

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE COLEOPTERA
AQUÁTICOS (INSECTA) EM CÓRREGOS DE BAIXA
ORDEM NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.**

Melissa Ottoboni Segura

São Carlos, SP

2007

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE COLEOPTERA
AQUÁTICOS (INSECTA) EM CÓRREGOS DE BAIXA
ORDEM NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.**

Melissa Ottoboni Segura

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

São Carlos, SP

2007

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar

S456cd	<p>Segura, Melissa Ottoboni. Composição e distribuição de coleoptera aquáticos (insecta) em córregos de baixa ordem no Estado de São Paulo, Brasil / Melissa Ottoboni Segura. -- São Carlos : UFSCar, 2007. 87 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.</p> <p>1. Insetos aquáticos. Fatores abióticos. 3. Unidades de conservação. 4. Monocultura. 5. Região neotropical. I. Título.</p> <p>CDD: 574.5263 (20^a)</p>
---------------	--

Orientadora:

Profa. Dra. Alaíde Aparecida Fonseca Gessner

*Prefiro ser uma metamorfose ambulante...
Do que ter aquela velha opinião formada sobre
tudo...*

Raul Seixas

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Adalberto e Rosa, a minha vó **Célia** e a
minha irmã **Ivana**.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me permitiu passar por mais esta etapa na minha vida.

À Profa. Dra. Alaíde Aparecida Fonseca Gessner, pela orientação, amizade, apoio e principalmente pela confiança depositada em mim.

Aos membros da banca do exame de qualificação: Profa. Dra. Susana Trivinho-Strixino, Dr. Fábio de Oliveira Roque e Prof. Dr. Nivaldo Nordi pelas recomendações fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcel Okamoto Tanaka, pelos ensinamentos estatísticos e ecológicos.

Ao Prof. Dr. Cláudio Gilberto Froehlich pela oportunidade de aprender mais sobre os insetos aquáticos.

À Ms. Maria Inês Passos (UFRJ), pela confirmação dos exemplares de Elmidae.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade de realização deste estudo.

Aos docentes e funcionários do PPG-ERN, da UFSCar pela convivência, experiência e atenção.

As minhas queridas amigas: Carol, Twiggy, Heliana, Livia Maria, Suzan, Maristela, Letícia, Marcias, Katuscia e Rosangela que transformaram minha passagem por São Carlos uma das melhores épocas da minha vida, colorindo esse tempo com música, conversas animadas, segredos, desabafos e muita mais muita alegria.

À minha querida Liri.... não tenho palavras pra agradecer tudo...

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Aquática: Priscila, Renata, Leny, Tadeu, Juliano, Mateus, Kapilé, por toda ajuda, amizade, inúmeros momentos de descontração e pela acolhida ao laboratório.

Aos amigos dos outros laboratórios da UFSCar: Irene, Priscila, Beatriz, Helena, Marcela, Silvana, Noely, Daniela, Mariana, Analine, Moisés e Richele pela amizade e agradáveis conversas.

Aos amigos do Laboratório de Insetos Aquáticos de Ribeirão Preto/USP: Márcia, Ana Emília e Lucas pelo entusiasmo contagiante em estudar os insetos aquáticos e pelos ensinamentos durante as viagens de campo.

À Luiz Eduardo Moschini e Ângela Fushita pela amizade e elaboração dos mapas.

Aos técnicos: Luiz Aparecido Joaquim e Fábio Villaverde, pela disposição e prontidão em todas as coletas realizadas e em laboratório.

Aos amigos inesquecíveis que mesmo distantes se fizeram presentes: Rômulo, Roberta, Daniela (Bocaina), Vanessa, Karlinha, Raquel, Danilo e Cléo.

Aos meus familiares, em especial: meus pais Adalberto e Rosa Maria, minha vó Célia e minha irmã Ivana, pelo incentivo, carinho, paciência, orações, apoio e confiança sempre despositada em mim e por serem exemplos fundamentais para a minha formação.

À Leandro Matinata Béber pela grande paciência, dedicação e carinho.

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico), pela bolsa concedida.

À FAPESP, pela cobertura das despesas de viagens de campo, através do Programa BIOTA.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	9
3.1.1. Áreas referência.....	9
3.1.2. Áreas impactadas.....	12
3.2. AMOSTRAGEM.....	14
3.3. IDENTIFICAÇÃO DA FAUNA.....	15
3.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	16
4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	18
4.1. ÁREAS DE REFERÊNCIA.....	18
4.2. ÁREAS IMPACTADAS.....	30
5. RESULTADOS.....	34
5.1. ANÁLISE DAS ÁREAS DE REFERÊNCIA.....	34
5.2. ANÁLISE DAS ÁREAS IMPACTADAS.....	51
6. DISCUSSÃO.....	58
6.1. ANÁLISE DAS ÁREAS DE REFERÊNCIA.....	58
6.2. ANÁLISE DAS ÁREAS IMPACTADAS.....	62
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	83

RESUMO

Os Coleoptera constituem uma parte importante de insetos aquáticos da maioria dos ecossistemas límnicos. Entretanto, com exceção de Elmidae, pouco tem sido investigado em avaliações da qualidade da água. Isto se deve, em grande parte, ao fato de que a maioria dos besouros adultos e larvas, com exceção dos elmídeos, alguns driopídeos adultos e larvas de psefenídeos, não dependem do oxigênio dissolvido na água para a respiração. Contudo muitos Coleoptera vivem e reproduzem em habitats aquáticos restritos, eles podem colonizar os pequenos corpos d'água, e a destruição desses habitats pode levar à perda de espécies. Ainda, se a elevada diversidade de espécies é um indicativo de boa qualidade ambiental, então a elevada diversidade de besouros num sistema aquático é certamente importante. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar a composição da fauna de Coleoptera em córregos de baixa ordem (1º a 3º) em áreas de referências (Unidade de Conservação) e impactadas particularmente pelo cultivo extensivo de cana-de-açúcar, eucalipto e pastagem. A principal questão que norteou este trabalho foi: quais as conseqüências para a diversidade e abundância de Coleoptera diante da retirada da mata ripícola. Durante este estudo foram visitadas seis Unidade de Conservação, sendo possível coletar em 20 córregos e, três áreas impactadas pela monocultura de cana-de-açúcar, *Eucalyptus* e pastagem, sendo estudados mais 14 córregos. Foram identificados 49 gêneros dos quais 44 coletados nas áreas de referência e apenas 17 gêneros registrados nas áreas impactadas. A família Elmidae representou 83,47% do total de 1506 exemplares obtidos nas áreas referência, enquanto que nas áreas impactadas Hydrophilidae foi a mais abundante representando 34,8% de 87 espécimes coletados nas áreas impactadas. Os resultados das variáveis físicas e químicas da água não indicaram diferenças entre os córregos das áreas de referência e impactadas, entretanto a retirada da mata ripícola foi fator determinante na alteração da composição diversidade e abundância de Coleoptera nos córregos estudados.

ABSTRACT

The beetles are an important part of the insect fauna of most aquatic ecosystems. However, with the exception of the Elmidae, they have not been used extensively for water quality evaluation. This is due in large part to the fact that most water beetle adults and larvae, with the exception of the elmids, some adult Dryopidae and larvae Psephenidae, are air-breather and do not depend on dissolved oxygen in water for respiration. However, many beetles appear to live and reproduce in restricted aquatic habitats, thus can colonize the smallest water bodies, and the loss of those habitats may mean a loss of those species. And, if a high diversity of species is indicative of good water quality, then the high diversity of beetles in an aquatic environment is certain important. The main goals of this study were to evaluate and to compare the impact on the beetle fauna from small streams in reference (Conservation Areas), sugar-cane agriculture and *Eucalyptus* plantations and pasture areas. The main question addresses here was: which are the main consequences for diversity and abundance of beetles with deforestation of riparian vegetation. In this study were visited six Conservation Areas where 20 streams were sampled and three landscape impacted areas by sugar-cane agriculture and *Eucalyptus* plantations and pasture, where 14 streams were studied. The results showed a high diversity of Coleoptera have been identified 49 genera, of which 44 genera were collected in reference areas and only 17 genera were registered in impacted areas. The family Elmidae comprised 83.47% of the 1506 specimens from conservation areas. However in the impacted areas the family Hydrophilidae was more abundant, it represented 34.8% of the 87 specimens collected in these locations. The results of physics and chemistry of the water variables did not show much differences between both situations (Conservation and impacted areas), however the deforestation of the riparian vegetation was a determinant factor in the alteration of the composition, diversity and abundance of beetles in the studied streams.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência do aumento da fragmentação e degradação das florestas nativas do Brasil o desenvolvimento de estudos e novas tecnologias visando o manejo e a conservação dos poucos ecossistemas nativos restantes é fundamental.

A Mata Atlântica é considerada um dos cinco mais importantes “*hotspots*” mundiais de biodiversidade, entretanto nas últimas décadas a sua devastação foi intensa, restando menos de 8% da floresta original, e o que restou está dividido em fragmentos isolados que, provavelmente não suportem o alto grau de endemismo da Mata Atlântica. (Myers *et al.*, 2000; Morellato & Haddad, 2000; Primarck & Rodrigues, 2001; Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2000).

A fragmentação excessiva impõe aos ecossistemas nativos o efeito de borda, implicando na perda da diversidade de espécies e da variabilidade genética (Brown Jr & Brown, 1992) além de alterar os fatores ambientais, tais como o clima da região e os regimes hidrológicos (Viana & Tabanez, 1996).

Assim, nos últimos anos, visando a diminuir o ritmo da perda de espécies, a maioria dos países tem criado as chamadas Unidades de Conservação, como uma forma de proteger “*in situ*” a biodiversidade; isto é, manter os ecossistemas e habitats naturais com populações viáveis de espécies em seus meios naturais de ocorrência (Brito *et al.*, 1999).

No Brasil, as Unidades de Conservação desempenham papel fundamental na conservação e preservação dos recursos naturais. Mas, essas unidades também encontram-se isoladas em paisagens fragmentadas e sujeitas às pressões das áreas de entorno, o que pode comprometer a integridade desses ecossistemas e de suas funções ambientais.

No Estado de São Paulo, as Unidades de Conservação, sob administração estadual, pertencem às seguintes categorias de acordo com o manejo: Parques Estaduais e Nacionais,

Estações Ecológicas, Refúgios da Vida Silvestre, Monumentos Naturais e Reservas Biológicas, abrangendo cerca de 794.369,38 ha, que correspondem a aproximadamente 3% do território do Estado (São Paulo, 1998a; Ipê Ambiental, 2006) (Anexo I).

Para a conservação da biodiversidade é necessário o conhecimento e a compreensão da interdependência entre os seres vivos e suas relações com o meio físico (Machado, 1997). Neste contexto, atividades de inventário cumprem um importante papel no planejamento de estratégias de conservação.

Há décadas sabe-se que a riqueza de insetos aquáticos em sistemas lóticos também é fortemente influenciada por perturbações antrópicas, que podem levar à supressão de espécies (Cummins, 1975). Vários fatores atuam sinergicamente causando a perda de biodiversidade aquática, dentre eles podemos destacar a conversão de áreas naturais em outros usos do solo particularmente pela monocultura e pecuária extensiva, poluição de ambientes aquáticos, modificações na hidrologia, mudanças climáticas, uso excessivo de recursos naturais, introdução de espécies exóticas, entre outros (Allan & Flecker, 1993; Primarck & Rodrigues, 2001).

A conversão de florestas nativas em monocultura e/ou pastagem afeta criticamente a qualidade dos ambientes lóticos, e geralmente está associada à supressão da vegetação ripícola (Allan & Flecker, 1993). Como consequência observa-se o aumento da incidência de luz, indisponibilidade de determinados itens alimentares e, pode também ocasionar o assoreamento dos cursos d' água (Joly *et al.*, 2001).

O aumento crescente dos impactos antrópicos associados à falta de informação sobre alguns grupos de insetos aquáticos, neste caso particular de coleópteros, tem gerado preocupação a alguns pesquisadores em relação à possível perda de espécies e, provavelmente, muitas que ainda não são cientificamente conhecidas e descritas. Cerca de 22 espécies de Coleoptera aquáticos do Brasil são citadas atualmente na lista vermelha de

espécies ameaçadas de IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) e na categoria “extinto”, duas espécies da família Dytiscidae, *Megadytes ducalis* e *Rhantus orbigny* (IUCN, 2006).

Os coleópteros aquáticos constituem um grupo de insetos amplamente distribuído nos ecossistemas límnicos, podem ser encontrados em todos os ambientes aquáticos e semiaquáticos, ocupam todos os tipos e tamanhos de corpos d’ água, inclusive sistemas particulares como lagunas hipersalinas, depósitos de água em ocos de árvores, pântanos, lagos em altitudes elevadas, córregos rápidos e poças temporárias (Ribera *et al.*, 2002; Merritt & Cummins, 1996).

O ecossistema lótico (águas correntes) consiste em um sistema formado por uma rede de rios e tributários que constitui uma bacia hidrográfica, com dinâmica de importação e exportação de nutrientes, energia e água. Os rios podem ser classificados de acordo com o número de afluentes que recebem. Segundo a classificação do Strahler (1957) uma nascente, rio que não possui tributários, é considerada de primeira ordem. Quando dois rios de primeira ordem se juntam, formam-se um rio de segunda ordem, e assim por diante. O trecho de rio pelo qual passa toda a vazão da bacia será o rio de maior ordem da bacia hidrográfica – a região de foz ou de desembocadura do rio. Portanto, a ordem do rio será diretamente proporcional às dimensões relativas da bacia, ao tamanho do canal, e à vazão do rio naquele ponto da bacia (Hynes, 1970; Strahler 1957).

Como todo ecossistema, os rios envolvem uma complexa interação da biota com o seu ambiente físico e químico. O fluxo unidirecional da corrente da água impõe uma limitação ao estabelecimento dos invertebrados nos ambientes lóticos, particularmente nas corredeiras. Para se fixar e colonizar estes ambientes, os animais dependem de estratégias adaptativas de morfologia do corpo (achatamento), comportamento de mobilidade e orientação dentro do rio. Tais estratégias induzem os organismos à seleção de microhabitats buscando reduzir a

exposição às fortes correntezas (Petts & Calow, 1996). Provavelmente, por causa da energia necessária para nadar contra a corrente, poucos insetos de ecossistemas lóticos são nadadores ativos; a maioria se move por rastejamento junto ao substrato ou deslocamento passivo (Kikuchi & Uieda, 1998). As espécies de várias famílias de Coleoptera ocorrem em águas correntes, cerca de 86%, entretanto destas somente 36% são adaptadas às fortes corredeiras como os Psephenidae (Ward, 1992).

O padrão de distribuição de organismos aquáticos é resultado da interação entre seus hábitos, condições físicas que caracterizam o habitat (substrato, fluxo e turbulência da água) e disponibilidade de alimento (Merritt & Cummins, 1996). O estudo da distribuição dos invertebrados em ambientes lóticos tem despertado grande interesse e tem gerado modelos do funcionamento de córregos e rios. Como exemplos podemos citar: o “conceito do contínuo fluvial” (Vannote *et al.*, 1980), o qual propõe que as características estruturais e funcionais das comunidades lóticas ajustam-se ao gradiente contínuo de vegetação ripícola e às condições físicas do rio, desde a nascente até a foz; o “conceito da descontinuidade serial” (Stanford & Ward, 1983) que enfatiza a descontinuidade das características físicas e biológicas do sistema fluvial causado pela implantação de represas; a “hipótese da hidrologia do córrego como determinante para distribuição dos organismo” (Statzner & Higler, 1986), a qual afirma que o estresse hidráulico associado com a geomorfologia do substrato é o principal fator na determinação da estruturação das comunidades bióticas.

Os fatores de maior significância ecológica e que exibem mudanças progressivas nos seus valores ao longo dos rios são: velocidade da corrente, substrato, temperatura, oxigênio dissolvido, alimento e presença de outros organismos. A correnteza é considerada a característica mais significativa para a distribuição da fauna em córregos (Hynes, 1970).

A geometria do canal de uma bacia hidrográfica é meândrica, com uma variedade de substratos criados pela variação no regime do fluxo tanto longitudinalmente como

transversalmente ao canal. O resultado é a presença de áreas de remanso e corredeira, áreas de deposição e erosão, as quais desempenham papel importante na determinação do número e no tipo de organismo que pode sobreviver em cada área (Logan & Brooker, 1983; Ward, 1992).

Em regiões de clima temperado, os ambientes lóticos são influenciados principalmente pela temperatura, que atua sobre o ciclo de vida das espécies e a estrutura da comunidade, bem como pelo tamanho dos córregos, velocidade da corrente, tipo de substrato e outros fatores químicos como oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico (Hynes, 1970; Stanford & Ward, 1983; Resh & Rosenberg, 1984). Enquanto que em regiões de clima tropical, os regimes anuais de pluviosidade, velocidade de correnteza, vazão da água e tipo do substrato são os principais fatores que atuam na distribuição da entomofauna bentônica (Oliveira *et al.*, 1997). O oxigênio dissolvido, o pH e o tipo de substrato (Resh & Rosenberg, 1984), bem como a classificação hidrológica dos rios, ações antrópicas e vegetação ripícola (Diniz –Filho *et al.*, 1998; Bispo & Oliveira, 1998) também influenciam na distribuição dos insetos aquáticos.

O conhecimento da fauna dos coleópteros aquáticos na região Neotropical é bem fragmentado. Certos grupos estão, aparentemente, bem estudados enquanto que muitos outros necessitam de revisões urgentes (Archangelsky, 2001).

Os coleópteros reúnem cerca de 350.000 espécies das quais 6000 são aquáticas e semiaquáticas, distribuídas em 27 famílias (Hutchinson, 1957), sendo 16 reconhecidas para o Brasil (Costa, Vanin & Casari, 1988).

A ordem Coleoptera pode ser taxonomicamente dividida em quatro subordens, das quais três possuem representantes aquáticos, Adephaga, Myxophaga e Polyphaga. A maioria dessas espécies, tanto na fase adulta como larval, usualmente é aquática, sendo que no último estágio as larvas movem-se para as margens onde empupam na terra e a retornam para a água após emergência do adulto (Ward, 1992).

Os representantes da subordem Adephaga são de hábitos majoritariamente aquáticos e estes são correntemente denominados Hydradephaga. Para o Brasil este grupo é representado por quatro famílias, que segundo Lawrence & Newton (1995), integram duas superfamílias: Dytiscoidea, formada por Dytiscidae, Haliplidae e Noteridae e Gyrinoidea, formada por Gyrinidae. A maioria das espécies é predadora e excelente nadadora, a forma do corpo é compacta, achatada, fusiforme e as coxas posteriores são fundidas ao metatórax (Spangler, 1981; Merritt & Cummins, 1996). Possuem mecanismos para a obtenção de ar atmosférico, os adultos carregam o suplemento de ar embaixo do élitro e, quando retornam a superfície para renová-lo quebram a tensão superficial com o abdômen ou com a ponta do élitro (Leech & Chandler, 1956). Outra subordem é a Myxophaga, amplamente distribuída na região Neotropical (Hutchinson, 1957), é constituída por três famílias, segundo Crowson (1981), com representantes aquáticos sendo elas: Lepiceridae, Torridincolidae e Hydroscaphidae, esta última assemelha-se a minúsculos estafilinídeos devido ao corpo fusiforme e com os élitros truncados curtos (Spangler, 1981). A maioria é raspadora e ocupam habitats de margens de corredeira. (Spangler, 1981).

A subordem Polyphaga é a maior em quantidade de famílias embora poucas sejam totalmente aquáticas; são 17 famílias de coleópteros aquáticos reunidas em oito superfamílias registradas para a América do Sul (Archangelsky, 2001) são elas: Hydrophiloidea formada por Hydrophilidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Spercheidae e Georyssidae; Staphylinoidea formada pela família Staphylinidae; Scarabaeoidea com a família Scarabaeidae; Dascilloidea formada pela família Scirtidae (Helodidae); Cantharoidea formada pela família Lampyridae; Chrysomeloidea formada pela família Chrysomelidae; Curculionidae com a família Curculionidae e finalmente a superfamília Dryopoidea com representantes das famílias Psephenidae, Ptilodactylidae, Heteroceridae, Limnichidae, Lutrochidae, Dryopidae e Elmidae (Crowson, 1981). As adaptações das espécies para viverem no meio aquático da subordem

Polyphaga são diversas, algumas espécies também carregam o suplemento de ar entre o élitro e o abdômen, necessitando renovar o suplemento onde quebram a tensão superficial com a antena (Ex. Hydrophilidae), já outras têm o corpo coberto com pequenos e densos pêlos hidrófugos que mantêm o indivíduo envolvido em uma camada de ar (Ex. Elmidae), este método de armazenamento de ar para a respiração é denominado plastrão que possibilita os representantes destes grupos viverem em correntes rápidas e com alto teor de oxigênio (Leech & Chandler, 1956; Spangler, 1981). Os hábitos alimentares são variáveis entre as diferentes espécies, incluindo quase todas as categorias tróficas de alimentação (Merritt & Cummins, 1996).

Os insetos da ordem Coleoptera são importantes na manutenção do equilíbrio ecológico nos meios aquáticos, uma vez que são encontrados em grande quantidade e constituem parte importante da cadeia trófica nesses ecossistemas ocupando diversos níveis, desde fitófagos raspadores até predadores (Merritt & Cummins, 1996, Costa & Ide, 2006) e algumas espécies especialmente de córregos são sensíveis as mudanças ambientais provocadas pelas atividades antrópicas, como fragmentação e perda de habitat (Brown, 1981; Ribera, 2000). Os representantes da superfamília Dryopoidea, segundo Brown, 1981 e Hilsenhoff, 1977, são frequentemente utilizados para o diagnóstico de qualidade de água e alguns autores incorporaram os coleópteros ao Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), como indicadores de qualidade de água (Compen & Céréghino, 2003).

A importância e a diversidade de Coleoptera, aliada à escassez de informações a respeito do grupo em ambientes lóticos do Estado de São Paulo, cujo território historicamente sofreu grandes substituições de áreas naturais pela monocultura e pastagem, e hoje é marcado pela ocorrência de poucas áreas naturais (Unidades de Conservação) estimulou a elaboração desta dissertação.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo inventariar e comparar a fauna de coleópteros em córregos de baixa ordem em seis Unidades de Conservação do Estado de São Paulo (Brasil) e em áreas de monocultura e pastagem, como parte do projeto temático: “Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta de sistemas lóticos do Estado de São Paulo” integrado ao Programa Biota/FAPESP (processo nº 03/10517-9). A ênfase do projeto em córregos de baixa ordem é justificável, uma vez que alguns trabalhos têm demonstrado a ocorrência de fauna “única” de insetos aquáticos nesses sistemas.

Os objetivos específicos são:

- Determinar a composição taxonômica dos coleópteros em córregos de baixa ordem nas áreas em questão;
- Comparar a diversidade de grupos nos diferentes córregos e áreas estudados;
- Determinar quais fatores ambientais melhor explicam a distribuição dos coleópteros nas áreas de referência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Os ambientes escolhidos para a realização deste estudo foram agrupados em duas situações distintas: córregos expostos “minimamente” a perturbações, todos situados em áreas de referência (Bailey *et al.*, 2003), neste caso em Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, e córregos desprovidos da mata ripícola situados em locais expostos aos impactos da monocultura extensiva e da pastagem. Todos córregos em ambas as situações são de baixa ordem (1^a a 3^a ordens), segundo a classificação hidrológica de Strahler (1957).

3.1.1 Áreas referência

O material analisado é referente às coletas realizadas, em vinte córregos, localizados em seis Unidades de Conservação (UC's) do Estado de São Paulo em regiões da Mata Atlântica (Floresta Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa) e de Cerrado, (Figura 01). As UC's visitadas foram: Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), Parque Estadual de Vassununga (PEV), Parque Estadual de Intervales (PEI), Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD), Estação Ecológica de Caetetus (EEC) e Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus (PEFBJ) (Tabela I).

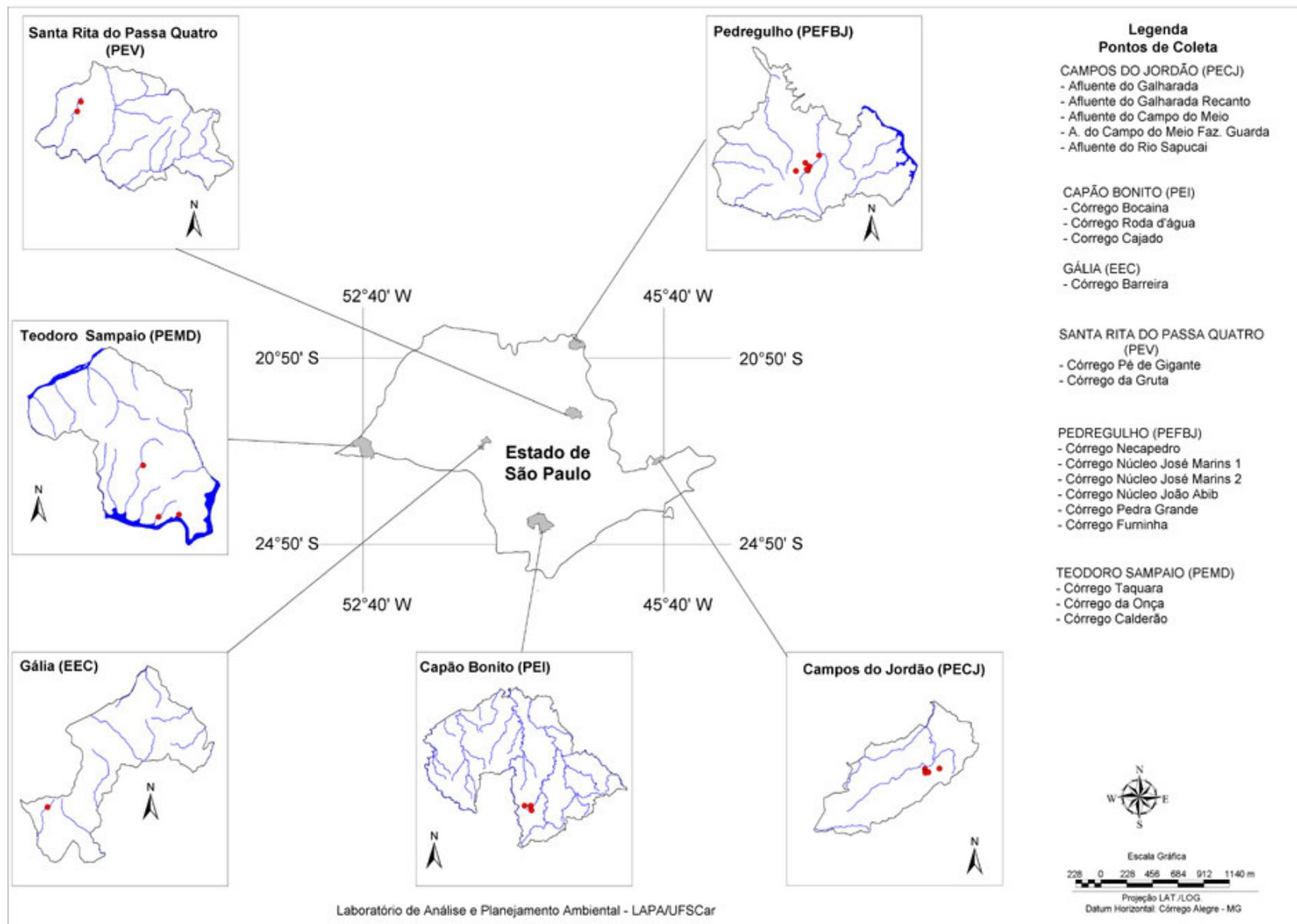


Figura 01. Mapa do Estado de São Paulo indicando os municípios onde estão localizadas as Unidades de Conservação e os pontos de coleta.

Tabela I – Localização dos córregos, bacia hidrográfica, coordenadas, altitude e data da coleta.

Local/Córrego	Bacia Hidrográfica	Coordenadas Geográficas	Altitude (m)	Data da coleta
Parque E. de Campos do Jordão	Rio Sapucaí-Guaçu			
córrego Afl. Galharada 1		22°43'07"S/45°27'26"W	1912	17/05/2005
córrego Afl. Galharada 2		22°43'07"S/45°27'26"W	1912	16/05/2005
córrego Campo do Meio/Faz.Gua		22°14'53"S/45°29'19"W	1556	18/05/2005
córrego Campo do Meio		22°41'53"S/45°29'0.2"W	1580	18/05/2005
córrego do Sapucaí-Guaçu		22°41'56"S/45°29'19"W	1555	19/05/2005
Parque E. de Vassununga	Rio Mogi-Guaçu			
córrego Pé de Gigante		21°38'47''S/47°37'56''W	604	8/6/2005
córrego da Gruta		21°43'14''S/48°02'53''W	741	8/6/2005
Parque E. de Intervales	Ribeira do Iguapé			
córrego Bocaina		24°16'22"S/48°27'18"W	840	10/5/2005
córrego Cajado		24°17'48''S/48°25'03''W	850	11/5/2005
córrego Roda d'água		24°16'20''S/48°25'25''W	840	11/5/2005
Parque E. do Morro do Diabo	Rio Paranapamena			
córrego Taquara		22°35'55''S/52°14'47''W	234	20/09/2005
córrego da Onça		22°36'16''S/52°18'02''W	279	20/09/2005
córrego Caldeirão		22°28'34''S/52°20'33''W	277	20/09/2005
Estação Ecológica de Caetetus	Rio Paranapamena			
córrego Barreiro		22°23'11"S/49°41'10"W	667	23/09/2005
Parque E. F. Bom Jesus	Rio Grande			
córrego Necapedro		20°12'55"S/47°26'32"W	949	24/10/2005
córrego Nc José Marins 1		20°13'43"S/47°26'15"W	720	25/10/2005
córrego Nc. José Marins 2		20°13'35"S/47°26'24"W	744	25/10/2005
córrego Nc. João Abib		20°13'18"S/47°26'0.4"W	701	25/10/2005
córrego Pedra Grande		20°12'07"S/47°24'58"W	646	26/10/2005
córrego Furninha		20°13'46"S/47°27'37"W	895	27/10/2005

3.1.2 Áreas impactadas

O material analisado é referente às coletas realizadas em quatorze córregos, localizados em áreas de cultivo de cana-de-açúcar (cinco córregos), eucalipto (quatro córregos) e de pastagem (cinco córregos) (Figura 02). As áreas visitadas foram: Região de São Carlos, Araraquara e Piracicaba (cana-de-açúcar), Região de Ipeúna, Corumbataí e Descalvado (pastagem) e arredores da cidade de São Paulo (eucalipto) (Tabela II).

Tabela II. Localização dos córregos, bacia hidrográfica, coordenadas, altitude e data da coleta.

Local/Córrego	Bacia Hidrográfica	Coordenadas Geográficas	Altitude (m)	Data da Coleta
Cana-de-açúcar				
S. Carlos/ córrego 21	Jacaré	21°50'56''S/48°08'10''W	678	06/05/2005
Ibaté/córrego 22		21°54'38''S/48°02'53''W	725	06/05/2005
Araraquara/córrego 23		21°54'25''S/48°13'29''W	514	06/05/2005
Araraquara/ córrego 24		21°52'03''S/48°06'37''W	693	06/05/2005
Piracicaba/ córrego 25	Piracicaba	22°33'51''S/47°36'51''W	596	01/09/2005
Pastagem				
Corumbataí/ córrego 26	Piracicaba	22°18'12''S/47°40'14''W	596	06/09/2005
Corumbataí / córrego 27		22°14'19''S/47°39'09''W	622	06/09/2005
Ipeúna/ córrego 28		22°23'26''S/47°45'10''W	572	06/09/2005
Descalvado/ córrego 29	Mogi- Guaçu	22°02'15''S/47°46'48''W	898	08/09/2005
Itirapina/ córrego 30	Jacaré	22°16'28''S/47°57'45''W	728	08/09/2005
Eucalipto				
Cajamar/ córrego 31	Médio-Tietê	23°25'06''S/46°46'26''W	774	13/09/2005
Cajamar 2/ córrego 32		23°20'41''S/46°51'44''W	754	13/09/2005
Cajamar 3/ córrego 33		23°19'27''S/46°51'01''W	720	13/09/2005
Cajamar 4/ córrego 34		23°21'13''S/46°53'25''W	726	13/09/2005

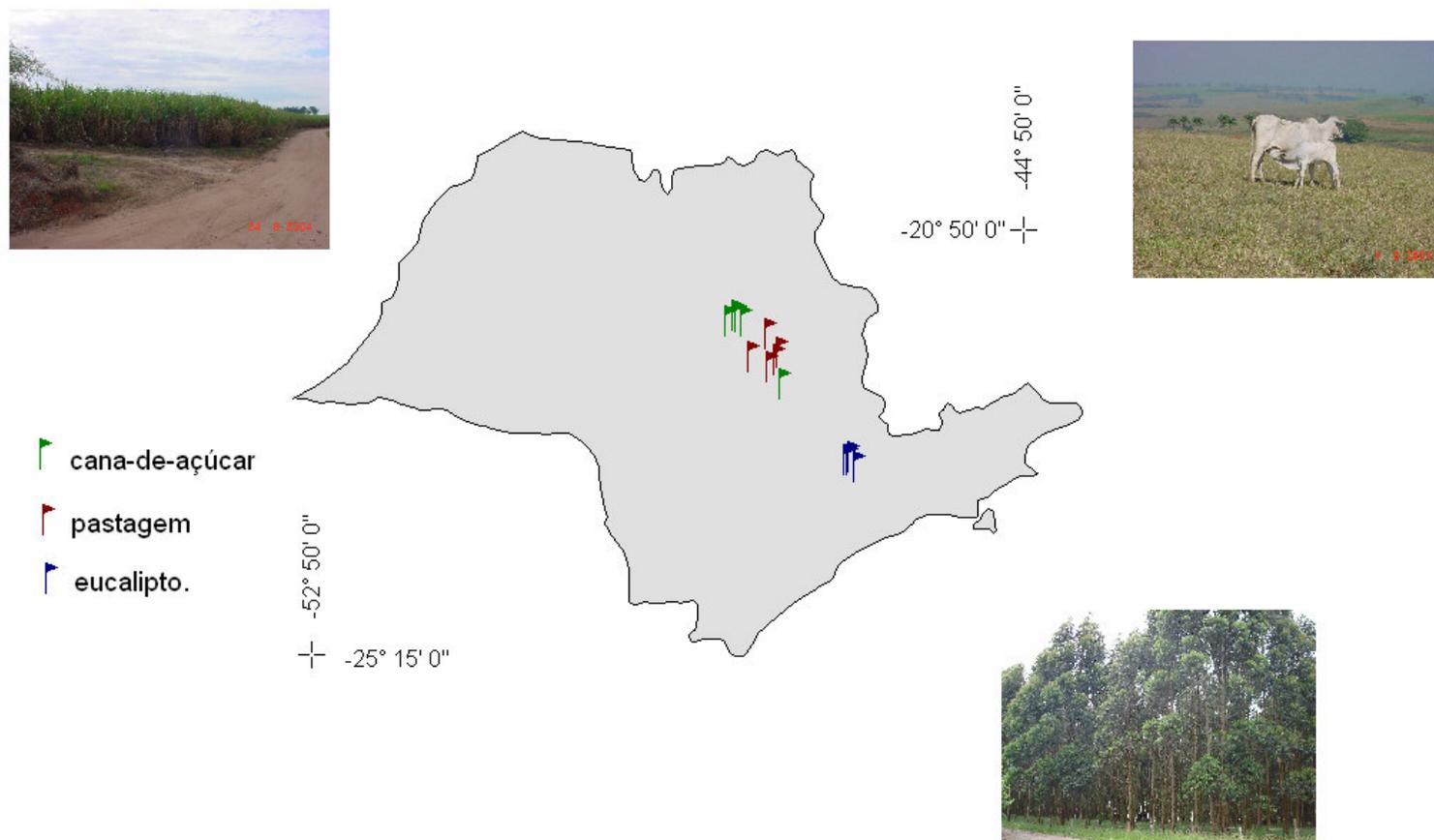


Figura 02. Mapa do Estado de São Paulo, com a localização dos córregos amostrados nas áreas impactadas.

3.2 AMOSTRAGEM

Em cada local foram observadas as características ambientais gerais (presença de vegetação ripícola e cobertura de dossel) e medidas as seguintes variáveis físicas e químicas da água: teor de oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica e temperatura da água, utilizando-se um multisensor Water Quality Checker, da marca Horiba, modelo U10. Ainda foram obtidas as medidas de profundidade da coluna d'água e da largura do canal em centímetros e calculada a velocidade média de correnteza da água pelo método do flutuador (Wetzel & Likens, 1991).

O esforço amostral empregado foi de seis unidades amostrais em cada córrego estudado, englobando corredeiras e remansos em um trecho contínuo de 100 metros. Para a coleta da fauna foi utilizado um amostrador tipo Surber com uma área de contato com a superfície de 30 X 30 cm e rede com abertura de malha de 250 μ m.

As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos etiquetados contendo água do local e transportadas até o alojamento de cada Unidade de Conservação ou ao laboratório de Entomologia Aquática/UFSCar onde procedeu-se à triagem sobre uma fonte de luz. Os exemplares isolados foram fixados e preservados em etanol a 70%. Posteriormente, os coleópteros foram analisados e identificados sob lupa estereoscópica e quantificados.

O material coletado será depositado parte na coleção de insetos aquáticos do Laboratório de Entomologia Aquática do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos/ SP e parte na coleção do Museu de Zoologia de São Paulo conforme recomendações do programa Biota/FAPESP.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DA FAUNA

Em geral as identificações até o nível de família não costumam apresentar problemas; identificações até nível de gênero e espécies são mais difíceis. Não existe um texto geral que sirva de base para cobrir todos os grupos da região Neotropical até o nível genérico. Isto faz com que seja necessária a utilização, com cautela, de referências de diferentes origens: Leech & Chandler (1976), Peckarsky *et al.* (1984), White & Brigham (1996) e Pennak (1978) propostas para a América do Norte; Bachmann (1981) e Archangelsky (2001) para a América do Sul. O uso destas duas últimas referências permite, na maioria dos casos, a identificação em nível genérico. Três trabalhos importantes que também foram consultados e integram o conhecimento sobre os estágios imaturos : Bertrand (1972), Lawrence (1991) e Costa & Ide (2006). O primeiro apresenta chaves para famílias e gêneros (é um texto de cobertura mundial); Lawrence apresenta chaves até o nível de família e Costa & Ide apresenta chaves de identificação de famílias para insetos imaturos do Brasil. Outras referências gerais que merecem destaque são: Hinton (1936), Brown (1970), Spangler (1981), Costa *et al.* (1988) e Epler (1996). Finalmente, existem alguns trabalhos e revisões taxonômicas recentes que são importantes e que complementam a bibliografia consultada: Spangler (1990), Jäch (1998), Benetti, Cueto & Fioretin (2003), Manzo (2003, 2005), Passos & Felix (2004a , 2004b), Miller (2005) e Benetti *et al.* (2006).

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

Diante da impossibilidade da identificação dos organismos em espécies; devido ao fato dos estágios aquáticos imaturos serem, em geral, muito semelhantes entre si, as análises aqui aplicadas foram calculadas com base no menor nível taxonômico obtido.

Para caracterizar a fauna de Coleoptera dos córregos estudados foram consideradas a riqueza taxonômica (S) e as abundâncias absoluta (nº de indivíduos) e relativa (%).

- riqueza taxonômica: somatória de todos os táxons presentes em cada local de coleta;
- abundância absoluta: contagem total dos organismos em cada ponto amostral;
- abundância relativa: refere-se ao valor percentual que cada táxon representa em relação ao número total de indivíduos;

Para comparar os córregos das Unidades de Conservação em relação aos dados abióticos foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA), considerando-se os valores médios das variáveis. Os valores foram padronizados e a análise foi feita usando-se a matriz de correlação.

Para verificar a relação das variáveis ambientais com a composição e abundância das espécies, bem como dos córregos amostrados, foi utilizado a Análise Correspondência Canônica (CCA). Essa análise permite a ordenação concomitante dos táxons, áreas de amostragens e variáveis ambientais. Na CCA, as espécies e as áreas de amostragens aparecem no diagrama de ordenação e as variáveis ambientais como vetores indicam a direção de seu aumento no espaço de ordenação, identificam para eixo de ordenação, as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com a distribuição dos táxons (Ter Braak, 1995). Os eixos foram extraídos de

acordo com a regra de Kaiser e, ambas as análises foram realizadas com auxílio do programa computacional MVSP versão 3.1 (Kovach, 2000).

Para caracterizar a fauna nas áreas amostradas (referência e impactadas) e analisar a influência dos impactos na fauna, foram calculados o índice de Diversidade de Shannon (Magguran, 2004) e o índice de Equidade (Magguran, *op cit.*). Para as estimativas dos valores do índice de diversidade optou-se pelo logaritmo base 2. A equidade representa a participação relativa da diversidade real estimada em função da diversidade máxima teoricamente esperada foi calculada pela expressão:

$$E = H' / H_{max}$$

onde,

E: Equidade (“Evenness”);

H': Diversidade real;

Hmax: Diversidade máxima teoricamente esperada.

4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

4.1. ÁREAS DE REFERÊNCIA

As Unidades de Conservação no Estado de São Paulo visitadas durante este estudo, pertencem a diferentes macrorregiões do Estado: região Sul (Parque Estadual de Intervales), região Norte (Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus), região Nordeste (Parque Estadual de Campos do Jordão), região Sudoeste (Parque Estadual do Morro do Diabo), região Centro-Oeste (Estação Ecológica de Caetetus) e região Noroeste (Parque Estadual de Vassununga).

Parque Estadual de Intervales

O Parque Estadual de Intervales é parte dos municípios de Guapiara, Ribeirão Grande, Sete Barras, Eldorado e Iporanga, entre as coordenadas geográficas 24°12'-24°32'S e 48°03'-48°32'W. A criação do Parque, em 8 de junho de 1995, definiu a categoria de manejo predominante para a região da Serra de Paranapiacaba (Serra do Mar), interligando o Parque Estadual Carlos Botelho ao Parque Estadual do Alto Ribeira – PETAR, abrangendo uma área de 41.705ha (Campos, 1994; Mantovani, 1994). O Parque inclui uma fração significativa de vertentes e vales cobertos pela Mata Atlântica. As cotas de altitude variam entre 100 e 1.000 metros, esta última, constituindo os divisores de águas de duas importantes bacias de captação: a do Rio Paranapanema que corre em sentido leste-oeste e a do Rio Ribeira que corre para o mar (Guix, 1994).

A vegetação predominante é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana; clima tipo “Cwa” ou subtropical de altitude sem estação seca bem definida, segundo a classificação de Koeppen, embora a precipitação seja mais baixa entre os meses de maio a setembro. As chuvas anuais variam de 1.000 a 2.000 mm e a média de temperatura anual é cerca de 20°C (Fenton *et al.*, 1999).

Nesse Parque foram selecionados três córregos:

- Córrego Bocaína;
- Córrego Roda d’água;
- Córrego Cajado.

As coordenadas geográficas e as principais características dos córregos são apresentadas nas tabelas I e III e na figura 03.



Figura 03. Parque Estadual de Intervalos, SP. **a.** Córrego Bocaína; **b.** Córrego Roda d'água e **c.** Córrego Cajado.

Parque Estadual de Campos do Jordão

O Parque Estadual de Campos do Jordão está localizado no município de Campos do Jordão na Serra da Mantiqueira, entre as coordenadas geográficas 22°45'S e 45°30'W. Possui uma área total de 8.341,86ha onde se encontra o ponto mais elevado, 2007 metros e vertentes voltadas para o Vale do Paraíba. O relevo é muito acentuado e os desníveis entre os altos espigões e o fundo do vale excedem a 300 metros, sendo a altitude média de 1650m (Shroeder-Araujo *et al.*, 1986). A cobertura vegetal é formada por Campos de Altitude e Matas de Araucárias.

De acordo com Troppmair (2000) a região registra temperatura média anual de 16 a 18°C, com média das máximas de 24°C e das mínimas de 6-8°C. O clima é do tipo subtropical de altitude (Cfa) e apresenta elevada precipitação pluvial (1700 a 2000mm/ano), proporcionando o enriquecimento dos rios e ribeirões e também a alimentação do lençol freático.

Foram estudados cinco córregos neste Parque:

- Córrego Afluente 1 do Galharada ;
- Córrego Afluente 2 do Galharada – Recanto das Mimosas;
- Córrego Campo do Meio – Fazenda da Guarda;
- Córrego Campo do Meio;
- Córrego Afluente do Sapucaí.

As coordenadas geográficas e as características fisiográficas gerais do entorno, assim como as principais características físicas e químicas dos córregos são apresentadas nas tabelas I e III. Na figura 04 são apresentadas a localização e o aspecto geral dos córregos do Parque Estadual de Campos do Jordão,SP.

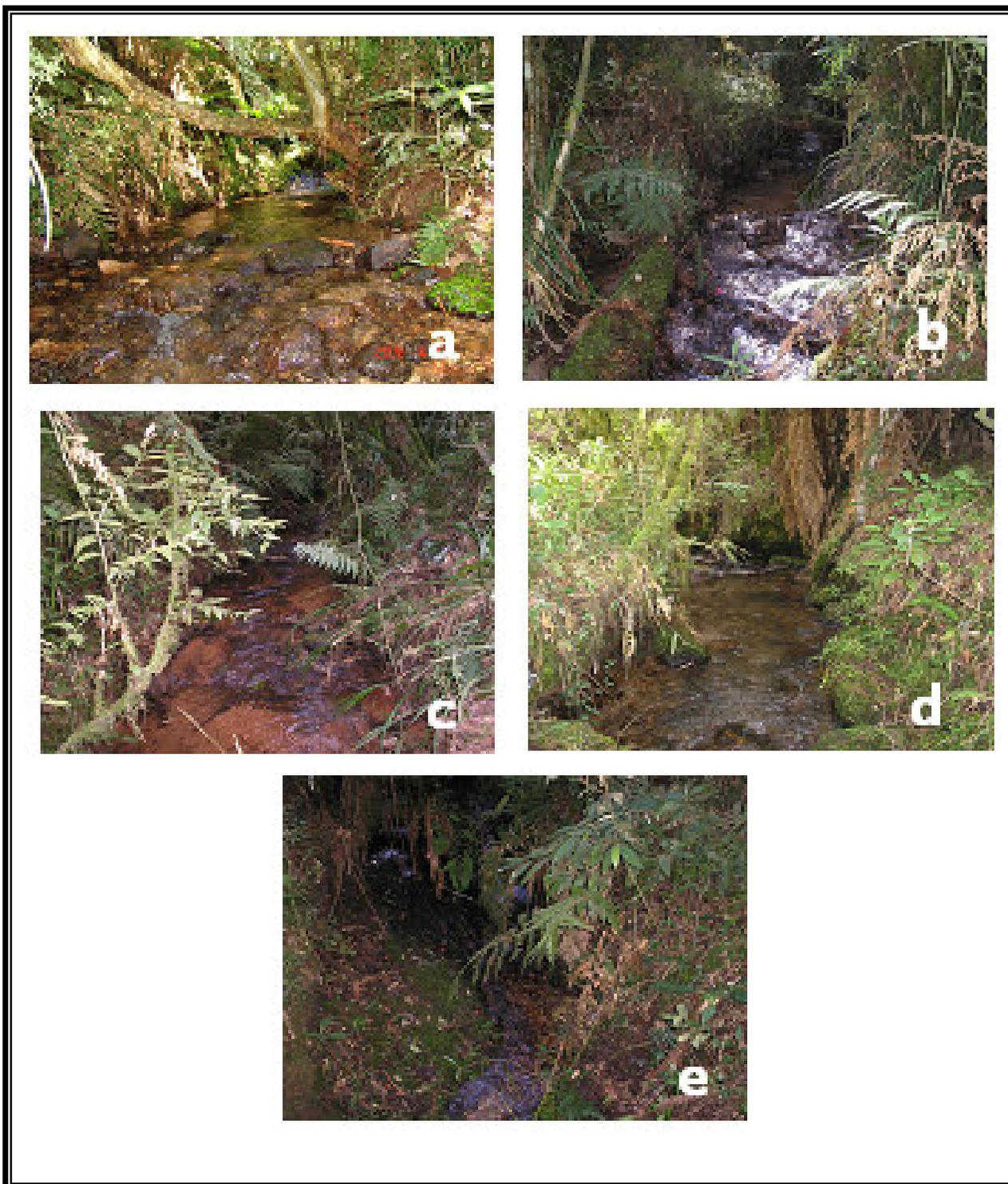


Figura 04. Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. **a.** Córrego Afluente 1 do Galharada; **b.** Córrego Afluente 2 do Galharada – Recanto das Mimosas; **c.** Córrego Campo do Meio – Fazenda da Guarda; **d.** Córrego Campo do Meio; **e.** Córrego Afluente do Sapucaí.

Parque Estadual de Vassununga

O Parque Estadual de Vassununga (PEV) localiza-se no município de Santa Rita do Passa Quatro, entre as coordenadas geográficas 21°43'S e 47°35'W e abrange as microbacias hidrográficas do ribeirão de Vassununga, e parte da microbacia do córrego Bebedouro, todos afluentes da margem direita do rio Mogi-Guaçu.

De acordo com os levantamentos topográficos, realizados pelo Instituto Florestal no ano de 2000, esse Parque possui área total de 2.069,24ha, distribuídos em seis glebas: Capão da Várzea (12,10ha), Capetinga Oeste (327,83ha), Praxedes (152,75ha), Maravilha (127,08ha), Capetinga Leste (236,56ha) e Pé-de-Gigante (1.212,92ha) (Korman, 2003).

O PEV foi criado em 26 de outubro de 1970, abrigoando em suas glebas diversas formações vegetação. A gleba Pé-de-Gigante é a única composta por fisionomias de Cerrado, desde Campo Cerrado até Cerradão, e uma pequena área composta por Floresta Estacional Semidecidual. As demais glebas são todas compostas por Floresta Estacional Semidecidual, sendo que, as glebas Praxedes, Capetinga Oeste e Leste e Maravilha são famosas por possuírem os jequitibás rosa milenares (Batalha, 1997).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwag, temperado macrotérmico, moderadamente chuvoso, com inverno seco não rigoroso. A temperatura média anual é de 20,8°C (Shida, 2000).

As coletas foram realizadas em dois córregos:

- Córrego Pé-de-Gigante;
- Córrego da Gruta.

As características ambientais, a localização e o aspecto geral dos córregos estão descritos nas tabelas I e III e na figura 05.

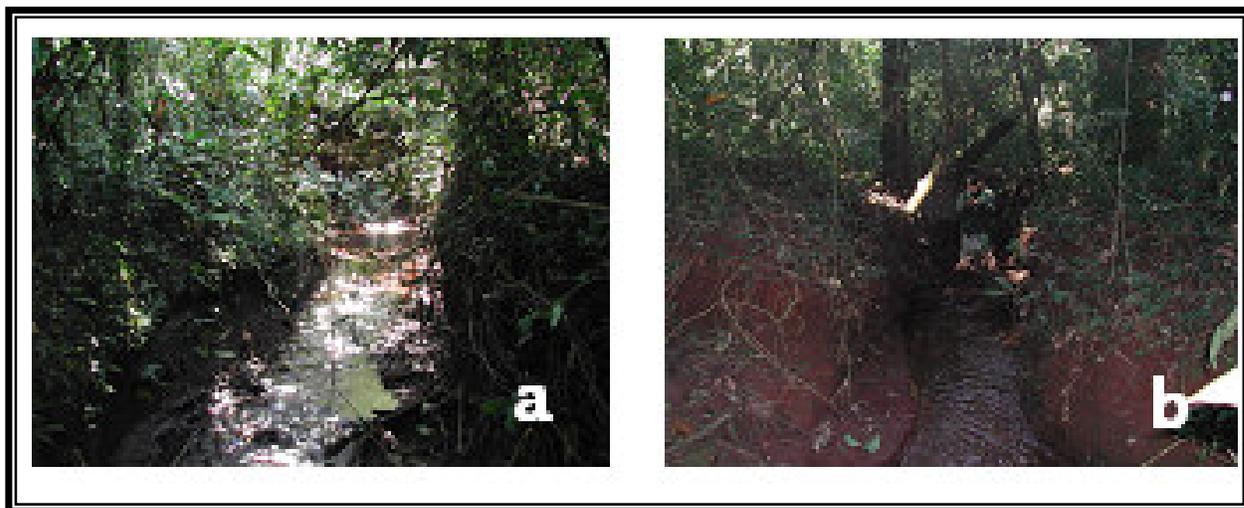


Figura 05. Parque Estadual de Vassununga, SP. **a.** Córrego Pé-de-Gigante e **b.** Córrego da Gruta.

Parque Estadual do Morro do Diabo

O Parque Estadual do Morro do Diabo ocupa uma área de 33.845,33ha e está localizado no município de Teodoro Sampaio entre as coordenadas geográficas 22°27'- 22°40'S e 52°10'- 52°22'W, na região do Pontal do Paranapanema. Em 1986, através do Decreto Estadual 25.342, a Reserva Morro do Diabo foi transformada em Parque e atualmente consiste na maior área floresta semidecídua nativa remanescente do oeste do Estado de São Paulo (Schlitter, 1990 *apud* Casatti *et al.*, 2001).

Segundo Schlitter *op cit.*, além da predominância de Floresta Estacional Semidecidual, a vegetação do Parque Estadual do Morro do Diabo também apresenta matas ciliares e fragmentos de Cerradão e Cerrado. No Parque a altitude média é de aproximadamente 320m, exceto no próprio Morro do Diabo, cuja altitude alcança 570m.

As características climáticas incluem a região dentro do clima Cwa (Köppen), mesotérmico de inverno seco, com temperatura média superior a 22°C no mês mais quente, e inferior a 18°C no mês mais frio e a precipitação média anual é de 1.131mm (Aznar & Adams, 2002).

Nesse Parque foram realizadas coletas em três córregos:

- Córrego da Taquara;
- Córrego da Onça;
- Córrego do Caldeirão.

As coordenadas geográficas e as características gerais do entorno, assim como as principais características físicas e químicas dos córregos são apresentadas nas tabelas I e IV . Na figura 06 são apresentados a localização e o aspecto geral dos córregos do Parque Estadual do Morro do Diabo.



Figura 06: Parque Estadual do Morro do Diabo, SP. **a.** Córrego Taquara; **b.** Córrego da Onça; **c.** Córrego do Caldeirão

Estação Ecológica de Caetetus

A Estação Ecológica de Caetetus localiza-se entre as coordenadas geográficas 22°41'-22°46'S e 49°10' - 49°16'W, numa área de 2.176,10ha nos municípios de Gália e Alvinlândia.

A área pertencia a uma das mais antigas fazendas do estado, e está preservada na forma de Unidade de Conservação desde 1976 quando foi desapropriada e transformada em Estação Ecológica, em 06 de fevereiro de 1987 (Rocha, 2003).

A região é de domínio de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, segundo a classificação de Veloso *et al.*, (1991). A região apresenta duas estações climáticas nitidamente marcadas: verão chuvoso e inverno seco bem diferenciados, o clima é do tipo Cwa (Köppen) mesotérmico de inverno seco, com temperatura média anual de 21°C (máx: 36°C e min: 13°C) e precipitação anual ao redor de 1400mm (Durigan *et al.*, 2000)

Nessa Unidade de Conservação, os coleópteros aquáticos foram coletados no Córrego Barreiro.

As características gerais do córrego estudado e a localização da Estação Ecológica de Caetetus estão apresentadas nas tabelas I e IV e na figura 07.



Figura 07. Estação Ecológica de Caetetus, SP. **a.** Córrego Barreiro

Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus

O Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus está situado no município de Pedregulho, no extremo norte do estado de São Paulo, entre as coordenadas 28°11'S e 47°29'W. A bacia local é formada pelo leito de afluentes perenes e temporários do ribeirão Bom Jesus, um afluente da margem esquerda do Rio Grande, bacia do Alto do Paraná (Lecci, 2005).

Segundo Xavier (1990), o parque localiza-se na área intertropical, com temperaturas médias de 22°C no verão e 16°C nos meses de inverno, a média pluviométrica anual é de aproximadamente 1500mm.

A vegetação natural encontra-se em melhor estado de conservação no interior das furnas, formando um maciço florestal contínuo de aproximadamente 2000ha, no interior do Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus, com vegetação predominante do tipo Floresta Estacional Semidecidual, com base na classificação fitogeográfica de Rizzini (1997).

Foram amostrados nesse Parque seis córregos, sendo que apenas três possuíam mata ripícola:

- Córrego Necapedro;
- Córrego Núcleo José Marins 1;
- Córrego Núcleo José Marins 2;
- Córrego Núcleo João Abib;
- Córrego Pedra Grande;
- Córrego Furninha.

As coordenadas geográficas e as principais características dos córregos são apresentadas nas tabelas I e IV e na figura 08.

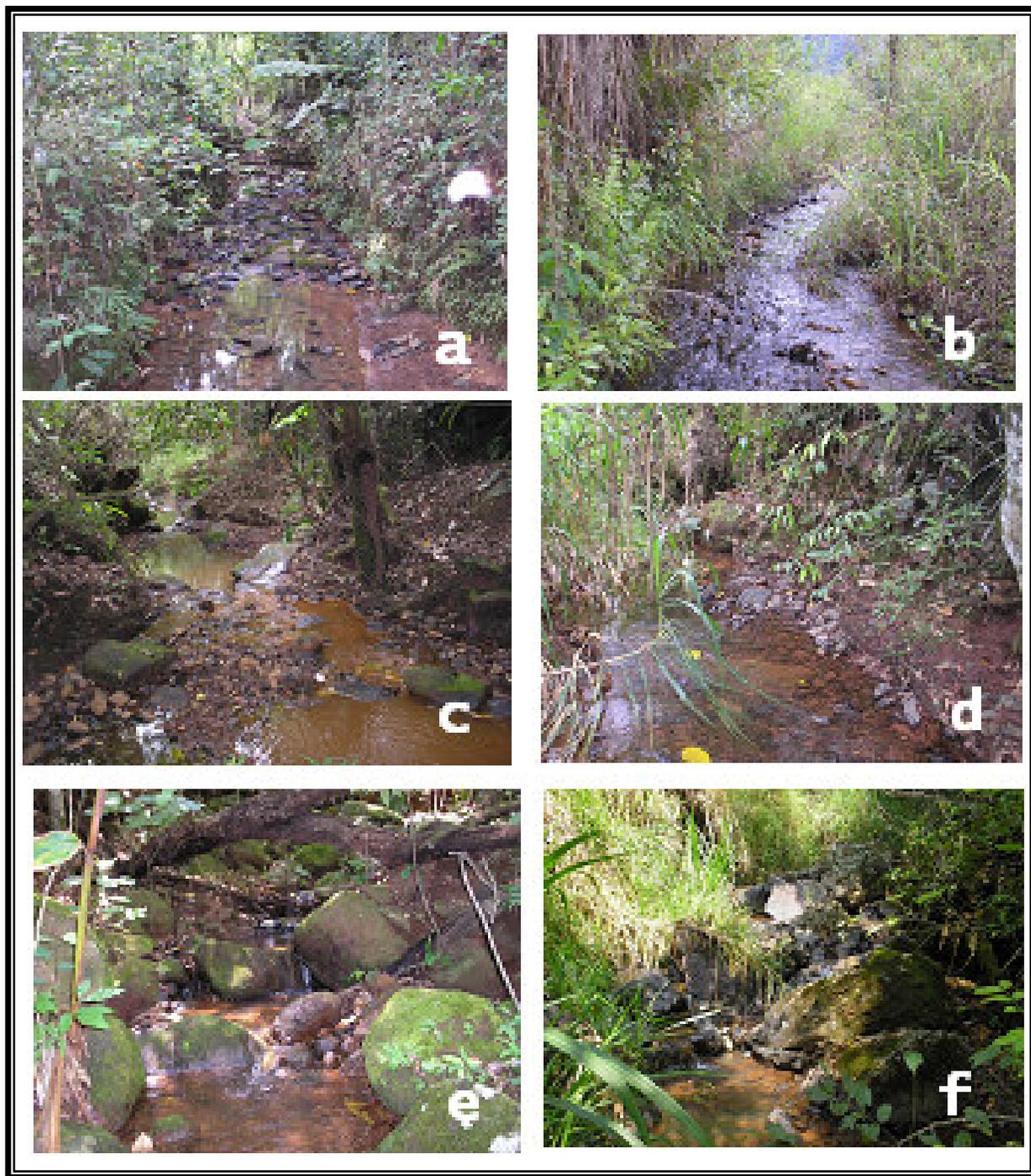


Figura 08. Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus. **a.** Córrego do Necapedro; **b.** Córrego Núcleo José Marins I; **c.** Córrego Núcleo José Marins II; **d.** Córrego Núcleo João Abib; **e.** Córrego Pedra Grande e **f.** Córrego Furninha

4.2. ÁREAS IMPACTADAS

As coletas em áreas com cana-de-açúcar e pastagem foram realizadas na região Nordeste do Estado de São Paulo, localizada entre as coordenadas 19°52' e 22°51'S e 46°16' e 49°20'W. Essas áreas representam uma das regiões econômicas mais influentes nacionais e, o último mapeamento de uso e cobertura dos solos efetuado em 2002/2003 registrou que 79,06% das terras regionais são ocupadas pela agricultura e pecuária (Embrapa, 2006). As coletas em áreas com florestas de eucalipto foram realizadas mais próximas a capital do estado.

Região de São Carlos, Araraquara e Piracicaba – Plantações extensivas de Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné e no Brasil seu cultivo teve início entre os séculos XVI e XVII, onde a produção para exportação, aliada às excelentes condições climáticas para seu desenvolvimento da cultura, constituiu-se a principal causa da ocupação territorial brasileira (Mozambani *et al.*,2006; Arruda, 1996).

A área de estudo abrange o Estado de São Paulo que foi responsável por uma produção de 242.828.824 toneladas de cana na safra 2005/2006 que corresponde a 62,80% da produção nacional (IEA, 2006). Dados registrados pelo IBGE em 2003 indicam que a monocultura de cana-de-açúcar representava uma área no Estado de São Paulo equivalente a 2.817.604ha, atualmente essa plantação deve ocupar área bem maior, visto a expansão desse cultivo nos últimos anos.

As regiões de São Carlos, Araraquara e Piracicaba são áreas do estado com grande crescimento econômico e o plantio de cana-de-açúcar sempre foi muito estimulado, principalmente após o Programa Proálcool, implantado em 1973, acarretando um aumento expressivo de usinas de moagem nas regiões. Atualmente nessas regiões a cana-de-açúcar ocupa uma área de aproximadamente 560.000 ha (IEA, 2006).

Nessa região foram amostrados cinco córregos (Figura 09). As coordenadas geográficas e as características gerais do entorno, assim como as principais características físicas e químicas dos córregos são apresentadas nas tabelas II e VII.



Figura 09. Vista geral de um dos córregos (seta) sob influência das plantações de cana-de-açúcar.

Região Ipeúna, Corumbataí e Descalvado - Pecuária

Atualmente o rebanho bovino brasileiro atinge em torno 207,2 milhões de animais, e mesmo com a migração da pecuária para outras atividades agrícolas, como cana-de-açúcar e soja, o Brasil mantém sua posição de maior rebanho de bovinos do mundo, seguido da Índia e China (IBGE, 2006).

Em 1988 as pastagens ocupavam 1.410,688 ha da Região Nordeste do Estado de São Paulo, com maior concentração nos terrenos em declive da província geomorfológica das cuestas arenito-basálticas, no contato com as unidades morfo-esculturais da depressão periférica paulista e do planalto ocidental paulista (Ross & Moroz, 1997). Ainda em 1988, outras áreas expressivas de pastagens foram detectadas ao sul da região, ocupando grande parte dos municípios de Rio Claro, Corumbataí e Analândia, assim como na extremidade oeste dividindo espaço com as culturas anuais, fruticultura e cana-de-açúcar (Embrapa, 2006).

Nessa região foram amostrados cinco córregos (Figura 10). As coordenadas geográficas e as características gerais destes córregos estão apresentadas nas tabelas II e VII.



Figura 10. Vista geral de um dos córregos em áreas de pastagens, no município de Corumbataí, SP.

Arredores da cidade de São Paulo –Florestas de eucalipto

O eucalipto é uma planta originária da Austrália, trazida para o Brasil por imigrantes em 1904, com o objetivo de suprir as necessidades de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro na região Sudeste. Na década de 50 passou a ser produzido como matéria prima, para o abastecimento das fábricas de papel, celulose, carvão vegetal, móveis e nas siderúrgicas (Embrapa, 2006).

O Brasil é o país que mais desenvolveu a plantação de eucalipto no mundo, devido ao grande potencial das terras e as condições climáticas favoráveis a esse tipo de atividade, em

conjunto com estudos desenvolvidos por institutos de pesquisa. As florestas plantadas de eucalipto, cuja produção é chamada de silvicultura, ocupam 0,5% do solo brasileiro representando 2,9 milhões de hectares. As maiores áreas estão localizadas nos Estados de Minas Gerais (51,8%), São Paulo (19,4%), Bahia (7,2%) e Espírito Santo (5,1%). A área plantada no estado de São Paulo é de 54.150 ha (Embrapa, 2006).

As coletas foram realizadas em quatro córregos nos arredores da cidade de São Paulo, e as coordenadas geográficas e as características gerais do entorno, assim como as principais características físicas e químicas dos córregos são apresentadas na tabela VII.

5. RESULTADOS

5.1. Análise das áreas de Referência

Caracterização Ambiental

Os valores das variáveis abióticas medidas durante as coletas indicaram poucas diferenças entre os córregos das Unidades de Conservação (Tabela III e IV).

De maneira geral os córregos se caracterizam pela ausência de macrófitas, são pouco profundos (profundidade máxima: 30 cm), estreitos (largura máxima: 2,7 m) de baixa velocidade média da corrente (0,1-0,6m/s), com águas bem oxigenadas (5,9-10,8 mg.L⁻¹), com baixa condutividade elétrica (10-46 µScm⁻¹) e valores de pH, que variaram de ácidos a próximos à neutralidade (4,35-7,12). Os córregos do Parque de Intervalos, diferem dos demais pelos valores elevados de pH (8,8) e condutividade elétrica (204,0 µScm⁻¹). Os menores valores da temperatura

da água foram registrados nos córregos do PECJ (12,8°C), localizado acima de 1500 de altitude, enquanto que nas demais UC's a temperatura variou entre 16,6 a 24,5°C.

Em relação à presença da vegetação ripícola e da cobertura do dossel os córregos estudados caracterizaram-se pela presença vegetação e cobertura total, exceto três córregos do PEFBJ (Marins 1, Marins 2 e Necapedro).

Tabela III. Características gerais do entorno e das variáveis físicas e químicas dos córregos de Campos do Jordão, Vassununga e Intervalos C1: Afluente do Galharada; C2: Afluente do Galharada - Recanto das Mimosas; C3: Córrego Campo do Meio; C4: Córrego Campo do Meio – Faz. Da Guarda; C5: Afluente do Sapucaí; C6: Córrego Pé de Gigante; C7: Córrego da Gruta; C8: Córrego Bocaina; C9: Córrego Cajado; C10: Córrego Roda d'água.

	P. E. de Campos do Jordão					P. E. Vassununga		P. E. Intervalos		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Vegetação ripícola	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Cobertura dossel	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total
Largura média (m)	2,0	1,5	1,2	1,4	0,9	1,5	1,0	1,2	0,8	0,5
Profundidade média (cm)	8,0	9,6	7,0	14,8	11,0	30,0	10,0	28,0	20,0	12,6
Temperatura/ água (°C)	12,8	15,2	13,3	14,3	14,0	21,5	20,8	16,7	18,1	17,4
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	11,8	11,4	11,6	16,3	12,1	10,0	10,0	128,0	204,0	56,0
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	8,5	8,3	8,5	8,6	8,5	10,3	10,2	6,5	6,3	5,9
pH	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	4,3	6,7	8,8	-	8,3
Velocidade média (m/s)	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,2	0,4	0,6	0,5

Tabela IV. Características gerais do entorno e das variáveis físicas e químicas dos córregos do Morro do Diabo, Caetetus e Furnas do Bom Jesus. Legenda: C11: Córrego Taquara; C12: Córrego da Onça; C13: Córrego Caldeirão; C14: Córrego Barreiro; C15: Córrego Necapedro; C16: Córrego Núcleo José Marins I; C17: Córrego Núcleo José Marins II; C18: Córrego Núcleo João Abib; C19: Córrego Pedra Grande; C20: Córrego Furninha.

	P.E.Morro do Diabo			Est. Ecol. Caetetus	P. E. Furnas do Bom Jesus					
	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Vegetação ripícola	presente	presente	presente	presente	ausente	ausente	ausente	presente	presente	presente
Cobertura dossel	total	total	total	total	parcial	parcial	parcial	total	total	total
Largura média (m)	2,7	1,0	2,5	0,6	1,5	0,4	1,6	1,1	1,2	0,9
Profundidade média (cm)	5,2	8,6	16,3	10,0	8,9	11,5	11,4	10,2	9,2	19,8
Temperatura/ água (°C)	18,4	16,6	20,5	16,7	24,5	20,9	21,1	21,3	22,7	21,8
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	10,0	30,0	20,0	70,0	37,0	46,0	40,0	33,0	25,0	33,0
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	10,3	10,4	10,2	10,8	9,3	8,3	9,7	9,3	9,8	7,8
pH	6,3	6,8	6,6	7,1	7,1	6,7	6,7	6,3	8,1	7,0
Velocidade média (m/s)	0,3	0,6	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2

A comparação dos córregos estudados através da análise de componentes principais (PCA) resumiu 61% da variabilidade total dos dados abióticos em seus dois primeiros eixos. O gráfico gerado pelo PCA está representado na Figura 12. O primeiro componente (36,22%) associou-se positivamente com o oxigênio dissolvido e negativamente com a condutividade elétrica, pH e com a velocidade da corrente (Tabela V). Nesse componente, fica evidente a separação dos córregos (Bocaína, Roda d' água e Cajado) com valores altos de condutividade elétrica e pH alcalino e, valores de oxigênio mais baixos. Já o segundo componente (24,68%) associou-se positivamente com a vegetação ripícola, cobertura de dossel e negativamente com a temperatura da água (Tabela V). Neste caso, os valores mais elevados de temperatura da água separaram os córregos sem vegetação ripícola e cobertura parcial de dossel, principalmente dos córregos Necapedro, Marins 1 e Marins 2 (sem vegetação).

Tabela V. Correlação das variáveis ambientais com os componentes principais I e II.

Variáveis Ambientais	Componentes	
	I	II
Vegetação ripícola	-0,152	0,563
Cobertura do dossel	-0,199	0,557
Largura média	0,261	0,270
Profundidade média	-0,295	-0,05
Temperatura da água	0,170	-0,414
Condutividade	-0,431	-0,237
OD	0,457	0,144
pH	-0,481	-0,149
Velocidade média	-0,357	0,163

A análise do conjunto de variáveis ambientais analisadas, neste estudo, evidenciou algumas diferenças entre os córregos. Os córregos do PEFBJ, em particular, variam muito entre si, onde se destacam os córregos Necapedro, Marins 1 e Marins 2, os quais estão associados à ausência de vegetação e à cobertura do dossel. Justamente esses córregos que ainda estão expostos à forte influência do entorno. Os córregos do PEI estão associados a valores mais elevados de condutividade elétrica, pH e velocidade de corrente que refletem a região onde situam os córregos. Os resultados indicam também que os córregos do PECJ não variam entre si e estão relacionados à presença de vegetação ripícola e cobertura de dossel.

No PEMD os córregos Taquara e Caldeirão estão associados aos valores elevados de oxigênio dissolvido na água e o córrego da Onça registra uma situação semelhante aquela dos córregos do PECJ. Os demais córregos amostrados expressaram valores intermediários.

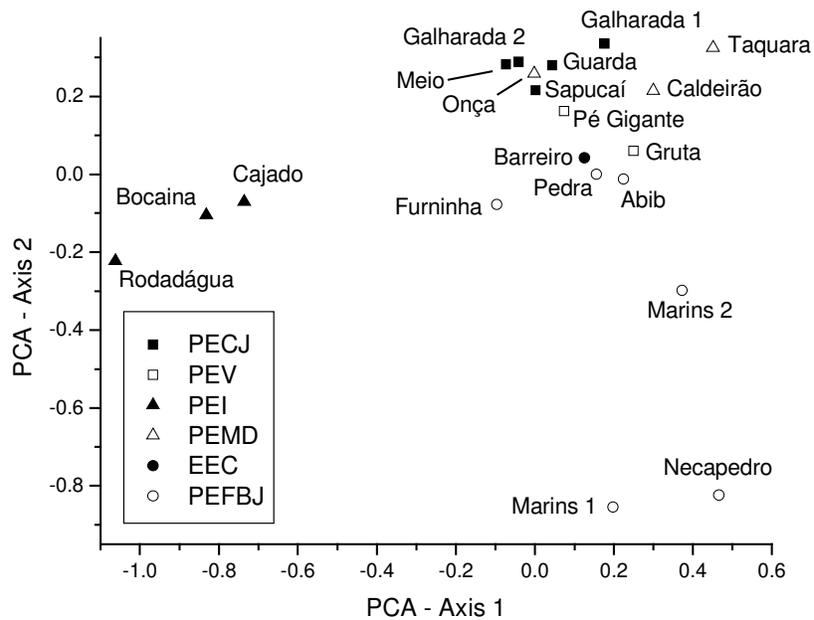


Figura 12. Ordenação dos córregos através da análise de Componentes Principais (PCA).
 Legenda: segue tabela II.

Relação entre a fauna e as variáveis ambientais

Buscando correlacionar a fauna com as variáveis ambientais aplicou-se a análise de correspondência canônica (CCA). Os autovalores para os dois primeiros eixos, cujos valores expressam a contribuição de cada um para a variação total dos dados, foram 0,50 e 0,42, respectivamente, o primeiro eixo explica 14,07 % da variância total dos dados e o segundo 25,91%. Analisando-se os resultados das correlações das variáveis ambientais com os eixos estabelecidos foi possível observar a importância das variáveis: oxigênio dissolvido na água, condutividade elétrica da água, largura do canal e temperatura da água para a ordenação no primeiro eixo, e das variáveis profundidade, cobertura do dossel e pH, para o segundo eixo (Tabela VI).

Tabela VI. Coeficiente de correlação entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica.

Variáveis Ambientais	Coeficiente Canônico	
	Eixo 1	Eixo 2
Vegetação ripícola	-0,294	0,134
Cobertura do dossel	-0,199	0,557
Largura média	0,436	0,344
Profundidade média	0,036	0,406
Temperatura da água	0,706	-0,265
Condutividade	-0,230	-0,319
OD	0,497	0,323
pH	-0,359	0,681
Velocidade média	0,068	0,322

A análise de distribuição dos exemplares de coleópteros evidenciou uma separação dos gêneros da família Elmidae dos demais táxons. Situação semelhante foi encontrada nos córregos do PEI e PECJ e está relacionada com as variáveis ambientais: presença de vegetação ripícola e cobertura do dossel. Os resultados mostraram que os outros táxons como *Bidessonotus*, *Berosus* e Chrysomelidae tipo 1 estão correlacionados com valores mais elevados de temperatura da água e ausência de vegetação ripícola e cobertura de dossel, separando os córregos Necapedro, Marins 1 e Marins 2 dos demais córregos do PEFBJ. Os resultados da CCA (Figura 13) indicaram uma variação entre os córregos neste mesmo parque, já os córregos dos parques PECJ e PEI tiveram pouca variação entre eles.

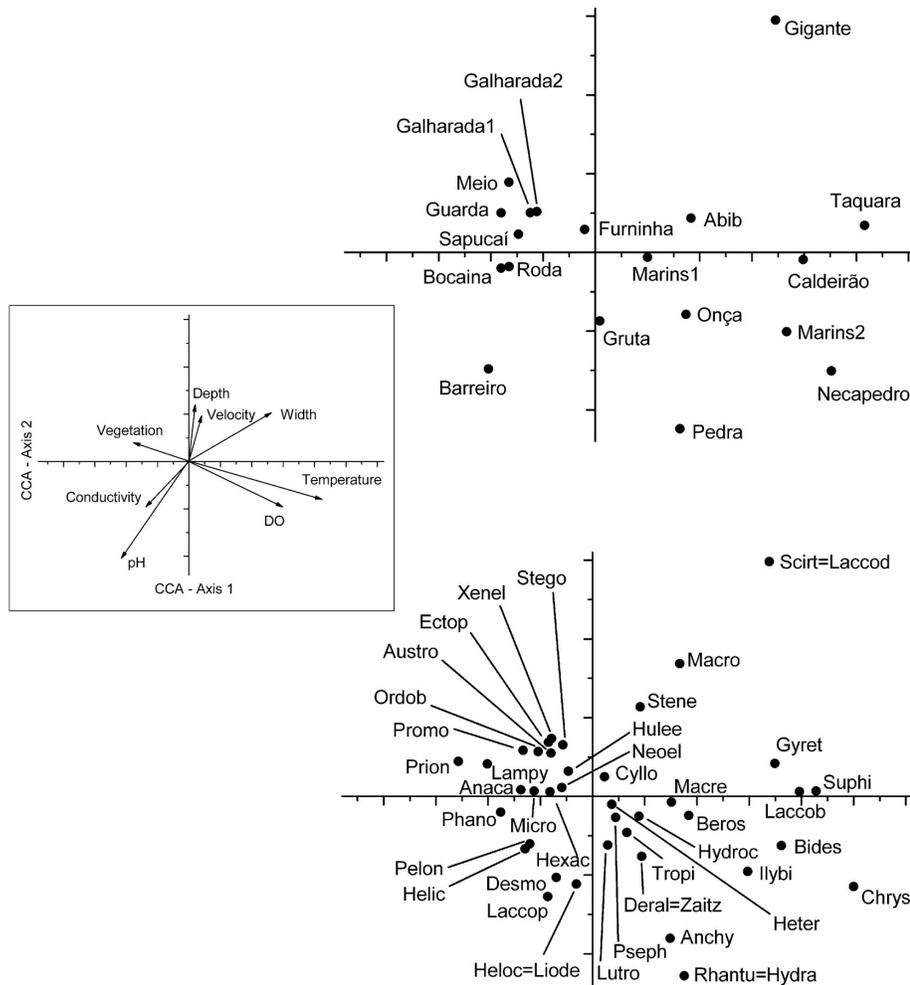


Figura 13. Análise de Correspondência Canônica (CCA): diagramas de ordenação dos córregos (A) e dos gêneros (B) baseada na distribuição do número de indivíduos de 43 gêneros em 20 córregos amostrados em Unidades de Conservação, e sua correlação com as 09 variáveis ambientais utilizadas (vetores). As espécies são indicadas pelo seu nome abreviado (nomes completos no Anexo II).

Composição Faunística

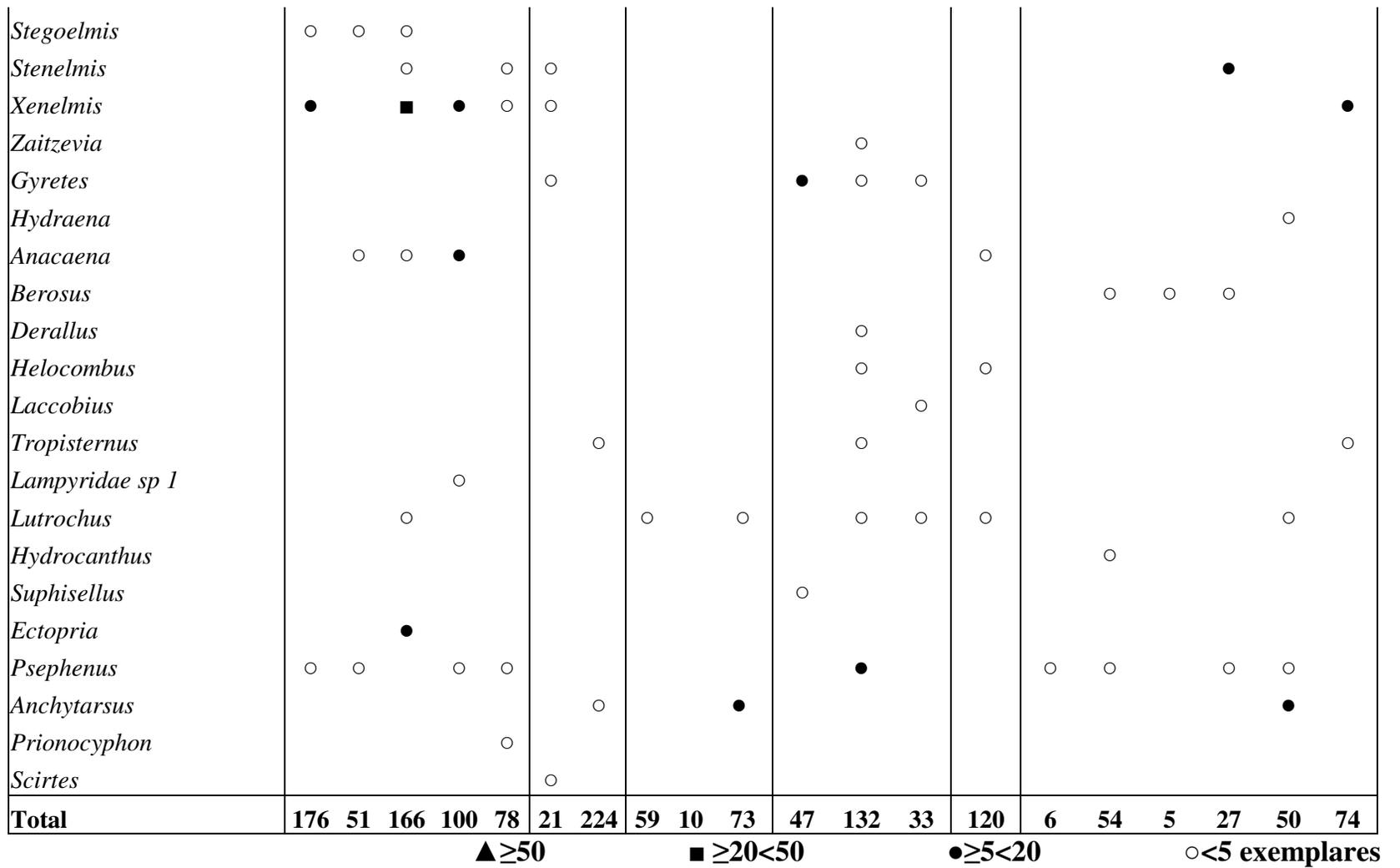
Durante este estudo, nas áreas de referência, foram coletados 1506 exemplares de coleópteros, entre larvas e adultos e identificados 43 gêneros distribuídos em treze famílias, das quais Elmidae foi dominante em todos os sistemas, representando 83,47% (1257 indivíduos), seguido por Dryopidae, Dytiscidae e Psephenidae, com 4,25% (64), 3,25% (49) e 2,66% (40), respectivamente (Anexo II).

Os gêneros *Heterelmis* e *Hexacylloepus* representaram 55% da abundância total, o primeiro responsável por 33% e o segundo 22% (Tabela VII). A dominância nos locais amostrados, alternou-se entre estes dois gêneros, com exceção do córrego do Barreiro (EEC) onde outros táxons foram dominantes (*Helichus* e *Desmopachria*).

A maior abundância, totalizando 647 exemplares foi obtida no Parque Estadual de Campos do Jordão, onde foram registrados 25 gêneros (Figura 14). No córrego Galharada 1 coletaram-se 176 indivíduos distribuídos em 15 gêneros, dos quais *Austrolimnius* e *Hexacylloepus* representaram 25,57 % e 20,45 % da abundância total. No córrego Galharada 2 foram coletados 51 indivíduos para 11 gêneros, dos quais *Austrolimnius* também foi o mais abundante (43,14%). Já no córrego Fazenda da Guarda os maiores valores de abundância foram registrados para os gêneros *Hexacylloepus* e *Xenelmis*, dos 14 gêneros encontrados. Nos córregos Campo do Meio e Sapucaí o gênero *Hexacylloepus* foi o mais abundante.

Tabela VII. Participação dos táxons nos córregos das áreas referência. Legendas dos córregos, como na Tabela III e IV

Táxons	PECJ					PEV		PEI			PEMD			EEC	PEFBJ					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Chrysomelidae tipo 1															○					
<i>Helichus</i>	○				○									■						○
<i>Pelonomus</i>					○		○		○	○				●						
<i>Bidessonotus</i>																	○			
<i>Desmopachria</i>	○													■		○				
<i>Ilybius</i>												○			○					
<i>Laccodytes</i>						○														
<i>Laccophilus</i>												○		●						
<i>Liodessus</i>												○		○						
<i>Rhantus</i>																			○	
<i>Austrolimnius</i>	■	■	●	●	○						○									
<i>Cylloepus</i>	●	○	○	○	○	○						○	○	○		●	○	○		
<i>Heterelmis</i>	■	○	■	●	■	○	▲	●	○	●	■	■	●	■		■		●	■	■
<i>Hexacylloepus</i>	■	○	▲	■	■		■	■	○	■		○		○	○	○				■
<i>Huleechius</i>	○															○				
<i>Macrelmis</i>	○	○			○						●	■	●			○	○	○		○
<i>Macronychus</i>						○														○
<i>Microcylloepus</i>	●	○		○	○			○	○	○		○		○		○		○		
<i>Neoelmis</i>	●	●	●	●	○	○		●	○			○							●	
<i>Ordobrevia</i>	○																			
<i>Phanocerus</i>		○	○	○	○			●		●				●						
<i>Promoresia</i>	○		○		○															



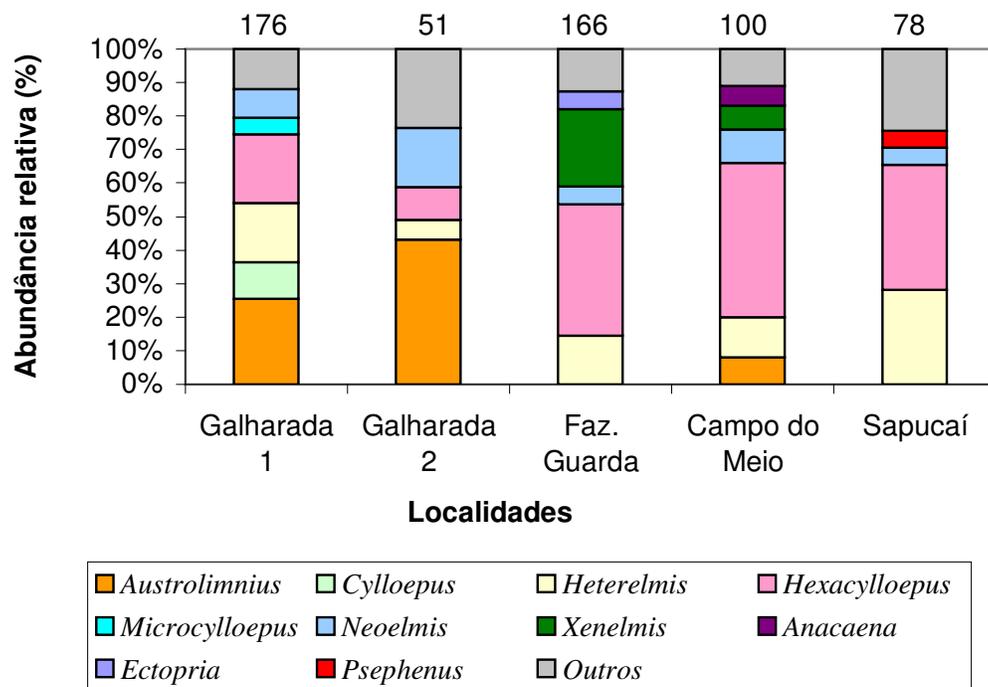


Figura 14. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos do Parque Estadual de Campos do Jordão.

No Parque Estadual de Vassununga foram coletados 245 indivíduos distribuídos em 13 gêneros, e em ambos córregos, Pé de Gigante e da Gruta, *Heterelmis* foi mais abundante, com 23,8% no primeiro e 87% no segundo (Figura 15).

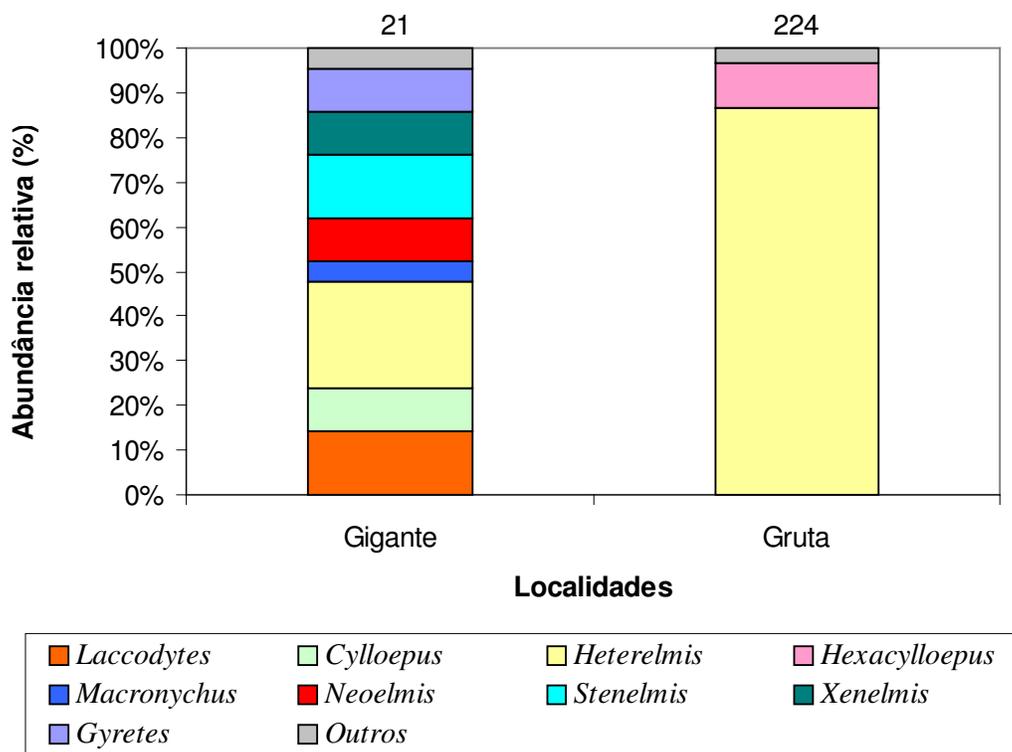


Figura 15. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos do Parque Estadual de Vassununga.

No Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus foram coletados 216 exemplares, a riqueza foi elevada sendo registrados 23 gêneros, entretanto, *Heterelmis* e *Hexacylloepus* representaram 40,74% e 14,35%, respectivamente. Nos córregos Necapedro e José Marins II a riqueza foi inferior comparando com os demais córregos, com apenas quatro e cinco gêneros, respectivamente. Enquanto que no córrego José Marins I foram coligidos 54 indivíduos distribuídos em nove gêneros sendo *Heterelmis* o mais abundante (50%). Nos demais córregos João Abib, Pedra Grande e Furninha foram identificados sete gêneros em cada córrego, dos quais *Heterelmis* foi o mais abundante com 40,74%, 40% e 40,50%, respectivamente (Figura 16).

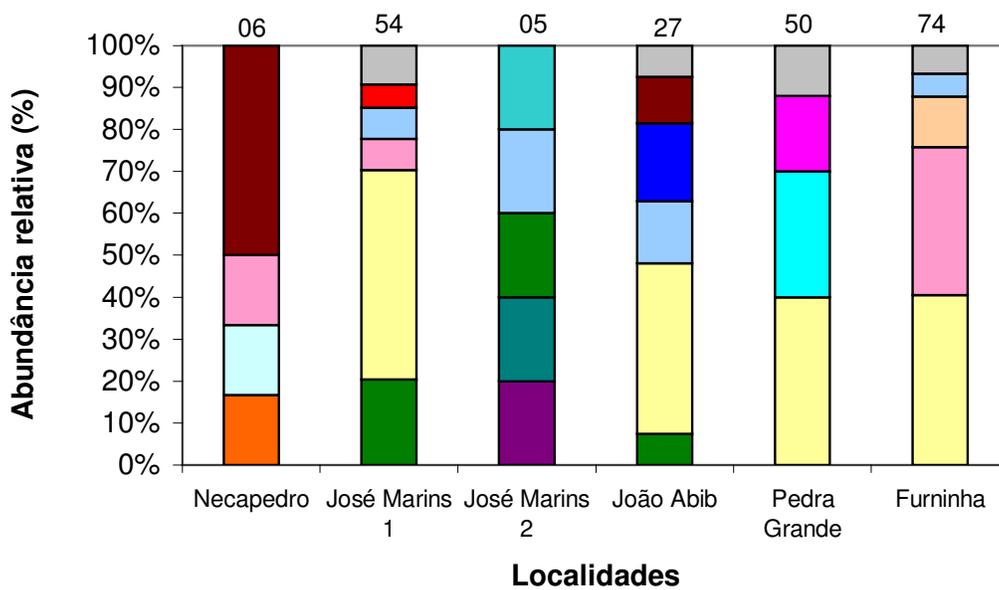


Figura 16. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos do Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus.

No Parque Estadual do Morro do Diabo coletou-se 212 exemplares para 19 gêneros, dos quais *Heterelmis* divide a dominância com *Macrelmis*, com 39,15% e 31,13% respectivamente, do total de indivíduos coletados nesse parque. No córrego da Onça os resultados indicam maior abundância e riqueza com 132 indivíduos distribuídos em 16 gêneros, destes novamente constata-se que *Heterelmis* e *Macrelmis* dominam com 72,8%, cada um representou 36,40%. No córrego Taquara *Heterelmis* foi o mais representativo com 53,20%, seguido por *Gyretes* com 29,80% do total de indivíduos coletados, e no córrego do Caldeirão observou-se a menor abundância com 33 indivíduos distribuídos em 6 gêneros (Figura 17).

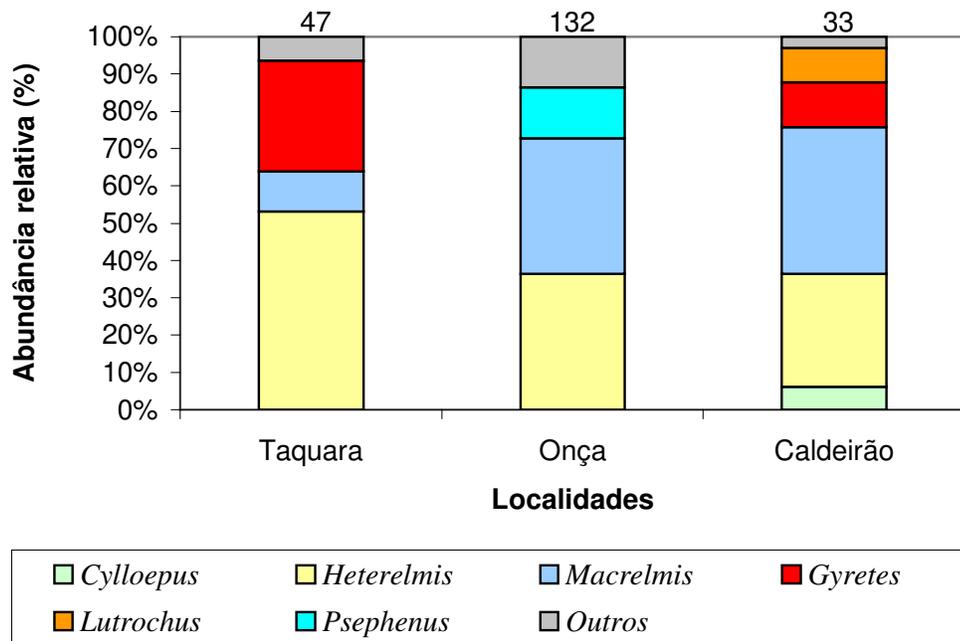


Figura 17. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos do Parque Estadual do Morro do Diabo.

No Parque Estadual de Intervalos foram coligidos 142 espécimes para oito gêneros, destes 54,22% é representado pela predominância de *Hexacylloepus*. Este gênero foi o mais abundante em todos os córregos do Parque. No córrego do Cajado observou-se o maior valor de riqueza e abundância, com sete gêneros e 73 indivíduos coletados. Enquanto que, no córrego Roda d'água, registrou-se as menores riquezas e abundâncias, cinco gêneros para 10 indivíduos coletados (Figura 18).

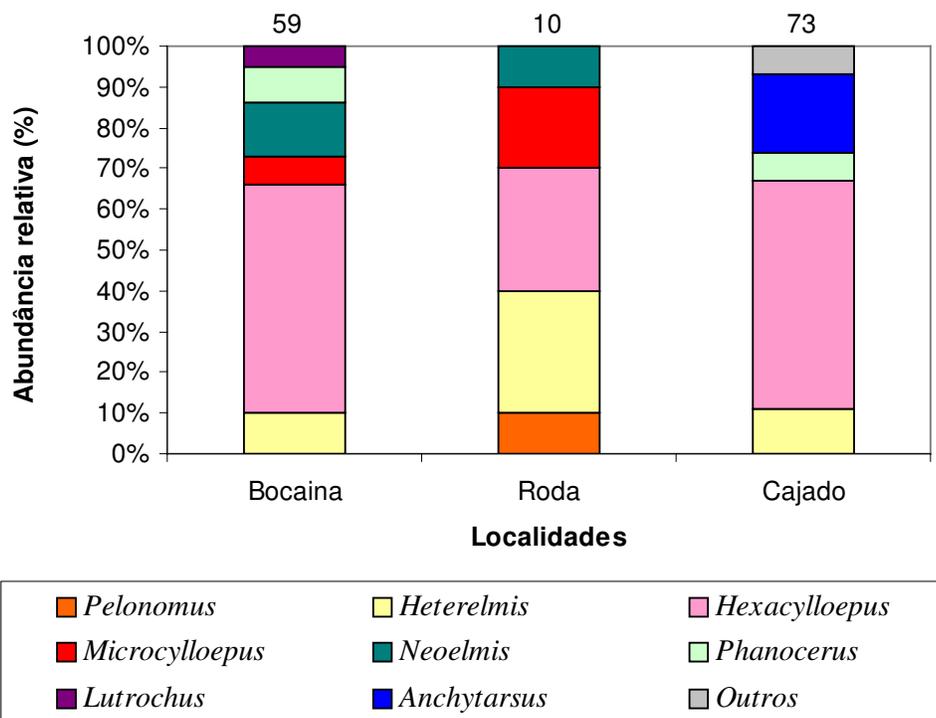


Figura 18. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos do Parque Estadual de Intervales.

Na Estação Ecológica de Caetetus, apenas o Córrego Barreiro foi amostrado, onde coletou-se 120 indivíduos distribuídos em 13 gêneros, destes os mais abundantes foram *Helichus* e *Desmopachria* com 38,33% e 19,17%, respectivamente (Figura 19).

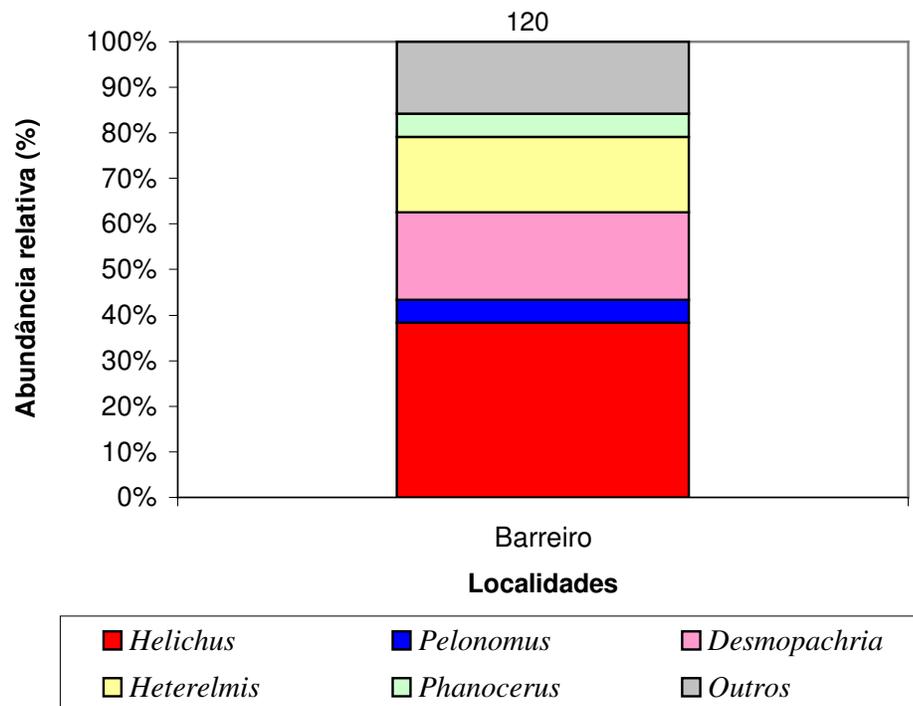


Figura 19. Relação da participação relativa dos gêneros com valores iguais ou superior a 5% nos córregos da Estação Ecológica de Caetetus.

5.2. Análise das áreas impactadas

Caracterização Ambiental

Os valores das variáveis abióticas medidas durante as coletas indicaram pouca variação entre os córregos das áreas impactadas (Tabela VIII).

De maneira geral os córregos caracterizam-se pela ausência de macrófitas, e: canal estreito (0,40-2,0m) e baixa profundidade (8,0-60 cm), pouca sinuosidade no percurso, águas bem oxigenadas (6,1–9,3 mg.L⁻¹), com baixa condutividade elétrica (10-210µScm⁻¹), o valores de pH variam entre (5.0-8,5), sendo que a maioria com águas ácidas (pH inferior a 7). Os

menores valores de temperatura da água foram registrados nos córregos em áreas de plantações de eucalipto (15,5-16,0 °C).

Entre os córregos analisados nas áreas impactadas somente os córregos de plantações de eucalipto tinham cobertura do dossel, os demais (áreas de pastagem e cana-de-açúcar) eram desprovidos de vegetação ripícola.

Tabela VIII. Características gerais do entorno e das variáveis físicas e químicas dos córregos em áreas de cana-de-açúcar, pastagem e eucalipto. C: córrego. Legenda: segue tabela II.

	Cana-de-açúcar					Pastagem					Eucalipto			
	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34
Vegetação ripícola	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Cobertura dossel	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	parcial	parcial	parcial	parcial
Largura média (m)		0,75	1	0,45	1,5						0,4		0,5	0,5
Profundidade média (cm)		25	15	8	20	50		60		45	30		50	15
Temperatura/ água (°C)	20	22		21,2	19,5	27	25	20	25		15,7	15	16	15,5
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	20	30	25	10	80	40	210	40	20	60	50	140	100	29
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		9,11	6,56	8,4	9,3			9,2	8,2		6,19	6,7	6,9	7,8
pH	5,3	5,01	8,45	5,6	5,2	6,6	7,3	5	6,7	6,5	6,3	6,9	8,5	7,1

Composição Faunística

Nos córregos impactados foram coletados 87 indivíduos, entre larvas e adultos, e identificados 17 gêneros distribuídos em sete famílias, das quais Hydrophilidae foi a mais abundante, representando 34,48% (30 indivíduos), seguido por Dytiscidae e Gyrinidae com 18,39% (16 indivíduos) e 13,79% (12 indivíduos) (Anexo III). O gênero *Berosus* predominou com 28,73% da abundância total (Tabela IX).

A maior riqueza (13 gêneros) foi observada nos córregos de áreas de pastagem; nos córregos de áreas de cana-de-açúcar e plantação de Eucalipto onde foram coletados apenas sete e dois gêneros, respectivamente.

Nos córregos em áreas de pastagem foram coligidos 60 indivíduos distribuídos em 13 gêneros (Figura 20), e em todos córregos amostrados, com exceção do córrego C27 no município de Corumbataí, *Berosus* foi mais abundante, com 41,67% do total coletado.

Tabela IX: Participação dos táxons nas áreas impactadas. Legendas dos córregos, como Tabela II.

Táxons	Cana-de-açúcar					Pastagem					Eucalipto			
	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34
<i>Curculionidae</i> sp1									○					
<i>Dryopidae</i> sp 1											○			
<i>Pelonomus</i>		○			●									
<i>Celina</i>			○		○									
<i>Bidessonotus</i>									○					
<i>Desmopachria</i>						○								
<i>Hydaticus</i>				○		○								
<i>Laccophilus</i>									○	○				
<i>Liodessus</i>						○				○				
<i>Heterelmis</i>		○					○			○		○		
<i>Gyretes</i>					●									
<i>Gyrinus</i>				○						○				
<i>Berosus</i>						●		○	●	●				
<i>Hydrochus</i>									○					
<i>Tropisternus</i>							○							
<i>Hydrocanthus</i>			○		○	○								
<i>Suphisellus</i>						○								
Total	0	3	2	3	15	14	5	4	20	17	1	0	3	0

▲ ≥50 ■ ≥20<50 ● ≥5<20 ○ <5 exemplares

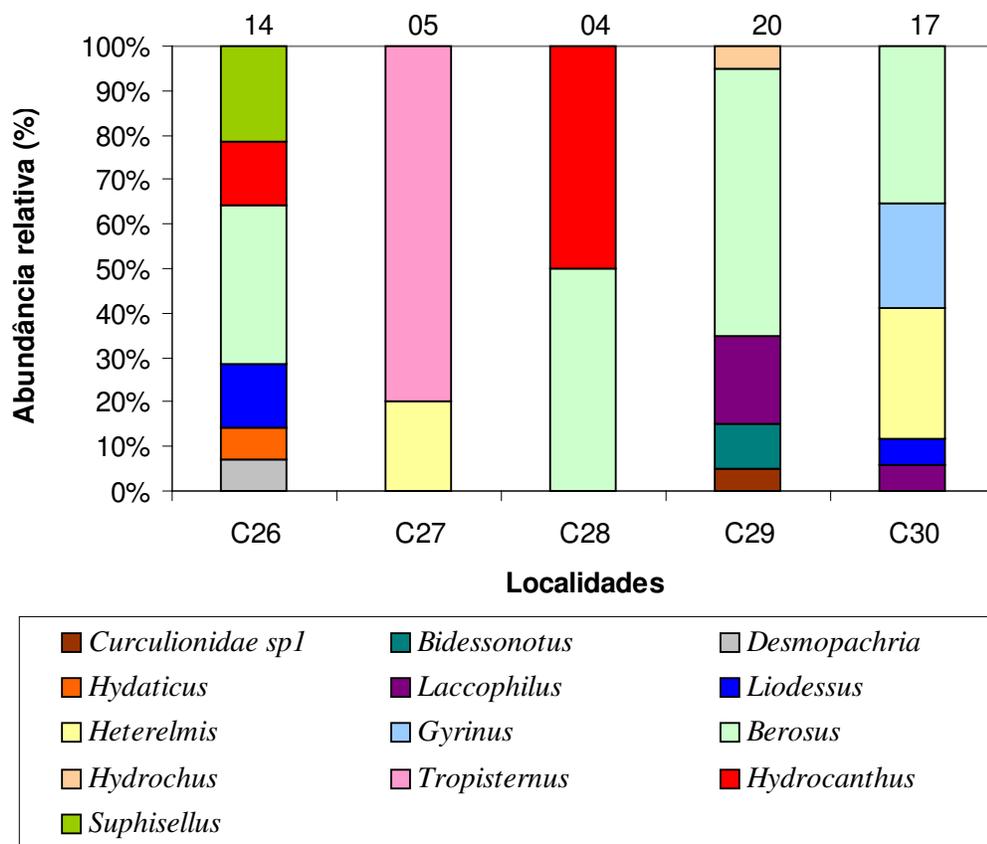


Figura 20. Relação da participação relativa dos gêneros nos córregos impactados. Legenda: segue Tabela II.

Foram coletados 23 exemplares distribuídos em oito gêneros nos córregos em áreas de cana-de-açúcar (Figura 21), os gêneros mais abundantes foram *Pelonomus* e *Gyretes* representando 34,78% e 30,43%, respectivamente. No córrego C21 no município de São Carlos, não foi coletado nenhum exemplar.

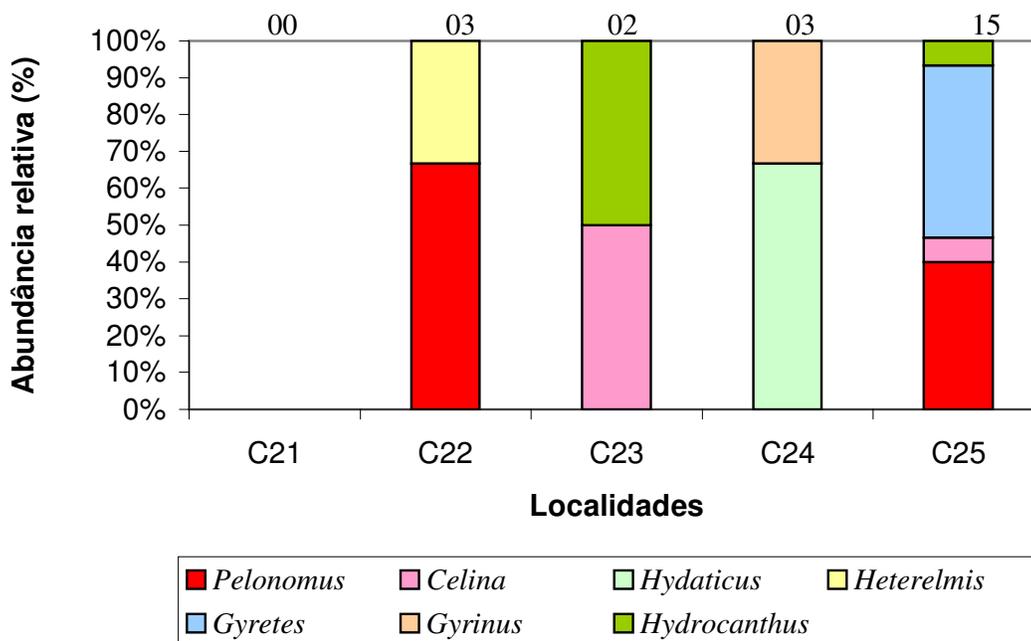


Figura 21. Relação da participação relativa dos gêneros nos córregos impactados. Legenda: segue Tabela II.

As menores riqueza e abundância, com quatro indivíduos coletados para dois gêneros, foram obtidas nos córregos em plantações de eucalipto. Dos quatro córregos estudados somente em dois córregos foram coletados exemplares de coleópteros aquáticos, sendo um exemplar de Dryopidae no córrego C31e três espécimes de *Heterelmis* no C33.

Análises Quantitativas

Buscando comparar as áreas referência e impactadas foram calculados os valores das médias e o desvio padrão dos índices de diversidade de Shannon e de equidade (Tabela X).

Tabela X. Valores das médias e desvio padrão (DP) dos Índices de Diversidade (H') e Equidade (J) para as quatro áreas amostradas.

Pontos	Média H'	DP H'	Média J	DP J
Cana-de-açúcar	1,10	0,31	0,90	0,09
Eucalipto	*	*	*	*
Pastagem	1,55	0,68	0,84	0,12
Áreas referências	2,47	0,54	0,73	0,14

* Nas áreas com plantações de Eucalipto os indivíduos coletados foram insuficientes para calcular os dois índices.

Como esperado, os valores mais altos para o índice de diversidade foram registrados nas áreas de referência (2,47) e o menor valor na área com cultivo de cana-de-açúcar (1,10).

Os valores do índice de equidade foram mais elevados nas áreas de cana (0,90), pasto (0,84) e menor nas áreas de referência (0,73), devido a elevada dominância de *Heterelmis* e *Hexacylloepus* nestas áreas.

6. DISCUSSÃO

6.1. Análise das áreas de Referência

Vários fatores ambientais regulam a ocorrência e a distribuição dos invertebrados aquáticos. Neste estudo, de maneira geral, os resultados das análises dos fatores abióticos não indicaram muita variação entre os diferentes córregos das seis Unidades de Conservação. Entretanto, algumas exceções merecem ser ressaltadas em relação aos valores de pH, ácido nas águas do córrego Pé de Gigante (PEV) e alcalinos nas águas dos córregos do Parque Estadual de Intervales; nestes córregos observou-se também condutividade elétrica elevada.

A condutividade elétrica é uma expressão numérica da capacidade da água conduzir corrente elétrica, a qual indica a quantidade de sais existentes no sistema, portanto, é dependente das concentrações iônicas e da temperatura (CETESB, 2003). Os principais íons em águas continentais, diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica, são: cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloretos (Wetzel, 1983).

Isto explica os altos valores de condutividade elétrica e de pH observados nos córregos do Parque Estadual de Intervales, os quais refletem a composição dos solos da Serra Paranapiacaba, que são caracterizados como solos cársticos, com afloramentos de calcário (Mantovani, 1994), que contribuem para o aumento da concentração de íons de bicarbonato dissolvidos nas águas, que tornam as águas alcalinas, refletindo nos valores elevados de condutividade elétrica. Em águas naturais podem ser encontrados íons bicarbonatos e seus compostos, originários da dissolução das rochas de carbonato, que determinam as características químicas das águas (Allan, 1995).

Segundo Hutchinson (1957) os valores de pH da água dos rios são influenciados pela composição do solo da bacia de drenagem. Em geral as águas lóticis brasileiras apresentam valores de pH com tendência de neutra a ácida (Maier, 1978). O caráter mais ácido das águas do córrego Pé de Gigante refletem o predomínio de solos ácidos na região do Parque Estadual de Vassununga (Batalha, 1997).

O oxigênio dissolvido é considerado uma das mais importantes variáveis limnológicas, tanto para a caracterização de ambientes aquáticos, quanto para a manutenção da vida aquática. Nos córregos aqui estudados, em geral o oxigênio dissolvido foi alto.

Em ambientes lóticos, sob circunstâncias normais, as concentrações de oxigênio são altas (Maier, 1987). Em decorrência da baixa profundidade e do movimento constante, as águas dos córregos são, em geral, bem oxigenadas, mesmo na ausência de plantas verdes (Odum, 2001). A temperatura da água é uma variável que tem relação direta com o teor de

oxigênio dissolvido, as temperaturas mais elevadas ocasionam no decréscimo do oxigênio (Wetzel, 1983).

Segundo Matheus & Tundisi (1988), a temperatura da água é definida através do aquecimento direto dos raios solares e do indireto, através da insolação do solo, e relaciona-se com o tipo de substrato por onde a água escoar. Alguns fatores fisiográficos estão indiretamente relacionados com a estruturação da comunidade aquática, através da variação da temperatura, tais como: latitude, altitude, gradiente longitudinal do rio e sombreamento da mata ciliar (Karr & Schlosser, 1978). Nos locais onde não há vegetação ripícola, os sistemas ficam mais expostos à radiação solar direta e, a temperatura da água tende a ser mais elevada nos horários mais quentes do dia (Wetzel & Likens, 1991). Neste estudo a temperatura da água variou de acordo com a região geográfica, as águas mais frias no PECJ.

A ausência da vegetação ripícola e cobertura do dossel, separou os córregos Necapedro, Marins 1 e Marins 2 do Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus dos demais córregos estudados. Além disso, estes córregos estão sob influência do entorno, onde estão localizadas grandes fazendas de gado que ameaçam a integridade física dos córregos próximos as divisas do parque, uma vez que os animais entram no Parque para pastagem e dessedentação. Neste Parque a vegetação natural em melhor estado de conservação está restrita as áreas mais interiores. A preservação da zona ripária é fundamental para a manutenção da morfologia do rio e para a contenção do processo erosivo das margens, além de aumentar o aporte de material alóctone como folhas, troncos e frutos, os quais contribuem para o aumento da heterogeneidade ambiental e conseqüentemente para a maior disponibilidade de alimentos e de habitats a serem colonizados (Kikuchi & Ueida, 1998; Vannote *et al.*, 1980; Hynes, 1970).

Os resultados de riqueza e abundância de espécies de Coleoptera obtidos neste trabalho seguiram padrões similares relatados na literatura de coleópteros aquáticos de ambientes

lóticos de baixa ordem, nos quais alguns autores destacam Elmidae como os habitantes mais comuns e numerosos nesses ambientes (Brown, 1987; Spangler, 1981).

A grande quantidade de representantes da família Elmidae nos córregos amostrados ocorre devido às inúmeras adaptações desses insetos às limitações físicas impostas pelo ecossistema lótico, que incluem: adaptações fisiológicas (respiração por plastrão); morfológicas (tamanho do corpo reduzido e garras tarsais desenvolvidas) e comportamentais (dispersão, seleção de microhabitats). Outras famílias como Psephenidae também são restritas de ambientes lóticos e, dependem de substrato duro para se fixarem, as larvas possuem o corpo achatado e permanecem agarradas nesses substratos (Brown, 1987; Ward, 1992).

Neste estudo, outras famílias com poucos representantes de sistemas lóticos de baixa ordem também foram encontradas tais como: Hydrophilidae e Noteridae, em geral ocupando áreas de remanso.

A abundância dos gêneros *Heterelmis* e *Hexacylloepus*, ambos da família Elmidae, pode ser explicada também por algumas características dos ambientes amostrados, córregos de baixa ordem com leito duro, presença de pedras, pedregulhos, e depósito de folheto, locais preferidos desses grupos (Brown, 1987; Hynes, 1970). Enquanto que a presença dos táxons *Helichus* e *Desmopachria* em córregos da EEC deve ser associada ao acúmulo de detritos, madeira e frutos encontrados ao longo dos trechos amostrados.

A dominância observado nos córregos estudados é decorrente das características ambientais dos córregos, e disponibilidade de recursos alimentares (Merritt & Cummins, 1996; Resh & Rosenberg, 1984) e a categoria alimentar (raspadores) desses coleópteros.

6.2. Análise das áreas impactadas

Nas áreas impactadas pelas plantações de cana-de-açúcar, eucalipto e pastagem observa-se a retirada da vegetação ripícola e conseqüentemente as alterações na fauna que coloniza os ambientes aquáticos, embora os resultados das variáveis físicas e químicas analisadas durante este estudo não indicaram muitas diferenças nos valores se comparado com os córregos nas áreas de referência (Unidades de Conservação).

A única variável que chama atenção é a temperatura, cujos valores, no geral, foram superiores aqueles dos córregos das áreas de referência. Isto se deve ao desmatamento, assim esses ambientes ficam expostos à radiação solar direta. Vale ressaltar também, que os córregos dessas áreas impactadas são predominantemente de fundo arenoso, talvez decorrente de maior entrada de partículas inorgânicas do entorno.

A condição de ausência da vegetação ripícola proporciona uma intensificação do carregamento de partículas leves (areia e silte) para o leito dos córregos (Ferreira & Casatti, 2006), dificultando o estabelecimento de organismos dependentes de substratos duros, tais como, as larvas da família Elmidae que vivem associado a seixos, troncos e pedregulhos (Spangler, 1981) e favorecendo outras espécies, como as espécies de *Berosus*, da família Hydrophilidae que toleram grande aporte de sólidos inorgânicos (Ward, 1992).

Estudos realizados por Corbi (2006) em córregos situados em áreas abertas com atividade canavieira e pastagens registram valores elevados de sólidos em suspensão decorrentes da ausência da mata ripícola, que intensifica a entrada desses materiais.

Neste estudo verifica-se a conseqüência da retirada da vegetação ripícola na composição dos coleópteros em todos os ambientes. Os resultados das análises indicaram diferenças na composição faunística nesses córregos com menores abundâncias e riqueza taxonômica.

A menor riqueza de coleópteros aquáticos encontrada nas áreas de monocultura e pastagens provavelmente reflete o impacto provocado por estas atividades. Esses impactos eliminam os gradientes ambientais que ligam o ambiente aquático ao terrestre e diminuem a riqueza da fauna/flora local porque homogeneízam os ambientes, diminuindo a disponibilidade de recursos (O'Connor, 1991; Zwick, 1992).

Com a supressão da vegetação ripícola e conseqüente aumento de incidência de luz no substrato, ocorre uma substituição da base alóctone pela autóctone com fonte energética para a biota aquática, sendo provável que determinadas espécies sejam excluídas.

Neste presente estudo os resultados obtidos, demonstraram a importância da presença da mata ciliar, que garantiu uma maior variedade faunística nos córregos de mata. A diversidade de formações vegetais das matas ciliares é de fundamental importância para uma maior variedade faunística, visto que nas florestas de eucalipto encontramos menor número de táxons. Vários estudos têm investigado os efeitos das plantações de eucalipto na estrutura e na diversidade natural das comunidades (Pozo, 1993; Canhoto & Graça, 1995; Callisto, Barbosa & Moreno, 2002). Alguns autores como por exemplo: Sabará (1994) demonstrou que a monocultura de eucalipto produz uma matéria alóctone de baixo valor nutricional em comparação as florestas que provavelmente diminui a diversidade dos córregos, entretanto Guerra (1997), relata que o principal impacto nos córregos e conseqüentemente na diversidade é a contaminação pelos fertilizantes e agrotóxicos usados no manejo da cultura.

A conversão de florestas nativas em pastagens é tida como um impacto relativamente menos perturbador ao ambiente aquático do ponto de vista químico, uma vez que pastagens não sofrem nenhum tipo de adubação ou aplicações de pesticidas. Outro fator importante é a expansão da área de gramíneas nas margens, que acarretam em mudanças na estrutura da fauna e cria novos habitats. Neste estudo constatamos a substituição dos indivíduos da família Elmidae, por exemplares de outras famílias tais como: Dytiscidae, Noteridae e

Hydrophilidae. Segundo trabalhos realizados por Spangler (1981) e Ferreira-Jr *et al.* (1998), Dytiscidae e Noteridae estão associados a plantas aquáticas, utilizando-as para oviposição (endofítica e epifítica) e/ou pupação. A ocorrência dos gêneros da família Dytiscidae tais como: *Laccophilus*, que possuem valvas genitais que permitem fazer uma série de incisões nos tecidos vegetais, para a deposição dos ovos, e *Desmopachria* que não possuem valvas genitais adaptadas para perfurar, mas aderem os ovos às superfícies as plantas; e a ocorrência dos gêneros da família Noteridae: *Hydrocanthus* e *Suphisellus* que pupam em casulos aderidos aos tecidos das plantas aquáticas, confirmam os estudos anteriores. Diferentemente, alguns exemplares de Hydrophilidae utilizam a vegetação, possivelmente como fonte de alimento, já que adultos da maioria das espécies de Hydrophilidae são herbívoras. Dessa maneira, a presença de pelo menos alguns coleópteros aquáticos nestes córregos parece estar diretamente relacionada à vegetação marginal dos corpos d'água.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre todos os descritores ambientais analisados neste estudo a presença das matas ciliares foi a mais significativa na composição e estruturação da fauna dos coleópteros de sistemas lóticos de baixa ordem. Com relação aos demais descritores não encontramos muita variação entre os córregos de referência e os impactados.

As matas ciliares devido à sua distribuição e importância peculiares têm papel fundamental na estruturação e dinâmica das áreas de contato entre os ambientes terrestres e aquáticos continentais, mas apesar de contar com a proteção legal nos níveis Federal (Brasil, 1965) e Estadual (São Paulo, 1989), continua a ser devastada, principalmente sob pressão da expansão agro-industrial. Essas formações já não ocorrem mais de modo contínuo ao longo dos rios do Estado de São Paulo, e as áreas remanescentes estão muito fragmentadas e sob forte pressão antrópica.

Em vista desta gravíssima condição de preservação e da sua crescente degradação com o conseqüente comprometimento da qualidade ambiental das bacias hidrográficas, é urgente o desenvolvimento de modelos para a recuperação das matas ciliares no Estado de São Paulo que considerem a reabilitação de suas características estruturais e funcionais, retenção de nutrientes e sedimentos, alta produtividade, hábitat para ocupação e regeneração de espécies.

Com relação a distribuição dos coleópteros nos córregos em áreas de referência, evidenciou:

- foram coletados nessas áreas 1506 exemplares de coleópteros e identificados 44 gêneros;
- a família Elmidae teve maior representatividade em quase todos os pontos de coleta (exceção na Estação Ecológica de Caetetus), tanto em abundância como em riqueza taxonômica;

- entre os Elmidae os gêneros *Heterelmis* e *Hexacylloepus* representaram maior abundância total;

Com relação à distribuição dos coleópteros nos córregos em áreas impactadas evidenciou:

- foram coletados nessas áreas 87 exemplares de coleópteros e identificados 17 gêneros;
- a família Elmidae foi substituída pela família Hydrophilidae;
- o gênero *Berosus* representou 28,73 % da abundância total;

Através deste trabalho pôde-se constatar que coleópteros aquáticos podem servir como indicadores importantes para o estudo, compreensão, preservação e integridade das matas ciliares, que devem ser consideradas como sistemas vegetais de grande diversidade biológica e de difícil recuperação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J.D. **Stream Ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995. 388p.

ALLAN, J.D & FLECKER, A.S. Biodiversity conservation in running water. Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. **BioScience** **43**(1): 32-43, 1993.

ARCHANGELSKY, M. Coleoptera. In: FERNÁNDEZ, H.R. & DOMINGUEZ, E. (Eds). **Guia para Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos**. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. San Miguel de Tucumán, 2001. p. 131-153.

ARRUDA, J.J.A. **História: moderna e contemporânea**. São Paulo: Ática, 1996.472p.

AZNAR, C & ADAMS, C. Valoração econômica do Parque Estadual do Morro do Diabo (Pontal do Paranapanema - SP). In: **III Congresso Brasileiro de Unidade de Conservação**. Fortaleza, Rede Nacional Pró Unidades de Conservação/Fundação O Boticário/ Associação Caatinga, 2002. p.745-753.

BACHMANN, A.O. Claves para determinar las Familias, las Subfamilias y los Generos de Hydrophiloidea Acuaticos, y las especies de Hydrophilinae, de la Republica Argentina (Coleoptera). **Revista de la Sociedad Entomologica Argentina** **40**(1-4):1-9, 1981.

BAILEY, R.C; NORRIS, R.H & REYNOLDSON, T.B. **Bioassessment of freshwater ecosystems using the reference condition approach**. Springer, 2003.170p.

BATALHA, M.A. **Análise da vegetação da ARIE cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 1997. 185p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BENETTI, C. J; CUETO, J.A.R & FIORENTIN, G.L. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves de identificação. **Biota Neotropica** 3(1):1-20, 2003.

BENETTI, C.J; FIORENTIN, G.L; CUETO, J.A.R & NEISS, U.G. Chaves de identificação para famílias de coleópteros aquáticos ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** 1(1):24-28, 2006.

BERTRAND, H.P.I. **Larves et nymphes des coléoptères aquatiques du globe**. F. Paillart, Abbeville. 1972.

BISPO, P.C & OLIVEIRA, L.G. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: NESSIMIAN, J.L & CARVALHO, A.L (Eds). **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.Série Oecologia Brasiliensis. v.5, 1998. p.175-189.

BRITO, M.C.W; VIANNA, L.P; AZEVEDO, C.M.A; FONSECA, F.P; MENDONÇA, R.R. & CARVALHO, D.M.D. Unidades de conservação. In: BRITO, M.C.W & JOLY, C.A.

(Eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX**, São Paulo, FAPESP, 1999. p. 7-46.

BROWN, H. P. A key to the Dryopid genera of the New World (Coleoptera, Dryopoidea). **Entomological News** **81**: 171-175, 1970.

BROWN, H. P. A distributional survey of the world genera of aquatic dryopoid beetles (Coleoptera: Dryopidae, Elmidae and Psephenidae Sens. Lat). **Pan- Pacific Entomologist** **57** (1): 133-148, 1981.

BROWN, H. P. Biology of riffle beetles. **Ann. Rev. Entomology** **32**:253-273, 1987.

BROWN JR, K.S & BROWN, G.G. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: WHITMORE, T.C & SAYER, J.A. **Tropical Deforestation and Species Extinction**. Chapman & Hall, Chapter 6, 1992. p. 119-142.

CALLISTO, M; BARBOSA, F.A & MORENO, P. The influence of *Eucalyptus* Plantation on the macrofauna associated with *Salvinia auriculata* in southeast Brazil. **Braz. J. Biol.** **62** (1): 63-68, 2002.

CAMPOS, F.P. O Parque Estadual de Intervales e o serviço de áreas naturais protegidas. In: **Intervales/Fundação para a Conservação a Produção Florestal do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 1994. p. 11-19

CANHOTO, C & GRAÇA, M.A.S. Food value of introduced eucalyptus leaves for a Mediterranean Stream detritivore: *Tipula lateralis*. **Freshwater Biology** **34**: 209-214, 1995.

CASATTI, L; LANGEANI, F & CASTRO, R.M.C. Peixes do riacho do Parque Estadual do Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, SP. **Biota Neotropica** **1**(1): 1-15, 2001.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 263p.

COMPEN, A & CÉRÉGHINO, R. Sensitivity of aquatic insect species richness to disturbance in the Adour-Garonne stream system (France). **Ecological Indicators** **3**:135-142, 2003.

CORBI, J.J. **Influência de práticas de manejo de solos sobre os macroinvertebrados aquáticos de córregos: ênfase para o cultivo de cana-de-açúcar em áreas adjacentes**. 2006. 93p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

COSTA, C; VANIN, S & CASARI-CHEN, A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 1988. 447 p.

COSTA, C & IDE, S. Coleoptera. In: COSTA, C; IDE, S & SIMONKA, C.E (Eds). **Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação**. Holos Editora. Ribeirão Preto, São Paulo. 2006. p.107-145.

CROWSON, R.A. **The Biology of the Coleoptera**. Academic Press, New York. 1981. 802 p.

CUMMINS, K.W. Trophic relations of aquatic insects. **Annual Review of Entomology**. v. 18, p.183-206, 1973.

DINIZ-FILHO, J.A.F; OLIVEIRA, L.G & SILVA, M.M. Explaining the beta diversity of aquatic insects in “cerrado” streams from Central Brazil using multiple Mantel Test. **Revista Brasileira de Biologia** **58** (2): 223-231, 1998.

DURIGAN,G; FRANCO, G.A.D.C; SAITO, M & BAITELLO, J.B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica de Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(4): 371-383, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Monocultura**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>> Acesso em: 21 de novembro de 2006.

EPLER, J. H. **Identification manual for the water beetles of Florida**. State of Florida Department of Environmental Protection. Division of Water Facilities, Tallahassee, Florida. 1996.

FENTON, M.B; WHITAKER JR, J.O; VONHOF,M.F; WATERMAN, W.A & PEDRO, I.M.S. The diet of bats from Southeastern Brazil: the relation to echolocation and foraging behavior. **Revista Brasileira de Zoologia** **16** (4): 1081-1085, 1999.

FERREIRA, C.P & CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**(3): 642-651, 2006.

FERREIRA-JR, N; MENDONÇA, E.C; DORVILLÉ, L.F.M & RIBEIRO, J.R.I.
Levantamento preliminar e distribuição de besouros aquáticos (Coleoptera) na restinga de Marica, RJ. In: NESSIMIAN, J.L & CARVALHO, A.L (Eds). **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.Série Oecologia Brasiliensis.v.5, 1998 .p.129-140.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLANTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica**. São Paulo. 2000.

GUERRA, C. B. **Environment and work in the *Eucalyptus* world: a case study form the Piracicaba River region, in Minas Gerais, Brazil**. Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de *Eucalyptus*. Salvador, 1997. p. 17-24.

GUIX, J.C. Intervalos, a plenitude da Mata Atlântica. In: **Intervalos/Fundação para a Conservação a Produção Florestal do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 1994. p. 22-35 .

HILSENHOFF, W.L. **Use of arthropods to evalute water quality of streams**. Technical Bulletin. N°100. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin, USA, 16p, 1977.

HINTON, H.E. Descriptions and figures of new Brazilian Dryopidae (Coleoptera). **The Entomologist 69**: 283-289, 1936.

HUTCHINSON, G.E. **A Treatise on limnology**. John Wiley & Sons. New York . 1957. 1115p.

HYNES, H.B.N. **The Ecology of Running Waters**, University of Toronto Press. 1970. 555p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Área Plantada dos principais produtos das lavouras temporárias das Grandes Regiões e Unidades da Federação, 2003**. Disponível em :<<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 janeiro de 2006.

IPÊ AMBIENTAL. **Principais Unidades de Conservação Existentes**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>> Acesso em: 12 julho de 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Plantações no Sudeste**. Disponível em: <<http://www.ibge.br>> Acesso em: 21 de novembro de 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA- Análise de Indicadores do Agronegócio v.01. n. 9. setembro/2006.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em 22 junho de 2006.

JÄCH, M.A. Annotated check list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world (Coleoptera). **Water Beetles of China 2**: 25-42. 1998.

JOLY, C.A; SPIGOLON, J.R; LIEBERG, S.A; SALIS, S.M; AIDAR, M.P.M; METZGER, J.P.W; ZICKEL, C.S; LOBO, P.C; SHIMABUKURO, M.T; MARQUES, M.C.M & SALINO, A. Projeto Jacaré Pepira – O desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional.. In: RODRIGUES, R.R & LEITÃO-FILHO, H.F (Eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Edusp, 2001. p.271-287.

KARR, J.R & SCHLOSSER, I.J Water resources and the landwater interface. **Science**, v. 201, p. 229-234, 1978.

KIKUCHI, R.M & UIEDA, V.S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J.L & CARVALHO, A.L (Eds). **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.Série Oecologia Brasiliensis.v.5, 1998 .p.157-173.

KORMAN, V. **Proposta de interligação das Glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. 131p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KOVACH,W.L. **MVSP version 3.1**. Kovach Computing Services, Anglesey. 2000.

LAWRENCE, J.F. Coleoptera. In: Stehr, F.W (Ed). **Immature Insects**. Vol.2. Kendall/Hunt Publishing Co. 1991. p.144-658.

LAWRENCE, J.F & NEWTON JR, A.F. Families and Subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). In: PAKALUK, J &

SLIPINSKI, S.A (Eds). **Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera**. Pap. Cel, Birthday of Roy A. Crowson. 1995. p. 779-1006.

LEECH, H.B & CHANDLER, H.P. Coleoptera. In: USINGER, R.L. (Ed). **Aquatic Insect of California: with keys to North American genera and California species**. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London. 1956. p. 293-376.

LECCI, L.S. **Conteúdo estomacal de *Cetopsorhamdia iheringi* (Siluriformes: Heptapteridae) na bacia do ribeirão Bom Jesus, extremo norte do estado de São Paulo, Brasil**: com proposta de classificação para o hábito alimentar. 2005. 17 p. Monografia. Universidade de Franca, Franca.

LOGAN, P & BROOKER, M.P. The macroinvertebrate faunas of riffles and pools. **Water Research**, v.17, n.3, p. 263-270, 1983.

MACHADO, I.M.C.P. Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: H.I. MARTOS & N.B. MAIA (Eds). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: PUC/Shell Brasil. 1997. p.15-21.

MAGURRAN, A.E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, 2004. 236 p.

MAIER, M.H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. **Boletim do Instituto de Pesca** 5: 75-90, 1978.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira: qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, v.39, n.2, p.164-185, 1987.

MANTOVANI, W. A Paisagem Dinâmica. In: **Intervales/Fundação para a Conservação a Produção Florestal do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 1994. p.81-100.

MANZO, V. A New species of *Macrelmis* Motschulsky from Argentina (Coleoptera: Elmidae). **Aquatic Insects** **25**(3): 169-175, 2003.

MANZO, V. Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **40**(3): 201-208, 2005.

MATHEUS, C.E & TUNDISI, J.G. Estudo físico-químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo (Broa). In: TUNDISI, J.G (Ed). **Limnologia e manejo de represas**, série: Monografia em limnologia. v.1, n.1 1988 .p.417-471.

MERRITT, R.W & CUMMINS, K.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**, 3rd ed., Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 1996. 862 p.

MILLER, K.B. Four new species of *Desmopachria* Babington from Peru (Coleoptera: Dytiscidae). **Zootaxa** **1059**: 39-47, 2005.

MORELLATO, L.P.C; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, p. 786-792, 2000.

MYRES, N; MITTERMEYER, R.A; FONSECA, G.A.B & KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403**: 853-858, 2000.

MOZAMBANI, A.E; PINTO, A.S; SEGATO, S.V & MATTIUZ, C.F.M. História e morfología da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V; PINTO, A.S; JENDIROBA, E & NÓBREGA, J.C.M. (Eds). **Atualização em produção de Cana-de-açúcar**. Piracicaba. 11-18p. 2006.

O'CONNOR, N.A. The effects of habitat complexity on the macroinvertebrates colonizing wood substrates in a low land stream. **Oecologia 85**: 505-512, 1991.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 927p.

OLIVEIRA, L.G; BISPO, P.C & SÁ, N.C. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 14** (4):867-876, 1997.

PASSOS, M. I. S & FELIX, M. A new species of *Macrelmis* Motschulsky from Southeastern Brazil (Coleoptera: Elmidae: Elminae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment 39**(1): 49-51, 2004a.

PASSOS, M.I.S & FELIX, M. Description of a new species of *Cylloepus* Erichson from southeastern Brazil (Coleoptera, Elmidae). **Revista Brasileira de Entomologia 48**(2): 181-183, 2004b.

PECKARSKY, B.L; FRAISSINET, P.R; PENTON, M.A & CONKLIN, D.J. **Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America**. Cornell University Press. New York. 1990.442p.

PENNAK, R.L. **Freshwater invertebrates of the United States**, 2 nd. John Wiley and Sons, New York. 1978. 803p.

PETTS, G & CALOW, P. **River Biota – Diversity and dynamics**. London: Blackwell, 1996. 257p.

POZO, J. Leaf litter processing of alder and eucalyptus in the Aguera Stream System (North Spain) I. Chemical changes. **Archiv fur Hydrobiologia 127**: 299-317, 1993.

PRIMACK, R. B & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Editora Midiograf, Londrina, 2001. 327p.

RESH, V.H & ROSENBERG, D.M. **The ecology of aquatic insects**. New York. Praeger Publishers, 1984. 625 p.

RIBERA, I. Biogeography and conservation of Iberian water beetles. **Biological Conservation**, v 92, p 131-150, 2000.

RIBERA, I; AGUILERA, P; HERNANDO, C. Y & MILLÁN, A. Los coleópteros acuáticos de la península Ibérica. **Quercus 201**, 38-42, 2002.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2.ed. Rio de Janeiro. Âmbito Cultural Edições, 1997. 747 p.

ROCHA, F.T. **Levantamento florestal da Estação Ecológica de Caetetus como subsídios para laudo de desapropriação ambiental**. 2003. 156p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSS, J.L.S & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

SABARÁ, M.G. **Avaliação dos impactos do plantio de *Eucalyptus spp.* sobre dois lagos naturais no médio Rio Doce, MG: proposta de mitigação e manejo**. 1994. 156p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Viçosa.

SCHROEDER-ARAÚJO, L.T. Estudo Limnológico e climático da região do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, com vista ao povoamento com truta arco-íris, *Salmo irideus* Gibbons. **Instituto Brasileiro de Pesca 13(2): 63-76, 1986.**

SHIDA, C.N. **Levantamento da distribuição espacial e temporal dos elementos da paisagem e seus determinantes, na região dos municípios de Luiz Antônio e Santa Rita do Passa Quatro (SP), como subsídio ao planejamento ambiental**. 2000. 114 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

S.M.A – Secretaria do Meio Ambiente. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. Parte II. Interior. São Paulo. 1998. 30p.

SPANGLER, P.J. Coleoptera. In: HURLBERT, S.H; RODRIGUEZ,G & SANTOS, N.D. (Eds). **Aquatic Biota of Tropical South America. Part 1. Arthropoda**. San Diego State University. San Diego, California, 1981. p. 129-220.

SPANGLER, P.J. A revision of the Neotropical aquatic beetle genus *Stegoelmis* (Coleoptera: Elmidae). **Smithsonian Contributions to Zoology 502**. 52p, 1990.

STANFORD, J.A & WARD, J.V. Insect species diversity as a function of environmental variability and disturbance in stream systems. In: BARNES,J.R. & MINSHALL, G.W (Eds). **Stream ecology application and testing of general ecological theory**. Plenum press, New York. 1983. p. 265-278.

STATZNER, B; HIGLER, B. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. **Freshwater Biological** , v. 16, p. 127-139, 1986.

STRAHLER, H.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions 33**: 913-920, 1957.

TER BRAAK, C.J.F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology 67** (5): 1167-1179, 1986.

TROPMAIR, H. **Geossistemas e Geossistemas Paulistas**. Rio Claro. 2000. 107 p.

VANNOTE, R.L; MINSHALL, G.W; CUMMINS, K.W; SEDELL, J.R & CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 37: 130-137, 1980.

VELOSO, H.P; RANGEL FILHO, A.L.R; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 1991.

VIANA, V.M & TABANEZ, A.A.J. Biology and Conservation of Forest Fragment and Conservation of Forest fragment in the Brazilian Atlantic . In: SCHELLAS.J & GREENBERG. R (Eds). **Tropical Landscapes**. Washington .D.C. Island Press: 151-167.,1996.

XAVIER, D.F. **Inventário parcial de aves e mamíferos do Vale do Bom Jesus: município de Pedregulho-SP**. 1990 . Monografia. Universidade de Franca, Franca.

WARD, J.V. **Aquatic Insect Ecology. 1. Biology and Habitat**. John Wiley & Sons, Inc. 1992. 438 p.

WETZEL, R.G. **Limnology**. Washington: Saunders College Publ., 1983. 919p.

WETZEL. R.G.& LIKENS, G.E..**Limnological analyses**. New York: Springer-Verlag. 1991. 391p.

WHITE, D. S & BRIGHAM. Coleoptera. In: MERRITT, R.W & CUMMINS, K.W. (Eds). **An Introduction to the Aquatic Insect of North America**. 3rd ed., Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubaque, Iowa. 1996. p. 399-473.

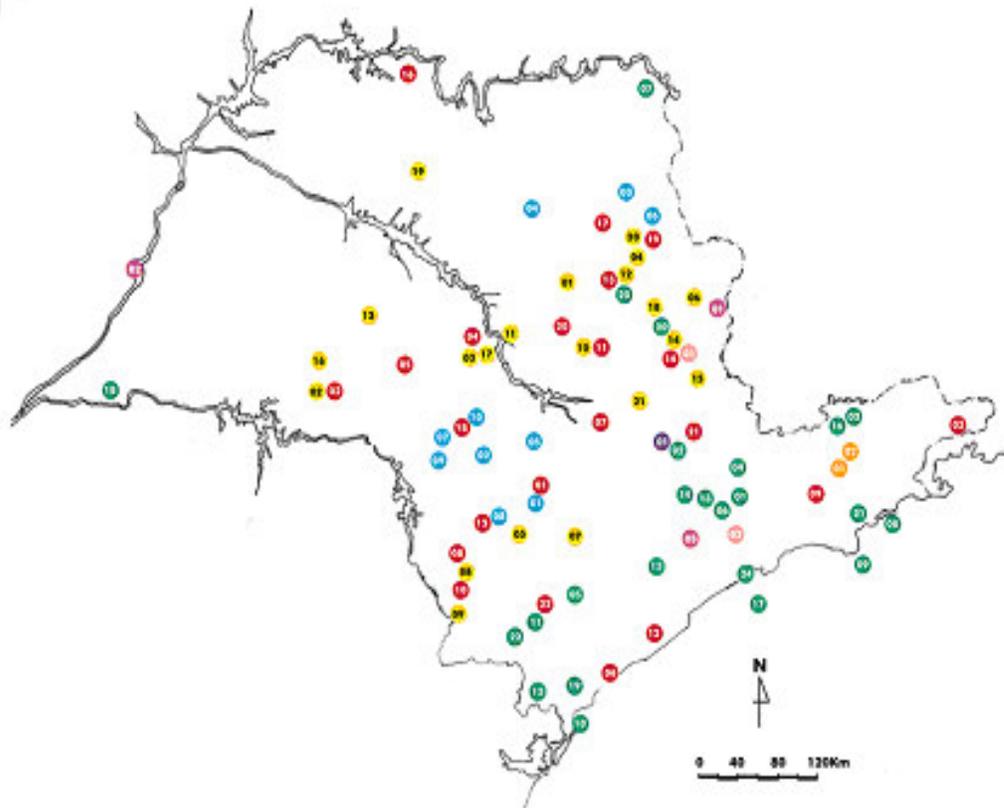
ZWICK, P. Stream habitat fragmentation – a threat to biodiversity. **Biodiversity Conservation 1**: 80-97, 1992

ANEXOS

I. Mapa da localização geográfica das Unidades de Conservação Estaduais Paulistas.

II. Composição taxonômica dos coleópteros nas áreas de referência (UC).

III. Composição taxonômica dos coleópteros nas áreas impactadas.



Estações Ecológicas	Estações Experimentais	Parques Estaduais	Florestas Estaduais
01. ANGATUBA 02. ASSIS 03. BANANAL 04. BALRUI 05. CAETETUS 06. CHALUÁS 07. IBICATU 08. ITABERÁ 09. ITAPETI 10. ITAPEVA 11. ITIRAPINA 12. JURÉIA-ITATINS 13. JATUÍ 14. MOGI-GUAÇU 15. PARANAPANEMA 16. PAULO DE FARIA 17. RIBEIRÃO PRETO 18. SANTA BÁRBARA 19. SANTA MARIA 20. SÃO CARLOS 21. VALINHOS 22. XITUÉ	01. ABAQUARA 02. ASSIS 03. BALRUI 04. BENTO QUIRINO 05. BUJÍ 06. CASA BRANCA 07. ITAPETININGA 08. ITAPEVA 09. ITARARÉ 10. ITIRAPINA 11. JAU 12. LUÍZ ANTÔNIO 13. MARÍLIA 14. MOGI-GUAÇU 15. MOGI-MIRIM 16. PARAGUAÇU PAULISTA 17. PEDERNEIRAS 18. SANTA RITA DO P. QUATRO 19. SÃO JOSÉ DO RIO PRETO 20. SÃO SIMÃO 21. TUPÍ	01. ALBERTO LÖEFREN 02. ARA 03. CAMPOS DO JORDÃO 04. CANTAREIRA 05. CARLOS BOTELHO 06. FONTES DO IPRANGA 07. FURNAS DO BOM JESUS 08. ILHA ANCHIETA 09. ILHABELA 10. ILHA DO CARDOSO 11. INTERVALES 12. JACUPRANGA 13. JARAGUÁ 14. JUQUERÊ 15. JURUPARÁ 16. MANANCIAS DE C. DO JORDÃO 17. MARINHO DA LAJE DE SANTOS 18. MORRO DO DIABO 19. PARQUEIRA ABAIXO 20. PORTO FERREIRA 21. SERRA DO MAR 22. TURÍSTICO DO A. RIBEIRA 23. VASSUNUNGA 24. XIROVA, JAPUÍ	01. ANGATUBA 02. AWARE 03. BATATAIS 04. BEBEDOURO 05. BOTUCATU 06. CAJURÚ 07. MANDURÍ 08. PARANAPANEMA 09. PIRAJUÍ 10. STA. BÁRBARA DO R. PARDO Reservas Estaduais 01. ÁGUAS DA PRATA 02. LAGOA SÃO PAULO 03. MORRO GRANDE Vivários Florísticos 01. PINDAMONHANGABA 02. TAUBATÉ Reservas Biológicas 01. MOGI-GUAÇU 02. PARANAPACÁBA Parques Ecológicos 01. MONSENHOR JOSÉ SALIM

Anexo I. Mapa da localização geográfica das Unidades de Conservação Estaduais Paulistas
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente.

Anexo II. Composição taxonômica dos coleópteros nas áreas de referência (UC). Legenda segue Tabela III e IV.

Táxons	PECJ					PEV		PEI			PEMD			EEC	PEFBJ					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Chrysomelidae tipo 1															1					
Dryopidae																				
<i>Helichus</i>	1				1									46						3
<i>Pelonomus</i>					3		2		1	1				6						
Dytiscidae																				
<i>Bidessonotus</i>																	1			
<i>Desmopachria</i>	1													23			1			
<i>Ilybius</i>												1			1					
<i>Laccodytes</i>						3														
<i>Laccophilus</i>												1		5						
<i>Liodessus</i>												1		1						
<i>Rhantus</i>																			1	
Elmidae																				
<i>Austrolimnius</i>	45	22	8	8	2						1									
<i>Cylloepus</i>	19	2	2	3	1	2						1	2	3		11	1	2		
<i>Heterelmis</i>	31	3	24	12	22	5	194	6	3	8	25	48	10	20		27		11	20	30
<i>Hexacylloepus</i>	36	5	65	46	29		24	33	3	41		4		4	1	4				26
<i>Huleechius</i>	4															1				
<i>Macrelmis</i>	1	2			1						5	48	13			4	1	4		4
<i>Macronychus</i>						1														1
<i>Microcylloepus</i>	9	1		3	2			4	2	1		1		1		1		1		
<i>Neelmis</i>	15	9	9	10	4	2		8	1			1							15	
<i>Ordobrevia</i>	1																			
<i>Phanocerus</i>		1	2	1	2			5		5				6						
<i>Promoesia</i>	2		2		1															
<i>Stegoelmis</i>	1	3	2																	

<i>Stenelmis</i>			1		1	3												5		
<i>Xenelmis</i>	6		39	8	4	2														9
<i>Zaitzevia</i>											1									
Gyrinidae																				
<i>Gyretes</i>						2				14	2	4								
Hydraenidae																				
<i>Hydraena</i>																				2
Hydrophilidae																				
<i>Anacaena</i>		1	2	6									2							
<i>Berosus</i>															1	1	1			
<i>Derallus</i>											1									
<i>Helocombus</i>											1		1							
<i>Laccobius</i>												1								
<i>Tropisternus</i>							2				1									1
Lampyridae tipo 1					1															
Lutrochidae																				
<i>Lutrochus</i>			1				3	3			2	3	2							1
Noteridae																				
<i>Hydrocanthus</i>															3					
<i>Suphisellus</i>											2									
Psephenidae																				
<i>Ectopria</i>			9																	
<i>Psephenus</i>	4	2		2	4						18			3	2		3	2		
Ptilodactylidae																				
<i>Anchytarsus</i>						2		14												9
Scirtidae																				
<i>Prionocyphon</i>					1															
<i>Scirtes</i>						1														
Total	176	51	166	100	78	21	224	59	10	73	47	132	33	120	6	54	5	27	50	74

Anexo III. Composição taxonômica dos coleópteros nas áreas impactadas. Legenda segue Tabela II.

Táxons	Cana-de-açúcar					Pastagem					Eucalipto			
	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34
Curculionidae sp1									1					
Dryopidae														
Dryopidae sp1											1			
<i>Pelonomus</i>		2			6									
Dytiscidae														
<i>Celina</i>			1		1									
<i>Bidessonotus</i>									2					
<i>Desmopachria</i>						1								
<i>Hydaticus</i>				2		1								
<i>Laccophilus</i>									4	1				
<i>Liodessus</i>						2					1			
Elmidae														
<i>Heterelmis</i>		1					1			5			3	
Gyrinidae														
<i>Gyretes</i>					7									
<i>Gyrinus</i>				1							4			
Hydrophilidae														
<i>Berosus</i>						5		2	12	6				
<i>Hydrochus</i>									1					
<i>Tropisternus</i>							4							
Noteridae														
<i>Hydrocanthus</i>			1		1	2		2						
<i>Suphisellus</i>						3								
Total	0	3	2	3	15	14	5	4	20	17	1	0	3	0