu efeito sobre a diversidade de fungos decompositores ainda é pouco estudada.

Em condições naturais fungos e insetos desempenham uma função predominante na reciclagem de madeira. Devido a sua variabilidade e relativa durabilidade, madeira fornece um grande número de nichos para comunidades

altamente diversas de fungos e insetos. Práticas de manejo florestal ou outras alterações antrópicas geralmente reduzem a quantidade de madeira em decomposição sobre o solo a uma fração pequena da quantidade normalmente encontrada em florestas sem essas perturbações, o que também pode reduzir essa comunidade de organismos decompositores. Como consequência, fungos decompositores e insetos têm se tornado raros e ameaçados em florestas manejadas (MULLER *et al.*, 2002).

Manejo florestal e insetos saproxílicos

O manejo de florestas é baseado primariamente em extração de árvores em áreas definidas e posterior replantio seguindo procedimentos definidos. Um número significativo de potenciais bioindicadores tem sido sugerido por pesquisas realizadas principalmente na Europa e América do Norte. Em florestas manejadas, estes indicadores precisam não apenas ser ecologicamente significativos, mas também serem facilmente mensuráveis por não especialistas e ter ampla aplicabilidade para que os objetivos do manejo florestal sejam atendidos plenamente.

Segundo WOLDENDORP *et al.* (2002), o estoque de carbono em ecossistemas florestais é geralmente dividido entre árvores vivas, madeira em decomposição ("*coarse woody debris*"), serrapilheira (ou liteira) e carbono no solo. A quantidade de madeira em decomposição pode ser substancial, especialmente em florestas consideradas antigas com ambientes altamente produtivos. Apesar de a madeira ser material orgânico, ela pode demorar a se decompor e permanecer em uma floresta por dezenas de anos. Essa "longevidade" é observada em regiões temperadas e provavelmente é muito menor em florestas de regiões com maiores temperaturas e umidade. Esse material é importante para outros aspectos funcionais do ecossistema como

germinação de sementes, transporte de nutrientes para o solo, serve de habitat ou alimento para vertebrados, invertebrados, líquens e fungos (MARSHALL & DAVIS, 2001)

GROVE (2002b,c) encontrou correlações entre riqueza de insetos saproxílicos e volume de madeira em decomposição e também com a área basal de árvores vivas. Ambientes com maiores volumes de madeira em decomposição possuem maior número de espécies de insetos saproxílicos. O mesmo acontece em áreas que possuem árvores vivas com maior área basal. A manutenção de árvores vivas e em decomposição com grande volume, em florestas manejadas, recebe amparo de diversos estudos que mostram relação positiva entre aumento da área basal de árvores vivas e a riqueza de espécies de insetos saproxílicos. Tais ambientes são chamados de “overmature trees”, “old trees” ou “megatrees” e segundo alguns autores podem sustentar um número maior de espécies com exigências específicas de habitat do que fragmentos de madeira em decomposição. Há várias explicações para essas correlações como: 1) maiores diâmetros de madeira são ambientes mais heterogêneos, permitindo que muitas espécies com diferentes exigências os ocupem ao mesmo tempo; 2) tais dimensões de madeira demoram mais tempo a se decompor e isso garante condições microclimáticas relativamente mais estáveis; e 3) maiores dimensões de madeira permitem o estabelecimento de maior número de espécies de fungos, incluindo espécies restritas a maior volume de madeira e isso permite a permanência de maior número de espécies de insetos associados a estes fungos (GROVE, 2002c).

GROVE (2002a) cita que, apesar da reconhecida importância de insetos saproxílicos como indicadores de alterações em ambientes florestais na Europa, esse grupo possui poucos estudos equivalentes em região tropical. Grove comparou a fauna de besouros saproxílicos de florestas “antigas” (sem cortes há

no mínimo um século), florestas com cortes seletivos (com manejo florestal) e florestas em regeneração (nas quais houve total supressão da vegetação original) na Austrália. Os valores de abundância, riqueza e composição de espécies, observados em florestas “antigas”, não foi encontrado nos outros ambientes com maior intervenção antrópica. Isto sugere que tais ecossistemas não se mantêm intactos em longo prazo, mesmo em florestas tropicais manejadas.

O número estimado de espécies de besouros saproxílicos ultrapassa substancialmente o de todas as outras espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios do mundo (GROVE 2002a). Vários estudos recentes na Europa têm demonstrado a susceptibilidade de insetos saproxílicos aos efeitos de longo prazo do manejo florestal e fragmentação em uma escala de tempo que pode variar de décadas até milênios. Existem extinções de besouros saproxílicos bem documentadas através do registro fóssil e extinções recentes que corroboram estes resultados (BUCKLAND & DINNIN, 1993; WARREN & KEY, 1991; KOMONEN *et al.*, 2000; KÖHLER, 2000; HANSKI & HAMMOND, 1995).

As famílias de besouros saproxílicos mais coletados por GROVE (2002a) foram os xilófagos Curculionidae (112 spp.), Eucnemidae (16 spp.), Elateridae (12 spp.), Aderidae (10 spp.) e Laemophloeidae (10 spp.), os detritívoros Tenebrionidae (20 espécies), os micetófagos Anthribidae (19 espécies) e Ciidae (15 espécies). Ao todo foram coletadas neste trabalho 188 espécies de besouros saproxílicos. A riqueza média de espécies foi maior nas áreas de florestas “antigas”. No caso específico da família Ciidae, também foi registrada maior riqueza de espécies em florestas “antigas” do que em florestas em regeneração. A abundância destas espécies foi maior em florestas antigas do que em qualquer outra das áreas de estudo.

A extinção de espécies de organismos saproxílicos não é inevitável uma vez que é possível inserir no manejo florestal, ou outras intervenções na floresta, a variável madeira em decomposição. O elemento chave, segundo vários autores (ESSEEN *et al.*, 1997, GROVE, 2001; GROVE, 2002a,b; KAILA *et al.*, 1997; HODGE & PETERKEN, 1998; JONSELL & WESLIEN, 2003), seria manter um contínuo e adequado número de árvores vivas de grande volumetria e assegurar que a madeira de tais árvores se deteriore *in situ*. Isto pode ser visto pelas empresas que exploram comercialmente este setor como uma espécie de desperdício de madeira e capital, mas esta pode ser a garantia de manutenção da integridade do ecossistema florestal após sucessivos ciclos de corte. As experiências acumuladas das pesquisas conduzidas em regiões temperadas e boreais mostram que tal princípio deve ser pesquisado em florestas tropicais como garantia de sobrevivência de milhares de espécies de artrópodes, fungos, briófitas, líquens e todos os vertebrados que habitam ou busquem alimento na madeira em decomposição (GROVE, 2002a,b,c).

OBJETIVOS

Avaliar os processos biológicos que determinam a riqueza de besouros cídeos e o potencial uso deste grupo de organismos como bioindicadores.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

Este estudo foi realizado no município de Marabá, sudeste do estado do Pará, no interior da Reserva Biológica de Tapirapé e seu entorno. Esta região situa-se na Amazônia Legal e é citada freqüentemente na literatura científica como Província Mineral de Carajás (para localização geográfica, ver figura 1). As formas de vegetação predominantes na região são a Floresta Equatorial Ombrófila Aberta e a Floresta Equatorial Ombrófila Densa (IBAMA, 2004). O

período de chuvas começa em outubro/novembro, com maior pluviosidade entres os meses de janeiro e fevereiro. As menores precipitações são registradas a partir de maio até setembro. Com exceção das áreas situadas no interior de Unidades de Conservação (UC`s), toda a região circundante apresenta avançada devastação ambiental com perda da vegetação original (figura 1). Os maiores impactos são conseqüência da atividade madeireira ilegal e da pecuária extensiva. Esse processo de devastação cresceu a partir da década de 60 e 70, do século XX, com a ocupação da região por projetos de mineração e fazendas.

Neste estudo foram considerados três diferentes tipos de ambientes:

Floresta Primária – no interior da Reserva Biológica do Tapirapé (REBIO): Todas as coletas foram realizadas em áreas de Floresta Ombrófila Aberta em pontos pré-definidos a partir de imagens de satélite do ano 2002 e visitas prévias ao campo (figura 2).

Floresta Secundária – no interior da REBIO e seu entorno: Trata-se de áreas com histórico de ação antrópica para extração seletiva de madeira de lei (mogno e cedro, principalmente) desde meados da década de setenta (1970s) até final dos anos oitenta (1980s). Por volta de 1987 iniciou-se o processo de desocupação da área, culminando com a criação da Reserva Biológica do Tapirapé, em 1989 (figura 3).

Pastagem – no entorno da REBIO: As coletas foram realizadas em três pontos distintos de pastagem próximos a REBIO e separados desta por fragmentos de floresta secundária. Tais pastagens foram estabelecidas a partir de meados dos anos oitenta (1980s) e alguns pontos ainda apresentam troncos de madeira de grande volume como resíduos dos desmatamentos que as formaram. Todos estes troncos apresentavam a característica comum de terem

sofrido ação do fogo. Mesmo os galhos e troncos de menor volume apresentavam sinais de fogo evidenciando queimadas freqüentes na área, prática comum para renovação de pastagens na região (figura 4).

Hipóteses testadas:

Elaborou-se um fluxograma de hipóteses explicativas a partir do pressuposto de que áreas de floresta primária possuíam maior riqueza de espécies de besouros da família Ciidae (figura 5). O fluxograma foi proposto para responder a pergunta: “Por que há mais espécies de cídeos em floresta primária do que em floresta secundária e pastagem?”.

H1: Porque em áreas de floresta primária há maior riqueza de fungos e isso explica a maior riqueza de besouros Ciidae, ou seja, na floresta primária há maior variedade de recursos ou nichos;

Se isso for verificado teremos outra pergunta: *Por que existe maior riqueza de fungos Polyporaceae em floresta primária?* A explicação investigada neste trabalho foi:

H1i. Porque existe maior quantidade de madeira em floresta primária e isso implica em maior riqueza de fungos;

H2: A riqueza de Ciidae é maior em áreas de floresta primária porque a massa de basidiocarpos por unidade de amostragem é maior;

Mas isso leva a outro questionamento: *Por que existe maior massa de basidiocarpos em Floresta Primária?* A explicação investigada neste trabalho foi:

H2i. Porque a quantidade de madeira em floresta primária é maior e isso implica em maior massa de fungos;

H3: A riqueza de Ciidae é maior em floresta primária porque a madeira é mais bem aproveitada pelos fungos neste ambiente. A razão entre massa de

basidiocarpos e circunferência da madeira é maior e isso implica em maior riqueza de Ciidae. Esta seria uma medida de qualidade da madeira disponível.

Procedimentos de Coleta

Em cada um dos ambientes estudados foram feitos três transectos, de 85 metros de comprimento. Entenda-se por transecto uma linha imaginária de traçado irregular ao longo da qual são realizadas as amostragens (figura 6). Ao longo de cada transecto, a cada 15 metros, foi delimitada uma parcela (unidade de amostragem), com dimensões de 5 x 5 metros, num total de 5 unidades por transecto. As unidades de amostragem eram delimitadas com o auxílio de barbantes para facilitar a visualização. A posição de cada unidade foi alternada quanto ao lado do transecto (direito ou esquerdo, figura 6). A escolha da posição da primeira unidade foi sorteada. O desenho do experimento foi: 03 (ambientes) x 03 (transectos em cada ambiente) x 05 (unidades de amostragem em cada transecto) = 45 unidades de amostragem (figura 6).

Todos os transectos foram mapeados, sua localização marcada através de GPS (Sistema Global de Posicionamento), modelo Garmin 12® e plotados em imagem de satélite da região através do software ArcView® GIS 3.2 (figura 7).

Coletas de basidiocarpos

Foram coletados todos os basidiocarpos de fungos orelha-de-pau (Holobasidiomycetes: Polyporaceae *sensu lato*) encontrados sobre madeira de árvores vivas ou de troncos em decomposição dentro de cada unidade de amostragem. No momento das coletas, ou no laboratório, todos os basidiocarpos foram fotografados para auxiliar na posterior identificação.

Cada amostra de fungo coletada era armazenada em sacos plásticos e recebia uma etiqueta contendo as seguintes informações: ambiente de coleta,

transecto, unidade de amostragem, identificação do fragmento de madeira de origem, data e números das fotos. No laboratório as amostras foram transferidas para recipientes plásticos de 1000, 500 e 250 ml, com pequenos orifícios na tampa para ventilação. Para controle da umidade foram colocadas tiras de papel no interior dos mesmos, que eram trocadas a cada três dias.

Coleta dos Insetos

As primeiras verificações dos corpos de frutificação em busca de besouros Ciidae foram realizadas cerca de 15 dias após as coletas e se estenderam por mais quatro meses. Este intervalo de tempo foi usado para garantir a coleta de insetos adultos, pela maturação de ovos e larvas presentes no basidiocarpo no momento de sua coleta. Os fungos eram abertos manualmente utilizando luvas cirúrgicas e com auxílio de pinças, sobre bandeja branca. Os insetos coletados eram armazenados em tubos *Eppendorf* com solução de álcool etílico comercial. Todos os besouros eram coletados e não apenas cídeos. Posteriormente os cídeos foram separados dos demais insetos, enviados para o sistemata C. Lopes-Andrade, e identificados sob microscópio estereoscópico, no Laboratório de Ecologia de Comunidades da UFV, onde estão depositados.

Testando as hipóteses

Para testar se a riqueza de cídeos está relacionada à riqueza de fungos orelha-de-pau foi realizada a identificação dos fungos e cídeos coletados.

Com base nas fotografias dos fungos, observações mais detalhadas no laboratório e considerando apenas aspectos macroscópicos (forma, aspecto do talo e coloração), os corpos de frutificação de fungos coletados foram separados em unidades taxonômicas operacionais (“morfoespecação”) por se tratar de um

grupo facilmente distinguível macroscopicamente (KENDRICK, 2000). Algumas fotos de basidiocarpos podem ser vistas no anexo (anexos 1, 2 e 3).

A identificação das espécies de Ciidae foi realizada pelo sistemata Cristiano Lopes-Andrade (DBA – UFV), com base em critérios morfológicos externos e internos, neste segundo caso por diferenciação de genitálias masculinas.

Para testar se a riqueza de ciídeos está relacionada à massa de fungos foi medida a massa dos basidiocarpos coletados. A massa dos basidiocarpos coletados foi medida utilizando uma balança digital Marte® Modelo AS 5500c com capacidade máxima de 5000 g e mínima de 0,25 g.

A quantidade de madeira disponível em cada unidade de amostragem foi medida pelo parâmetro circunferência dos troncos em decomposição e circunferência basal das árvores vivas (foram consideradas arbitrariamente apenas árvores vivas com circunferência basal maior que 15 cm). Tal parâmetro foi usado na análise de todas as hipóteses deste trabalho;

Para análise da hipótese de que a madeira é mais bem aproveitada pelos fungos em floresta primária foram medidas as massas dos basidiocarpos e a circunferência dos troncos de madeira em decomposição e de árvores vivas. A partir destes dados foi calculada a razão entre massa de basidiocarpos e circunferência do tronco onde este foi coletado.

Análises Estatísticas

Foram realizadas análises estatísticas com auxílio do programa computacional R (IHAKA & GENTLEMAN, 1996) ajustando modelos lineares generalizados (GLM).

Os modelos completos foram submetidos à análise de resíduos, para avaliar a adequação do modelo e da distribuição de erros. Em seguida os modelos foram simplificados por retirada das variáveis explicativas não-significativas, e análise de contraste, amalgamando níveis das variáveis explicativas categóricas, até se chegar ao modelo mínimo adequado (CRAWLEY, 2002).

Para avaliar se as 45 unidades de amostragem (parcelas) poderiam ser consideradas réplicas, ou se deveriam ser analisadas aninhadas dentro de transectos, foi ajustado um modelo linear misto, com os transectos aninhados dentro de ambiente, como efeito aleatório e ambiente como efeito fixo, e comparamos este modelo com um modelo linear com o mesmo efeito fixo, porém sem efeitos aleatórios.

Uma vez descartados os efeitos aleatórios, utilizamos modelos lineares generalizados com erros não normais, que são mais poderosos do que modelos lineares com dados transformados (CRAWLEY, 2002).

Para riqueza de espécies como variável resposta, utilizamos inicialmente distribuição de erros Poisson. Para circunferência de troncos, massa de fungos e razão massa/circunferência, utilizamos inicialmente distribuição normal. Quando a análise de resíduos demonstrou distribuição de erros inadequada, ou quando houve sobredispersão, no caso de erros Poisson, a distribuição de erros foi substituída, até se encontrar resíduos adequados. Apenas após encontrar distribuição de erros adequada, os modelos completos foram simplificados.

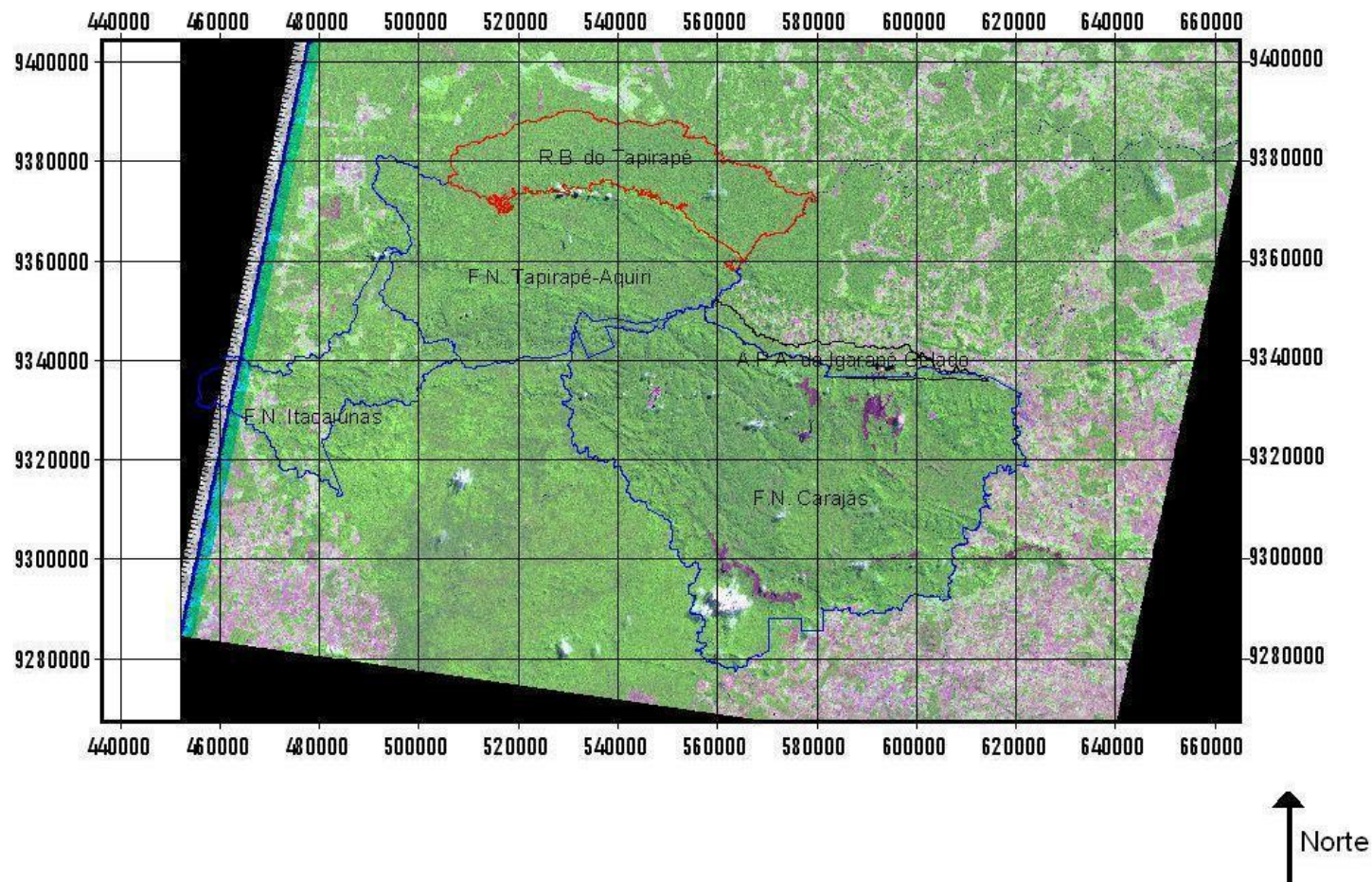


Figura 1. Imagem LANDSAT 2002 evidenciando a cobertura vegetal na região do mosaico de Unidades de Conservação de Carajás e seu entorno. Coordenadas em UTM e escala 1:20.000.



Figura 2. Floresta primária. Vista geral de área de Floresta Ombrófila Aberta.



Figura 3. Floresta secundária. Vista geral de área de Floresta Ombrófila Aberta.



Figura 4. Ambiente de pastagem no entorno da REBIO do Tapirapé.

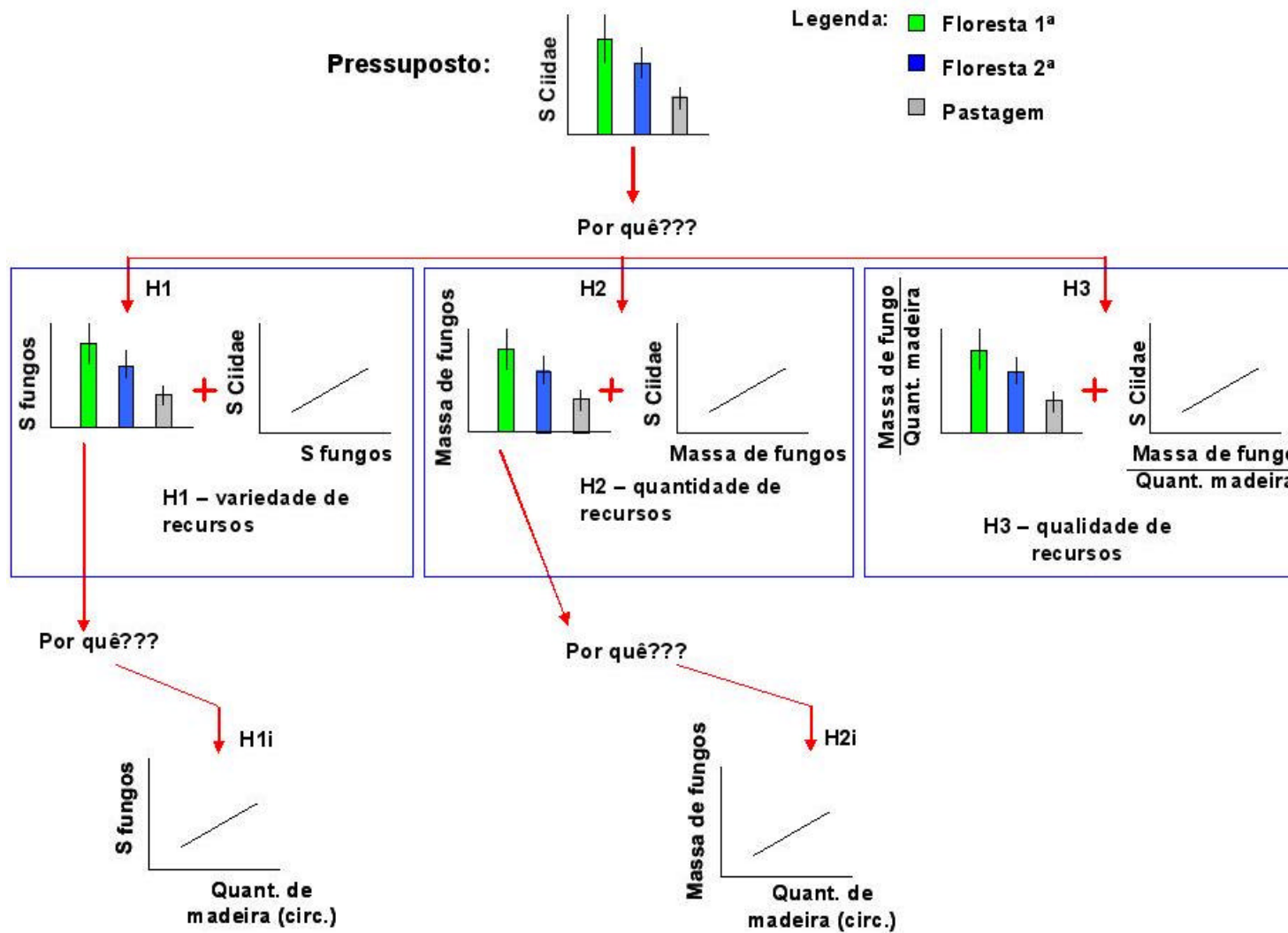


Figura 5. Fluxograma de hipóteses testadas no presente estudo.

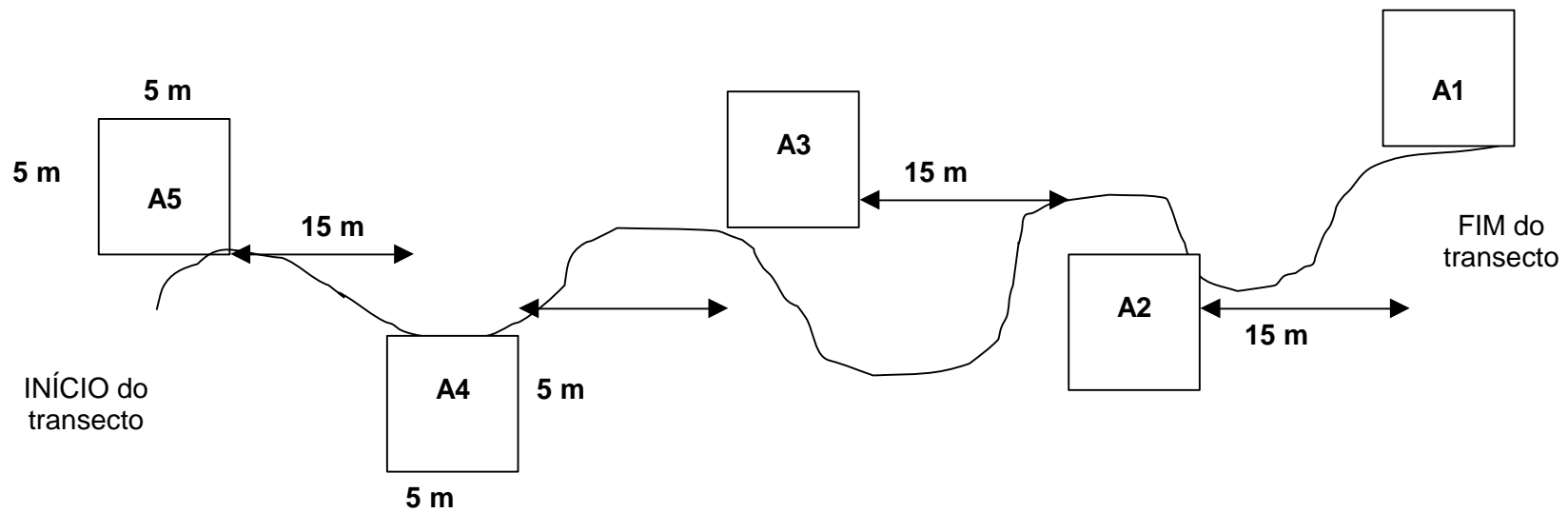


Figura 6. Desenho experimental do transecto com as unidades de amostragem (A1, A2, A3, A4 e A5). Em cada ambiente (Floresta Primária, Floresta Secundária e Pastagem) coletou-se em três transectos.

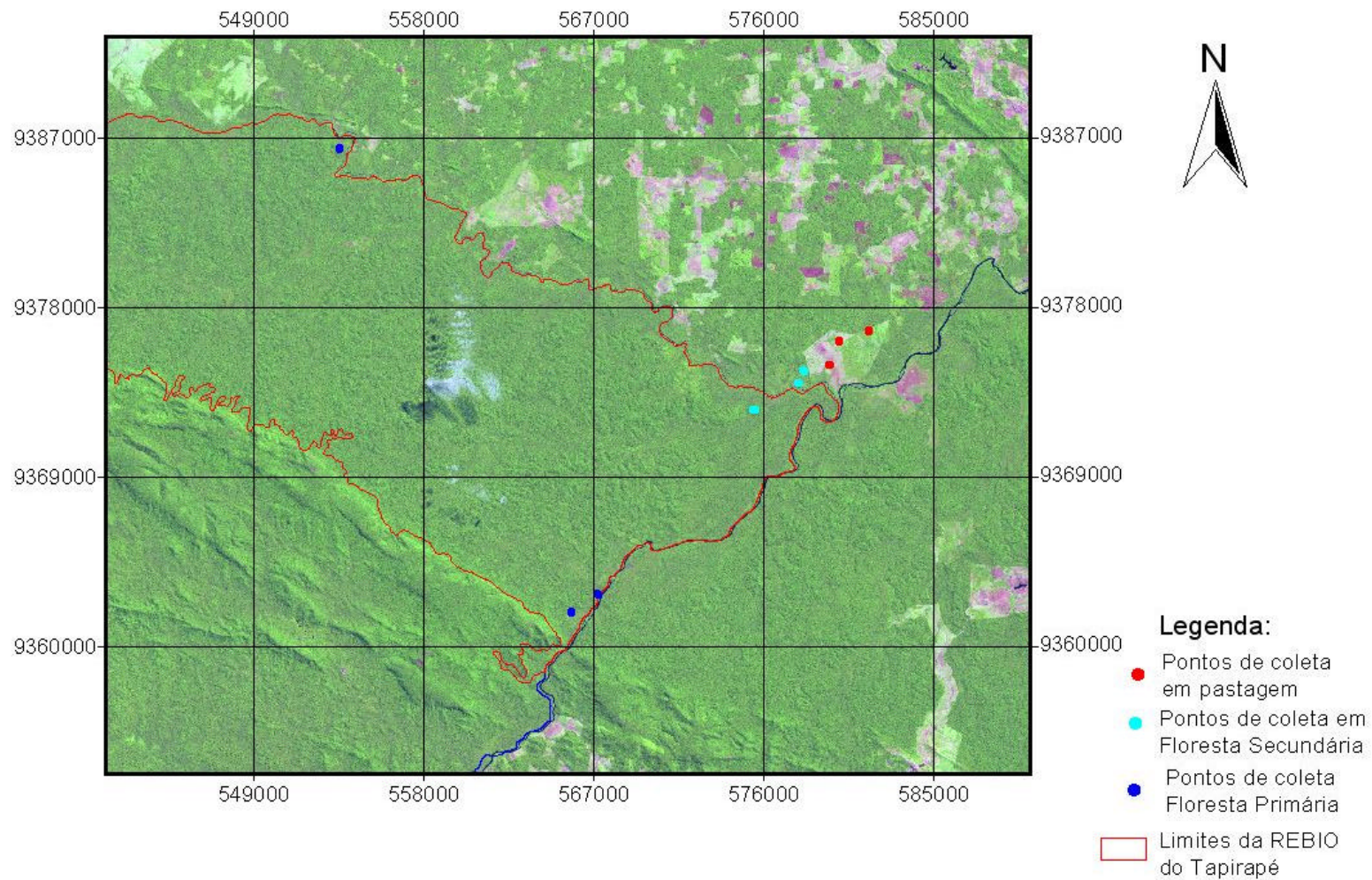


Figura 7. Imagem LANDSAT 2002 evidenciando os pontos de amostragem. Coordenadas em UTM e escala 1: 9.000.

RESULTADOS

Foram coletadas 19 espécies de Ciidae em floresta primária pertencentes aos gêneros *Ceracis* Mellié, *Cis* Latreille, *Porculus* Lawrence, *Scolytocis* Blair, *Xylographus* Mellié e um gênero novo em fase de descrição. Em floresta secundária foram coletadas 8 espécies pertencentes aos gêneros *Ceracis*, *Cis* e *Xylographus*. Em pastagem foi coletada apenas uma espécie do gênero *Ceracis* (tabela 1). Foram coletadas 23 espécies de fungos em floresta primária, 16 espécies em floresta secundária e 11 em pastagem.

A variação da riqueza de cídeos entre transectos, dentro de cada ambiente (modelo linear misto, com transecto aninhado dentro de ambiente, como efeito aleatório) foi muito pequena em relação à variação entre parcelas (< 3%) e à variação residual (< 1%). A retirada do efeito aleatório do modelo não alterou significativamente a variação explicada pelo modelo (g.l.: 4, 6; $P=0,94$). Desta forma todas as unidades de amostragem foram consideradas réplicas, e os transectos foram desconsiderados nas análises subsequentes.

Para avaliar a riqueza de cídeos a distribuição de erros mais adequada foi a binomial negativa. Houve mais espécies de cídeos em floresta primária e secundária do que em pastagem (g.l.: 1, 43; $P=0,001$; distribuição binomial negativa, figura 8), porém não houve diferença na riqueza entre floresta primária e secundária (g.l.: 1, 42; $P=0,32$; distribuição binomial negativa). Por conseguinte, em todas as análises subsequentes estas duas florestas foram consideradas como sendo um mesmo ambiente.

Não foi observada influência do ambiente sobre a riqueza de fungos (g.l.: 1, 43 $P=0,48$; distribuição binomial negativa) (figura 9). Portanto a riqueza de fungos Polyporaceae não explica a maior riqueza de besouros Ciidae em floresta.

A disponibilidade de recursos para os ciídeos (massa total de fungos por parcela) foi maior na floresta do que na pastagem (g.l.: 1, 43; $P < 0,001$; distribuição binomial negativa) (figura 10) e a riqueza de Ciidae aumentou com a massa de fungos (g.l.: 1, 43; $P < 0,001$; distribuição binomial negativa) (figura 11). Não houve diferença entre floresta primária e floresta secundária. Além disso, foi verificado que a massa de fungos aumentou com a quantidade de madeira (g.l.: 1, 43; $P < 0,001$; distribuição poisson) (figuras 12 e 13). A quantidade total de madeira disponível também foi maior em áreas de floresta (g.l.: 1, 44; $P < 0,001$, distribuição poisson) (figura 14), não havendo diferença entre floresta primária e secundária. Resumindo, a riqueza de espécies de Ciidae aumentou com a massa de basidiocarpos e esta por sua vez, foi explicada pela maior quantidade de madeira.

Em áreas de floresta primária e secundária a razão entre massa de basidiocarpos e circunferência dos troncos de madeira foi maior do que em pastagem (g.l.: 1, 22; $P < 0,001$; distribuição binomial negativa) (figura 15) e isso explica a maior riqueza de Ciidae (g.l.: 1, 22; $P = 0,003$; distribuição binomial negativa) (figura 16).

Na tabela 2 segue resumo dos resultados das análises estatísticas.

Floresta Primária	Floresta Secundária	Pastagem
<i>Ceracis</i> sp. 1	<i>Ceracis</i> sp. 1	<i>Ceracis</i> sp. 2*
<i>Ceracis</i> sp. 3*	<i>Ceracis</i> sp. 7	
<i>Ceracis</i> sp. 4*	<i>Ceracis</i> sp. 9*	
<i>Ceracis</i> sp. 5*	<i>Cis taurus</i> gp. sp. 1	
<i>Ceracis</i> sp. 6*	<i>Cis taurus</i> gp. sp. 2	
<i>Ceracis</i> sp. 7	<i>Cis taurus</i> gp. sp. 3	
<i>Ceracis</i> sp. 8*	<i>Cis taurus</i> gp. sp. 5	
<i>Ceracis</i> sp. 10*	<i>Xylographus</i> sp. 1	
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 1		
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 2		
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 3		
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 4*		
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 5		
<i>Cis taurus</i> gp. sp. 6*		
Gen. n. sp.*		
<i>Porculus grossus</i> *		
<i>Scolytocis</i> sp.*		
<i>Xylographus</i> sp. 1		
<i>Xylographus</i> sp. 2*		

Tabela 1. Lista de espécies de Ciidae coletadas nos três ambientes. O asterisco (*) indica que a espécie foi coleta apenas em um ambiente.

Hipóteses Testadas	Parâmetros Avaliados	G.L.	Distr. de erros	Valor P
Pressuposto	S de Ciidae vs ambiente	1,43	binom. neg.	0,001*
H1	S de fungos vs ambiente	1,43	binom. neg.	0,48
H2	Massa de fungos vs ambiente	1,43	binom. neg.	< 0,001*
H2	S de Ciidae vs massa de fungos	1,43	binom. neg.	< 0,001*
H2i	Massa de fungos vs quantidade de madeira	1,43	quasipoisson	0,001*
H2i	Quantidade de madeira vs ambiente	1,43	quasipoisson	< 0,001*
H3	Qualidade vs ambiente	1,22	binom. neg.	0,015**
H3	S de Ciidae vs qualidade	1,22	binom. neg.	0,003*

Tabela 2. Resultados das análises estatísticas realizadas com auxílio do programa computacional R (The R Development Core Team (Ihaka & Gentleman 1996)), ajustando modelos lineares generalizados (GLIM). (S = riqueza de espécies; ambiente = floresta primária, secundária e pastagem; quantidade de madeira = circunferência dos troncos; (*) = significativo a 1%, (**) = significativo a 5%).

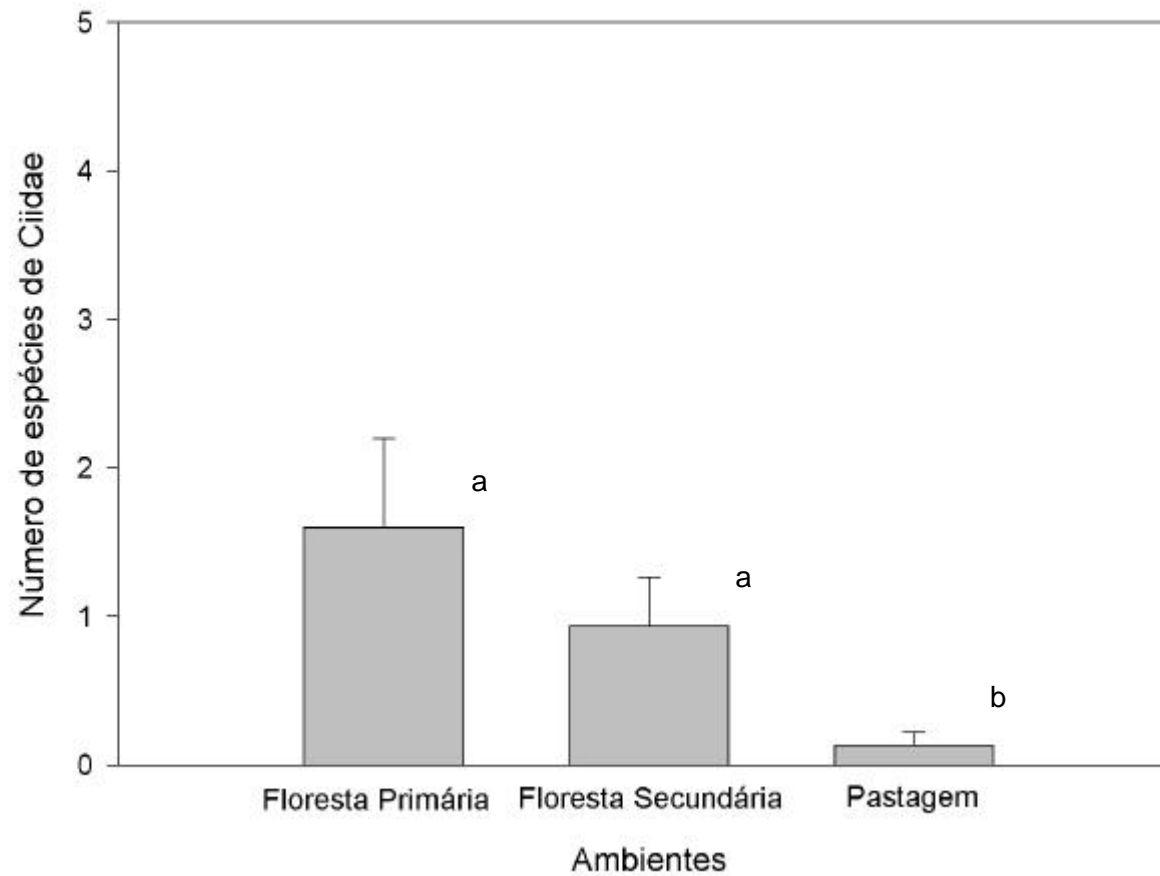


Figura 8. Número de espécies de besouros Ciidae, por unidade de amostragem, nos três ambientes pesquisados.

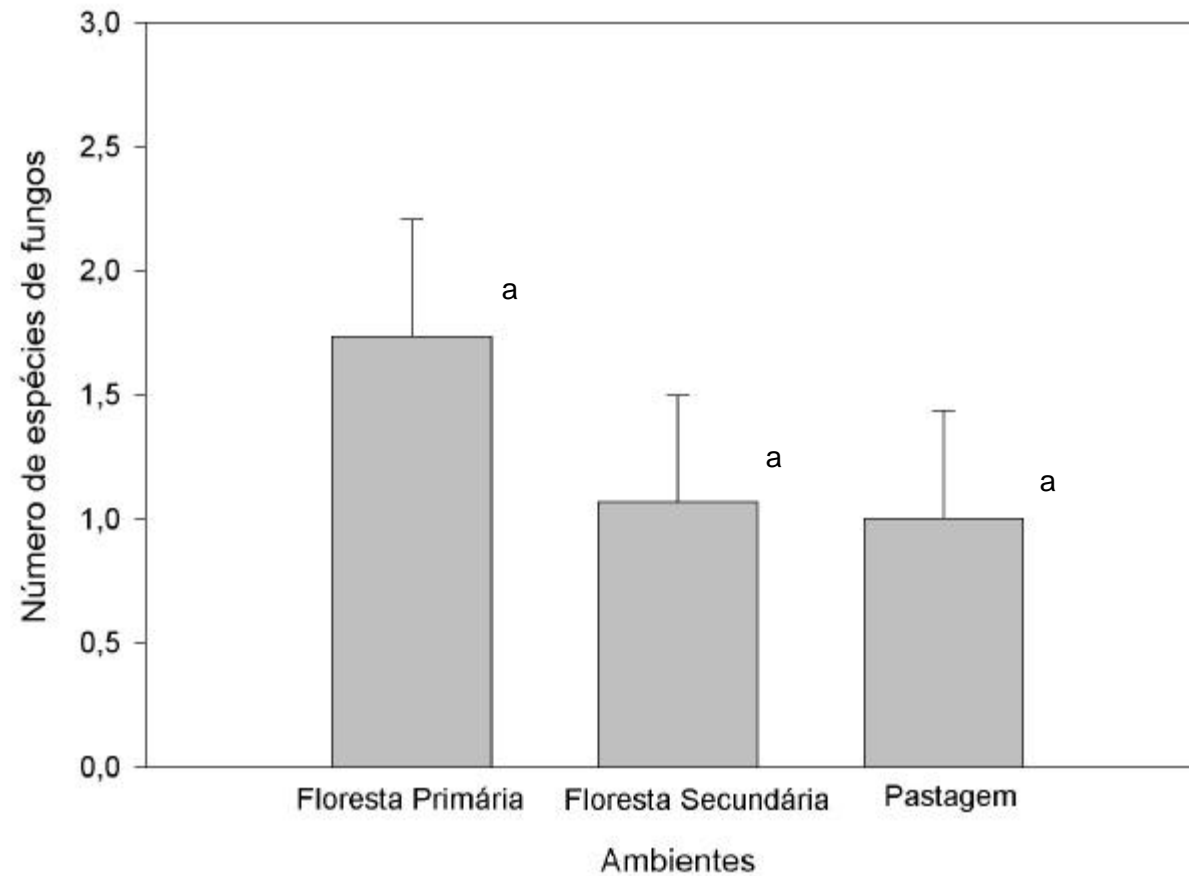


Figura 9. Número de espécies de fungos Polyporaceae, por unidade de amostragem, nos três ambientes desquisados.

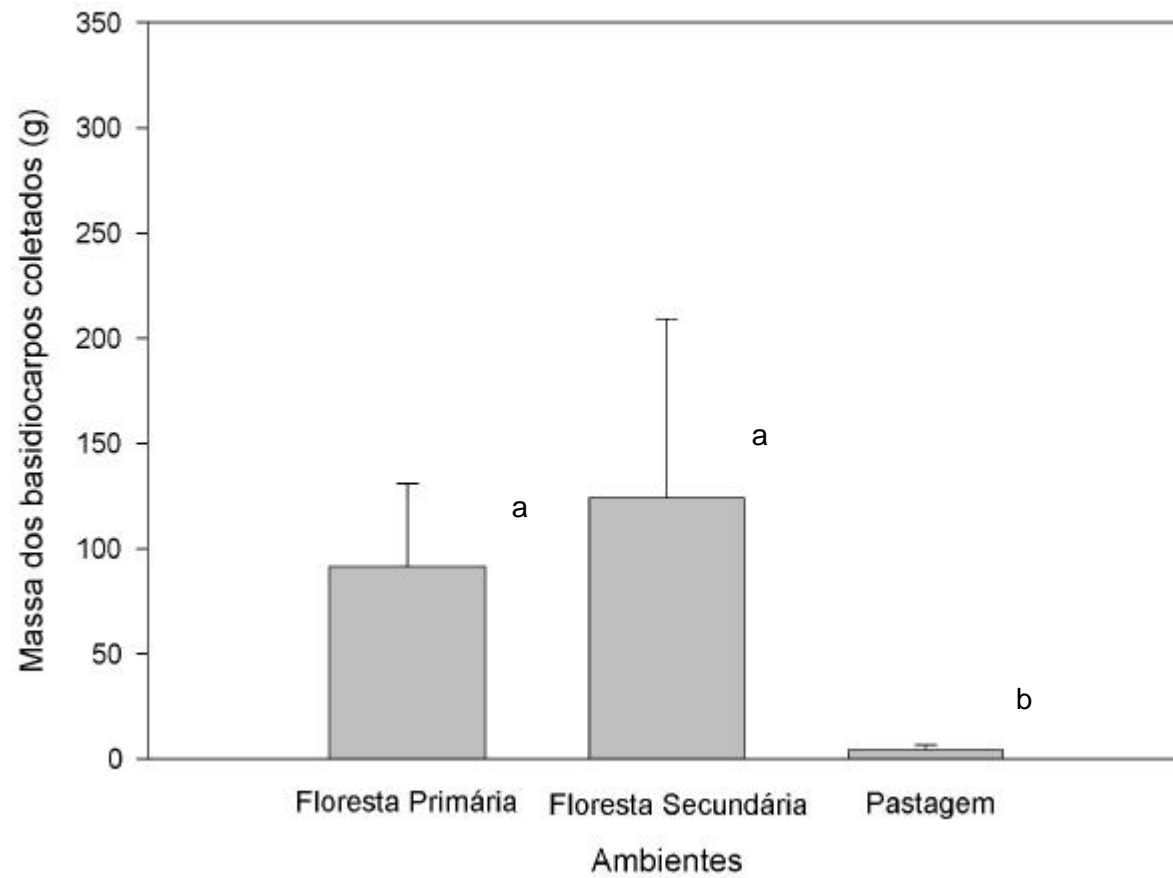


Figura 10. Massa de basidiocarpos de fungos Polyporaceae nos três ambientes pesquisados.

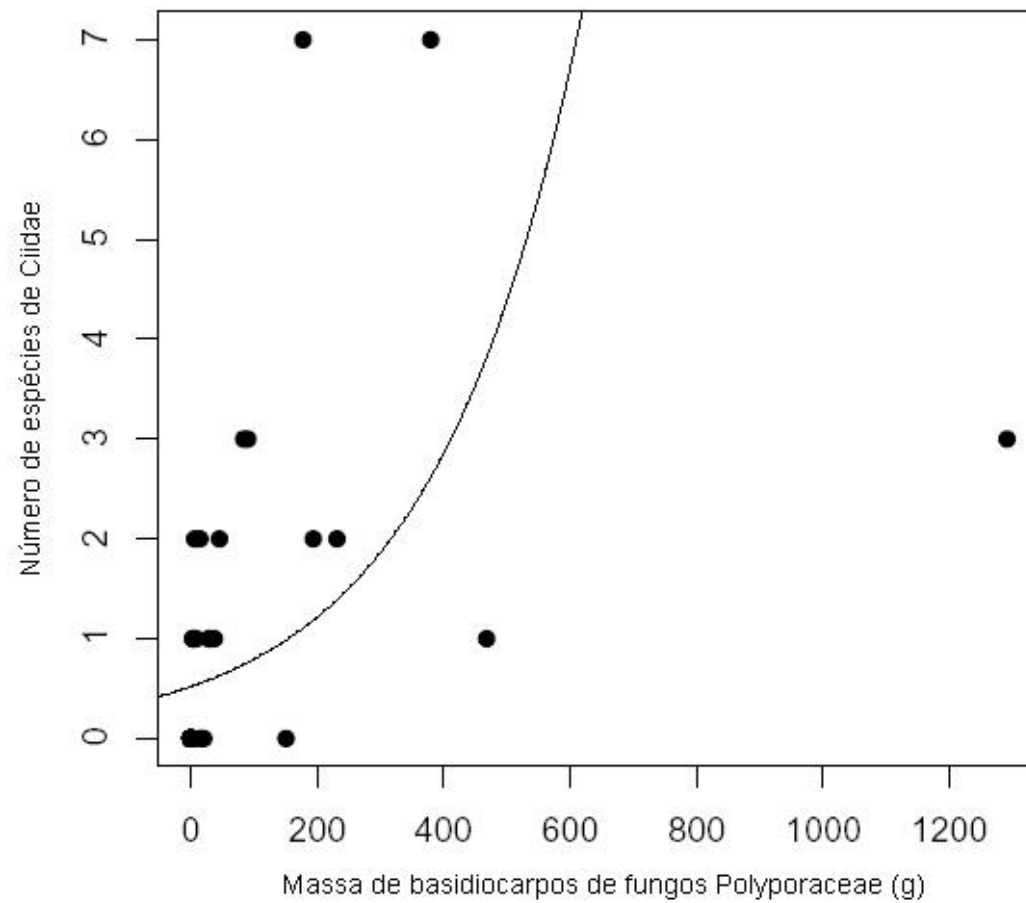


Figura 11. Riqueza de Ciidae em função da massa de basidiocarpos (gramas) por unidade de amostragem [$Y = \exp(-0,6536 + 0,0042 \cdot X)$].

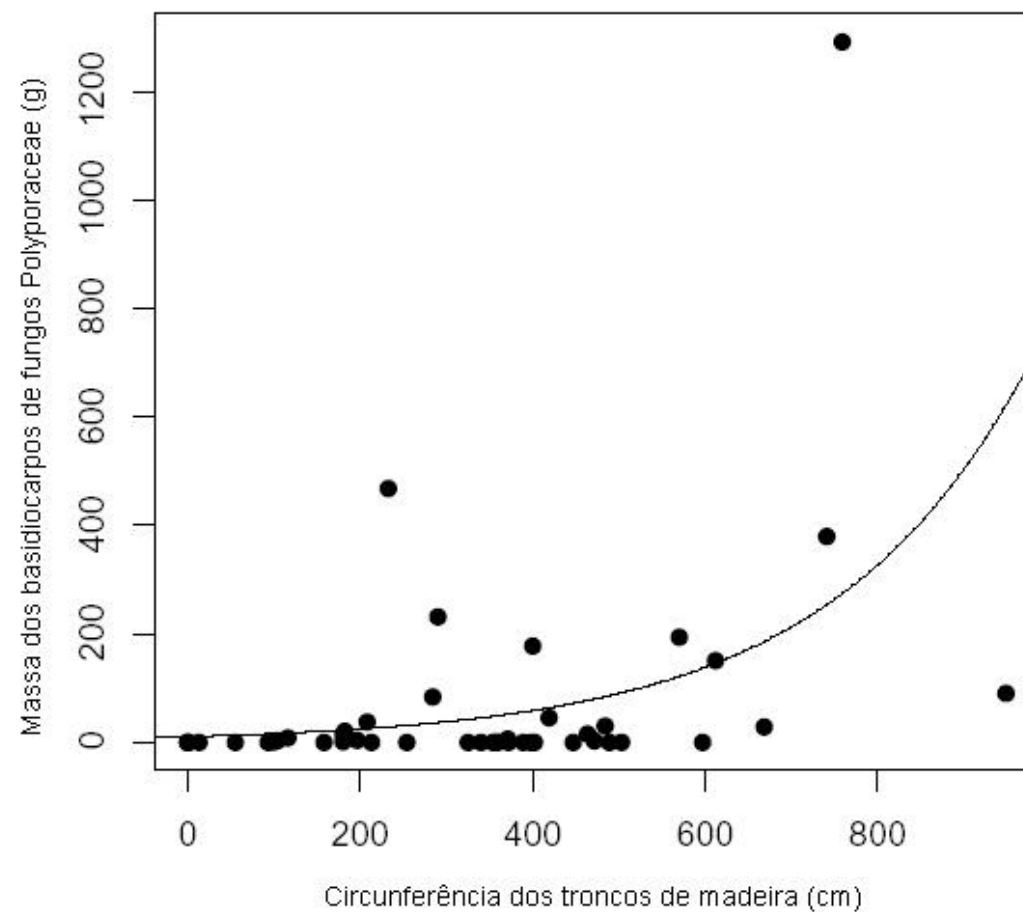


Figura 12. Massa de fungos Polyporaceae em função da quantidade de madeira [$Y = \exp(2,35 + 0,0043 \cdot X)$].

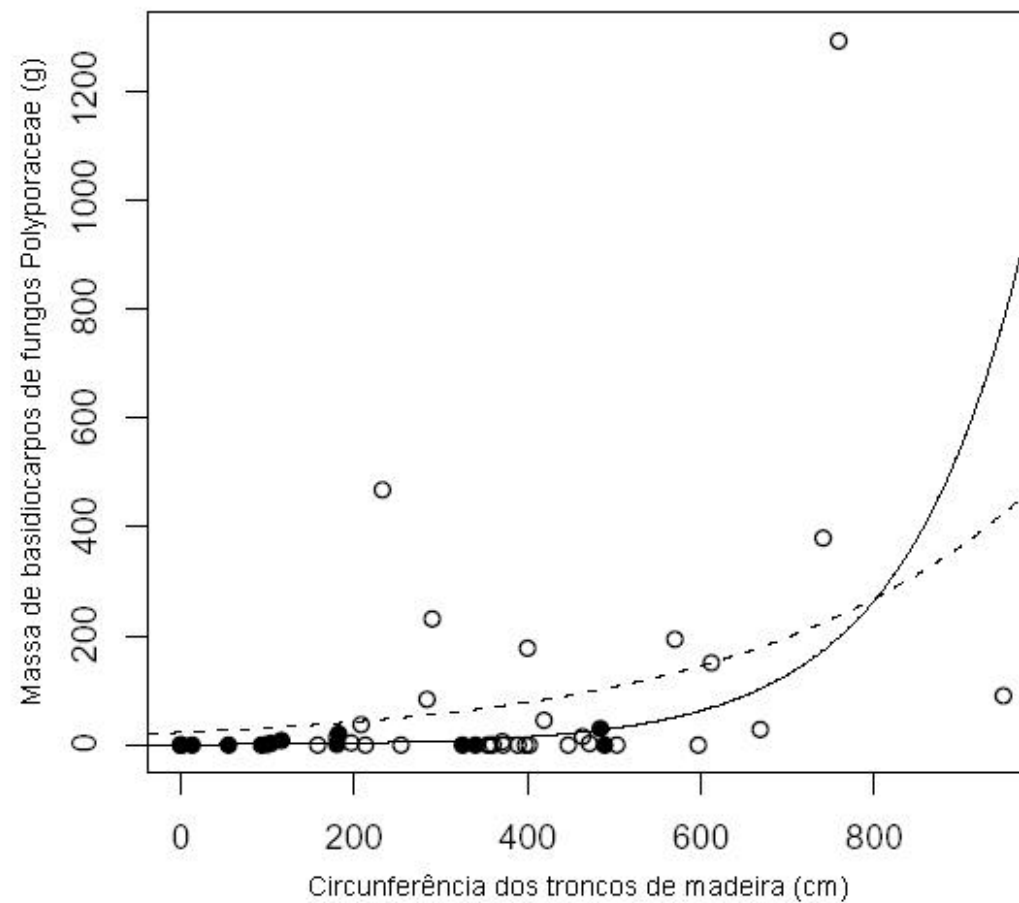


Figura 13. Massa de basidiocarpos em função da quantidade de madeira disponível em floresta [$y=(\exp(2.903654+0.003640 \cdot X))$] (linha contínua) e pastagem [$y=(\exp(2.903654+0.003640 \cdot X - 2.400967))$] (linha tracejada).

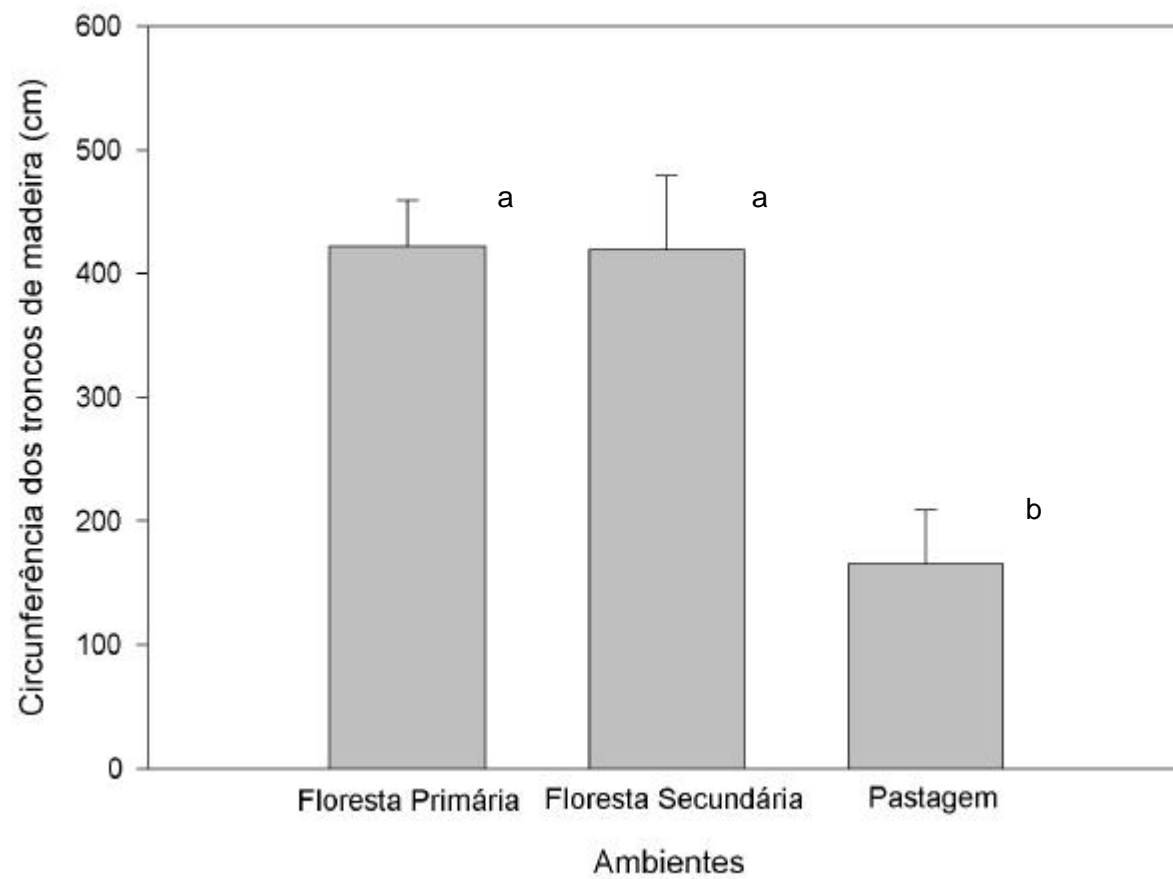


Figura 14. Circunferência dos troncos de madeira disponível nos três ambientes pesquisados.

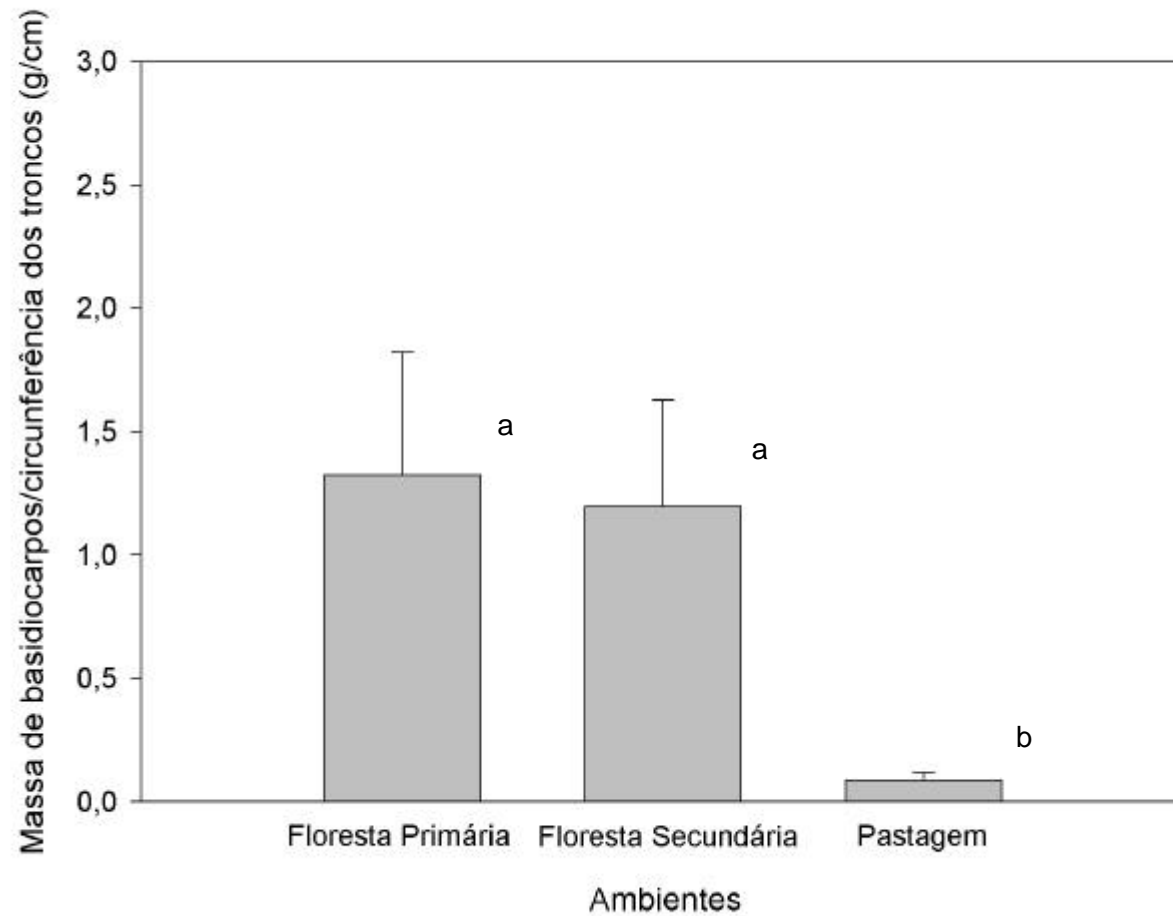


Figura 15. Razão entre massa de basidiocarpos e circunferência dos troncos de madeira disponíveis nos três ambientes pesquisados.

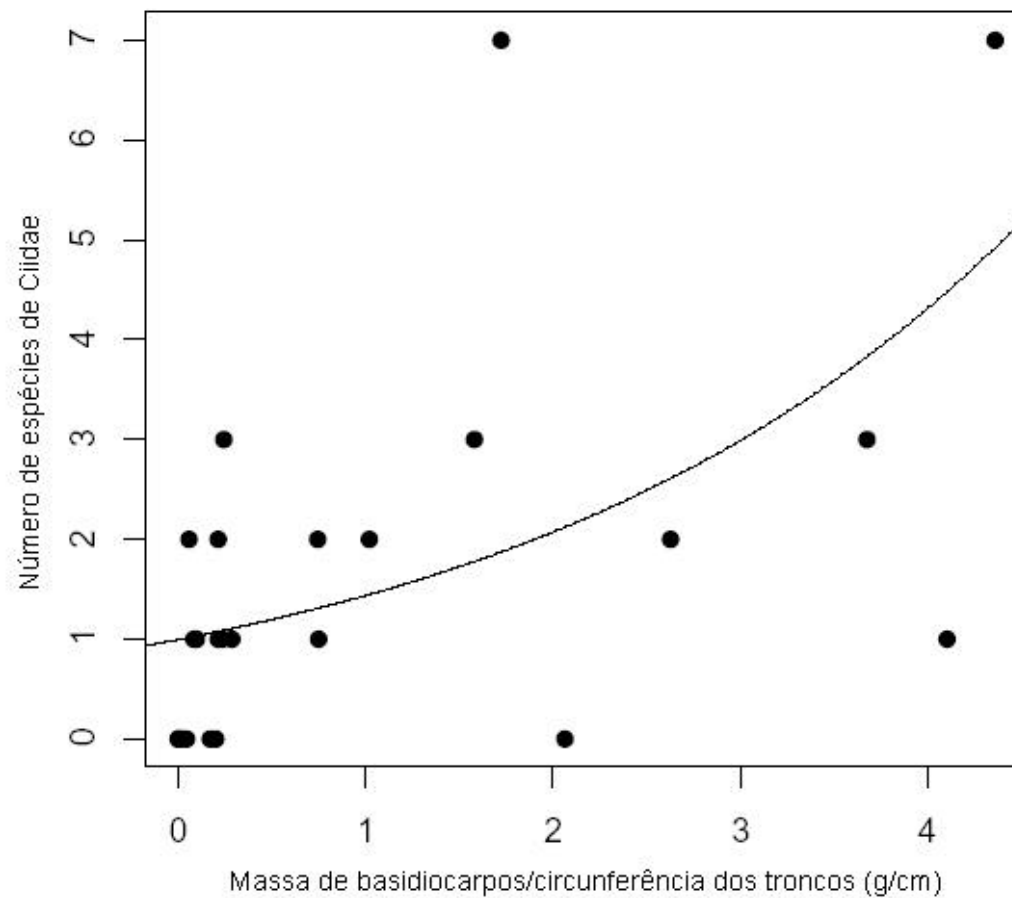


Figura 16. Riqueza de espécies de Ciidae em função da qualidade da madeira, ou seja, da razão entre massa de basidiocarpos e circunferência dos troncos de madeira. [$Y = \exp(-0,0042 + 0,3668 * X)$].

DISCUSSÃO

O efeito da massa de fungos sobre a riqueza de cídeos pode ser explicado pela maior quantidade de recurso alimentar, tendo como consequência a exploração de um mesmo basidiocarpo por mais de uma espécie de Ciidae. Este fato é reforçado pela coleta de mais de uma espécie de Ciidae em um mesmo corpo de frutificação (GUEVARA *et al.*, 2000a). Um corpo de frutificação funciona ao mesmo tempo como abrigo e fonte alimentar pelos cídeos e outros insetos micetófagos. Basidiocarpos de grande massa podem conter variações “microclimáticas” em seu interior, possibilitando sua colonização ao mesmo tempo por várias espécies de Ciidae com diferentes graus de exigências alimentares. Por outro lado, basidiocarpos de grande massa podem também perdurar por mais tempo no ambiente e permitir que diferentes espécies os colonize em períodos diferentes. É possível que exista sazonalidade na colonização de um mesmo basidiocarpo por diferentes espécies. Como na metodologia deste trabalho os fungos foram coletados e armazenados em laboratório, é possível que no decorrer das verificações periódicas (ao longo de quatro meses) foram coletadas diferentes espécies de Ciidae que eclodiram a partir de ovos remanescentes de uma ocupação anterior.

A quantidade de fungo disponível em áreas de floresta primária e secundária é explicada pela maior quantidade de madeira disponível nestes ambientes. Isso reforça a importância do recurso “madeira em decomposição” no ambiente florestal para manutenção de espécies de insetos saproxílicos e integridade dos processos ecológicos. Dentre os papéis destes insetos o mais importante é a reciclagem de nutrientes através da degradação da madeira e da propagação dos fungos decompositores. A decomposição da madeira é a forma pela qual os nutrientes incorporados pelas árvores durante sua vida são devolvidos ao solo (GROVE, 2002c; MÜLLER *et al.*, 2002). Os insetos

saproxílicos são estudados como importante ferramenta de monitoramento ambiental por vários autores por serem extremamente susceptíveis a perturbações no ambiente florestal e os resultados deste trabalho reforçam isto. O diferencial é que este trabalho foi realizado na Região Neotropical, enquanto a maioria dos estudos até agora desenvolvidos aconteceu em florestas temperadas e boreais, na Europa e América do Norte (ANGERMEIER & KARR, 1994; BADER *et al.*, 1995; ESSEEN, *et al.* 1997; GROVE, 2002c). Por outro lado, GROVE (2002b) encontrou poucas espécies de insetos saproxílicos associadas à madeira em decomposição de grande diâmetro na Austrália, o que contrasta com os resultados dos trabalhos realizados anteriormente. É razoável pensar que o recurso madeira em decomposição seja menos importante, para riqueza de espécies, em florestas tropicais do que em florestas temperadas e boreais porque nestes ambientes o material lenhoso demora muito mais tempo a se decompor (p. ex. baixas temperaturas e menor umidade) podendo abrigar várias gerações de organismos ao longo de décadas (GROVE, 2002b). Os resultados do trabalho realizado na REBIO do Tapirapé ressaltam a importância da madeira em decomposição de grandes dimensões para a manutenção da fauna de insetos Ciidae em região Neotropical. É possível que este padrão se aplique à toda a fauna de insetos saproxílicos das áreas estudadas.

A falta de efeito da riqueza de espécies de fungos sobre a riqueza de espécies de Ciidae é contraditória uma vez que besouros Ciidae apresentam significativa especialização ao recurso (FOSSLI & ANDERSEN, 1998; GUEVARA *et al.*, 2000b; GUMIER-COSTA, *et al.*, 2003; JONSELL *et al.*, 1999; LAWRENCE, 1973). O esperado era que, quanto maior o número espécies de fungos, maior seria o número de espécies de Ciidae em determinado ambiente, em virtude da maior variabilidade de recursos ou nichos a serem explorados por um número maior de espécies de insetos micetófagos. Uma explicação para

este resultado é que a dispersão destes fungos se dá principalmente por efeito do vento e, sendo os três ambientes estudados contíguos, não foi encontrada diferença entre riqueza e composição de espécies de fungos.

A qualidade do recurso madeira em decomposição, medida pela relação massa de fungo/quantidade de madeira, foi maior em floresta primária e secundária do que em áreas de pastagem. Isto significa que em ambiente florestal os basidiocarpos se desenvolvem melhor do que em áreas de pastagem. O melhor desenvolvimento dos basidiocarpos em floresta pode ser explicado por características ambientais como variações de temperatura, umidade e períodos de insolação com reflexo nas características físico-químicas da madeira. Este resultado é importante por mostrar que não apenas a quantidade de madeira em decomposição é apropriada como parâmetro de monitoramento de uma área para manejo florestal. Isso precisa estar associado a outro fator como, por exemplo, a quantidade de basidiocarpos que nele se desenvolvem. Um ponto relevante é que nas áreas de pastagem todos os fragmentos de madeira encontrados sofreram ação do fogo. Tanto os fragmentos de grande volume (remanescentes do desmatamento que formou a pastagem) quanto os fragmentos menores (pequenos galhos, por exemplo) estavam queimados, o que demonstra que o fogo é usado com certa freqüência no manejo destas áreas. A queima da madeira altera suas propriedades e certamente restringe sua colonização a determinadas espécies de fungos e insetos saproxílicos. Por isso, é plenamente compreensível que se tenha coletado apenas uma espécie de Ciidae nestas áreas. A espécie *Ceracis* sp. 02 é uma espécie nova coletada neste trabalho somente em área de pastagem. Trata-se de uma espécie muito próxima de *Ceracis cornifer* (Mellié), coletada exclusivamente em áreas bem alteradas como pastagens ou áreas urbanizadas.

Possivelmente, este grupo possua grande adaptabilidade a altas taxas de luminosidade, insolação e baixa umidade.

Os gêneros *Scolytocis* Blair (tribo Xylographellini), *Porculus* Lawrence e um gênero novo da tribo Ciini (que está sendo descrito) foram coletados exclusivamente em áreas de floresta primária. Tais gêneros são apontados como potenciais bioindicadores (LOPES-ANDRADE, com. pes.) de ambientes bem preservados. Apesar deste trabalho não ter encontrado diferenças significativas na diversidade local para os parâmetros avaliados, entre floresta primária e secundária, as diferenças de composição total de espécies de Ciidae destes dois ambientes mostram que existem impactos negativos sobre esta fauna. As áreas consideradas como floresta secundária neste estudo sofreram extração seletiva de mogno e cedro até meados da década de 80 e ainda se nota nestes ambientes grande abundância de troncos de madeira que foram intencionalmente abandonados ou que foram derrubados involuntariamente. Tais características podem não ter alterado a riqueza local de Ciidae, mas já exerceram impactos negativos sobre a fauna destes besouros, comparando a composição de espécies. Ao comparar a fauna de insetos Ciidae, este estudo considerou como riqueza local (α) as ocorrências de espécies em cada unidade de amostragem (plots de 25 m²) e como riqueza regional (β) o total de espécies coletadas nos três transectos de cada ambiente. Pelo distanciamento dos transectos e considerando que os cídeos se dispersam por curtas distâncias, havendo inclusive comunicação por feromônio (FOSSLI & ANDERSEN, 1998; LOPES-ANDRADE, *et al.*, 2003b), podemos supor que o esforço de coleta empregado neste trabalho tenha levantado dados sobre os dois níveis de riqueza (α e β). Podemos especular que distanciamentos maiores destes transectos poderiam elevar a riqueza β mas isso sugere estudos posteriores.

As políticas governamentais para o “desenvolvimento” da região Norte do Brasil provocaram uma ocupação descontrolada com impactos ambientais facilmente visíveis na atualidade. Na área objeto deste estudo houve claramente um processo de “insulação” que isolou as cinco Unidades de Conservação Federais. Existe um contexto político na criação destas Unidades favorecendo interesses de exploração de jazidas minerais. No entanto, esta articulação política favoreceu indiretamente a preservação de quase 800 mil hectares de ecossistema amazônico. A degradação ambiental ainda crescente gera uma perspectiva assustadora para esses remanescentes de vegetação nativa e para a Amazônia como um todo, o que exige esforços do poder público, da comunidade científica e de toda a sociedade civil organizada para reverter este quadro.

Diante da crescente demanda das sociedades modernas por intervenções nos ambientes florestais, principalmente para exploração madeireira, há a necessidade de pesquisas que desenvolvam ferramentas de monitoramento e controle dessas práticas. Os resultados das pesquisas até agora mostram que o manejo florestal não está isento de produzir perturbações e danos irreparáveis à integridade ecológica dos ambientes florestais. A madeira em decomposição é um recurso importante para todos os organismos a ela associados e estes por sua vez são parte fundamental no processo de ciclagem de nutrientes e enriquecimento nutricional do solo. De certa forma podemos abordar estes processos como relações tri-tróficas (madeira em decomposição – fungos decompositores – organismos saproxílicos). A idéia não é atribuir diferentes graus de importância aos organismos envolvidos nestes processos, mas entender como estes se relacionam e criar ferramentas práticas de monitoramento e manejo aplicáveis às nossas necessidades. Este trabalho corroborou algumas hipóteses correntes na literatura científica, mas ainda são

necessários novos trabalhos visando fortalecer esses conhecimentos e aproximá-los da realidade prática das atividades de manejo florestal que inevitavelmente estão sendo implementadas no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGERMEIER, P. L. & KAAR., J.R. (1994). "Biological integrity versus biological diversity as policy directives: protecting biotic resources." BioScience **44**(10): 690-697.
- BADER, P., JANSSON, S., JONSSON, B.G. (1995). "Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests." Biol. Conserv. **72**: 355-362.
- BUCKLAND, P. C. & DINNIN., M.H. (1993). "Holocene woodlands, the fossil insect evidence. In: Kirby, K.J.; Drake, C.M. (Eds), *Dead wood Matters: The Ecology and conservation of Saproxilic Invertebrates in Britain.*" English Nature, Peterborough: 6-20.
- CRAWLEY, M. J. (2002). *Statistical Computing: An introduction to data Analysis using S-plus.* Imperial College of Science, Technology and Medicine, UK. Ed. John Wiley & Sons, Ltd. 761p.
- ESSEEN, P., EHNSTRÖM, B., ERICSSON, L., SJÖBERG, K. (1997). "Boreal Forests." Ecol. Bull. **46**: 16-47.
- FÄLDT, J., JONSELL, M., NORDLANDER, G., BORG-KARLSON, A-K. (1999). "Volatiles of bracket fungi *Fomitopsis pinicola* and *Fomes fomentarius* and their functions as insect attractants." Journal of Chemical Ecology **25**(3): 567-590.
- FOSSLI, T.-E. ANDERSEN., J. (1998). "Host preference of Cisidae (Coleoptera) on tree-inhabiting fungi in northern Norway." Entomologica Fennica **9**: 65-78.
- FRANC, V. (2001). "Beetles of the Family Erotylidae (Coleoptera) in the Slovakian Fauna." Acta Zoologica Universitatis Comenianae **44**:63-69.

- GROVE, S. J. (2001). "Effects of differing intensities of forest management on the dead wood resources of Australian lowland tropical rainforest." Forest Ecology and Management **153**: 35-53.
- GROVE, S. J. (2002a). "The influence of forest management history on the integrity of the saproxylic beetle fauna in an Australian lowland tropical rain forest." Biological Conservation **104**: 149-171.
- GROVE, S. J. (2002b). "Tree Basal area and dead wood as surrogate indicators of saproxylic insect faunal integrity: a case study from the Australian lowland tropics." Ecological Indicators **1**: 171-188.
- GROVE, S. J. (2002c). "Saproxylic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests." Annu. Rev. Ecol. Syst. **33**: 1-23.
- GUEVARA, R. H., KERRY A.; MEE, A. C.; RAYNER, A.D.M.; REYNOLDS, S. E. (2000a). "Resource partitioning of the host fungus *Coriolus versicolor* by two Ciid beetles: the role of odour compounds and host ageing." OIKOS **91**(1): 184-194.
- GUEVARA, R. R., ALAN .D. M. ; REYNOLDS, S. E. (2000b). "Effects of fungivory by two specialist ciid beetles (*Octotemnus glabriculus* and *Cis boleti*) on the reproductive fitness of their host fungus, *Coriolus versicolor*." New Phytol. **145**: 137-144.
- GUEVARA, R. R., ALAN .D. M. ; Reynolds, Stuart E. (2000c). "Orientation of specialist and generalist fungivorous ciid beetles to host and non-host odours." Physiological Entomology **25**: 288-295.
- GUMIER-COSTA, F., LOPES-ANDRADE, C., ZACARO, A.A. (2003). "Association of *Ceracis cornifer* (Mellié) (Coleoptera: Ciidae) with the Bracket Fungus *Pycnoporus sanguineus* (Basidiomycetes: Polyporaceae)." Neotropical Entomology **32** (2): 359-360.
- HANSKI, I. & HAMMOND, P.M. (1995). "Biodiversity in Boreal forests." Trends in Ecology and Evolution **10**(1): 5-6.

- HIDDEN FOREST (2000). Endereço da rede mundial de computadores consultado pela última vez em 05 de julho de 2004. The Hidden Forest. <http://www.hiddenforest.co.nz/fungi/family/polyporaceae/polyporaceae.html>.
- HODGE, S. J. & PETERKEN, G.F. (1998). "Dead wood in British Forests: priorities and a strategy." Forestry **71**(2): 99-112.
- HUMPHREY, J. W., HAWES, C., PEACE, A.J., FERRIS-KAN, R., JUKES, M.R. (1999). "Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests." Forest Ecology and Management **113**: 11-21.
- IBAMA. (2004). Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás. IBAMA/STCP.
- IHAKA, R. & GENTLEMAN, R. (1996). R: A language for data analysis and graphics. Journal of Computational and Graphical Statistics. **5**(3): 299-314.
- INPE (2004). Endereço da rede mundial de computadores consultado pela última vez em 05 de julho de 2004. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – Projeto Prodes. <http://www.obt.inpe.br/prodes/>
- JONSELL, M. & NORDLANDER, G. (1995). "Field attraction of Coleoptera to odours of the wood-decaying polypores *Fomitopsis pinicola* and *Fomes fomentarius*." Ann. Zool. Fennici **32**: 391-402.
- JONSELL, M., NORDLANDER, G. & JONSSON, M. (1999). "Colonization patterns of insects breeding in wood-decaying fungi." Journal of Insects Conservation **3**: 145-161.
- JONSELL, M. & NORDLANDER, G. (2002). "Insects in polypore fungi as indicator species: a comparison between forest sites differing in amounts and continuity of dead wood." Forest Ecology and Management **157**: 101-118.

- JONSELL, M. & WESLIEN, J. (2003). "Felled or standing retained wood - it makes a difference for saproxylic beetles." Forest Ecology and Management **175**: 425-435.
- KAILA, L., MARTIKAINEN, P. & PUNTTILA, P. (1997). "Dead trees left in clearcuts benefits saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest." Biodiversity and Conservation **6**: 1-18.
- KENDRICK, B. (2000). "*The Fifth Kingdom (CD Room)*", Sidney-by-the-Sea, British Columbia, Canada, V8L 1M8.
- KÖHLER, F. (2000). "Deadwood beetles in natural forest reserves of northern Rheinlands (in German)." Landesanstalt für Ökologie. Bodenordnung und Forsten, Recklinghausen.
- KOMONEN, A.; PENTILLÄ, R.; LINDGREN, M. & HANSKI, I. (2000). "Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus." OIKOS **1**(90): 119-126.
- KRÖLINK, R. (2002). "*Cis taurensis* n. sp. from Turkey (Coleoptera: Ciidae)." GENUS **13**(2): 197-202.
- LAWRENCE, J. F. (1973). Host preference in ciid beetles (Coleoptera: Ciidae) inhabiting the fruiting bodies of Basidiomycetes in North America. Bull. Mus. Comp. Zool. **145**: 163-212.
- LINDBLAD, I. (1998). "Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations of forest management and substrate quality." Nord. J. Bot. **18**: 243-255.
- LOPES-ANDRADE, C. (2002a). "Recent advances in the study of Brazilian Ciidae (Coleoptera: Tenebrionoidea)." Dugesiana **9**(1): 5-13.
- LOPES-ANDRADE, C. (2002b). "Two cases of homonymy in the genus *Cis* Latreille (Coleoptera: Tenebrionoidea: Ciidae)." Dugesiana **9**(2): 54.

- LOPES-ANDRADE, C. GUMIER.-COSTA., F. & ZACARO, A. A. (2003a). "*Cis leoi*, a New Species of Ciidae (Coleoptera: Tenebrionoidea) from the Neotropical Region." Zootaxa **161**: 1-7.
- LOPES-ANDRADE, C. GUMIER.-COSTA., F. & SPERBER, C. F. (2003b). Why do Male *Xylographus contractus* Mellié (Coleoptera: Ciidae) Present Abdominal Fovea? Evidence of Sexual Pheromone Secretion. Neotropical Entomology **32**(2):217-220.
- MARSHALL, P.L. & DAVIS, G. (2001). Measuring the length of coarse woody debris. Research Section, Vancouver Forest Region. BC Ministry of Forests. Nanaimo, BC. Extension Note EN-011. 8p.
- MÜLLER, M. M. VARAMA., M.; HEINONEN, J. and HALLAKSELA, A-M. (2002). "Influence of insects on the diversity of fungi in decaying spruce wood in managed and natural forests." Forest Ecology and Management **166**: 165-181.
- NAVARRETE-HEREDIA, J. L. (1991). "Nuevos registros de algunas especies de Ciidos (Insecta: Coleoptera) de Veracruz y el Estado de México con notas sobre sus hospederos y fauna acompañate." Rev. Soc. Mex. Nat. **41**: 53-56.
- PAVIOUR-SMITH, K. (1960). "The fruiting-bodies of macrofungi as habitats for beetles of the family Ciidae (Coleoptera)." OIKOS **11**(1): 43-71.
- RUKKE, B. A. (2000). "Effects of habitat fragmentation: increased isolation and reduced habitat size reduces the incidence of dead wood fungi beetles in a fragmented forest landscape." Ecography **23**: 492-502.
- SIPPOLA, A. L. & RENVALL, P. (1999). "Wood-decomposing fungi and seed-tree cutting: a 40-year perspective." Forest Ecology and Management. **15**: 183-201.

- THUNES, K. H.; MIDTGAARD, F.; GJERDE, I. (2000). "Diversity of Coleoptera of the bracket fungus *Fomitopsis pinicola* in a Norwegian spruce forest." Biodiversity and Conservation **9**: 833-852.
- WARREN, M. S. & KEY., R.S. (1991). "Woodlands: past, present and potential for insects." In: Collins, N.M., Thomas, J.A. (Eds); Academic Press. London: 155-203.
- WOLDENDORP, G. KEENAN., R.J. & RYAN, M.F. (2002). "Coarse Woody Debris in Australian Ecosystems." Canberra, AFFA Bureau of Rural Sciences: 75p.
- YEE, M.; YUAN, Z. Q. & MOHAMMED, C. 2001. "Not just waste wood: decaying logs as key habitats in Tasmania's wet sclerophyll *Eucalyptus* oblique production forests: the ecology of large and small logs compared." Tasforests, v.13, n.1, p.119-128, 2001.

ANEXOS



Anexo 1. Basidiocarpos coletados em Floresta Primária (lapiseira=14,5 cm).



Anexo 2. Basidiocarpos coletados em Floresta Secundária (lapiseira=14,5 cm).



Anexo 3. Basidiocarpos coletados em Pastagem. (lapiseira=14,5 cm).