

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

P 17. Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

RELATÓRIO SEMESTRAL

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
M. Sc. Pablo Vinicius C. Mathias	CRBio 44077/04-D	543020	
Esp. Cláudio Veloso Mendonça	CRBio 37585/04-D	629394	
D. Sc. Kleber do Espírito-Santo Filho	CRBio 49712/04-D	1980620	
Tiago Guimarães Junqueira	CRBio 62336/04-D	2054181	

Agosto – 2013

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	7
2.	INTRODUÇÃO	7
3.	OBJETIVOS	9
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	10
4.1.	Área de Estudo	10
4.2.	Desenho Amostral	12
4.3.	Metodologia de Coleta	13
4.3.1.	Marcação e Recaptura	13
4.3.2.	Coleta, Montagem e Conservação	13
4.3.3.	Monitoramento da população de <i>Agrias Claudina</i>	14
4.4.	Análise dos dados	14
4.4.1.	Curva de acumulação de espécies e Estimativa de Riqueza	15
4.4.2.	Índice de Diversidade de Shannon-Wiener	15
4.4.3.	Índice de Similaridade	15
4.4.4.	Curva de Rarefação	16
4.4.5.	Análise de Populações (recaptura e deslocamento)	16
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO (3ª e 4ª CAMPANHAS)	18
5.1.	Análise Geral de Diversidade	18
5.2.	Avaliação de espécies ou grupos bioindicadores	30
5.3.	Análise de Espécies recapturadas – Populações e Deslocamento	36
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
7.	REGISTROS FOTOGRÁFICOS	48
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização das unidades amostrais (módulos) definidos para a amostragem da entomofauna bioindicadora nas áreas de influência da UHE Teles Pires.	11
Figura 2. Esquema cartesiano adotado para a abordagem analítica do deslocamento da fauna de lepidópteros. P = parcelas e b = blocos.....	17
Figura 3. A) Riqueza de espécies total e B) Abundância de indivíduos total e observada na terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD referentes à UHE Teles Pires.	18
Figura 4. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observada em cada subfamília coletada durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.....	23
Figura 5. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observada em cada gênero coletado durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.	24
Figura 6. Estrutura da comunidade de Lepidoptera, independente dos módulos, observada durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento da UHE Teles Pires.....	25
Figura 7. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observados em cada um dos módulos RAPELD durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento da UHE Teles Pires.	26
Figura 8. Curva de acúmulo de espécies média (Sm) e estimada por Jack-Kniffe do tipo I (Se). Riqueza de espécies em função do: A) esforço amostral em dias de coleta e B) esforço amostral em unidades espaciais (parcelas) amostradas na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.	27
Figura 9. Curvas de acúmulo de espécies média (Sm) e estimada por Jack-Kniffe do tipo I realizadas com os dados de riqueza separados por campanha realizada nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. A) Riqueza de espécies em função do esforço amostral em dias e B) Riqueza de espécies em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas).	27
Figura 10. Análise de cluster (<i>group average link</i>) baseada na matriz de similaridade calculada por meio do índice de similaridade de Jaccard. A) Valores de riqueza observados na terceira campanha e B) Valores de riqueza observados na quarta campanha.	29
Figura 11. Diferentes categorias das espécies de borboletas indicadoras de qualidade ambiental. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observados em cada categoria. Baseado em Raimundo <i>et al.</i> (2003). .	31
Figura 12. Abundância relativa de cada espécie observada em função da frequência de registro em diferentes escalas espaço-temporais. A) Abundância relativa em função da frequência de registros em diferentes módulos e B) Abundância relativa em função da frequência de registros em diferentes parcelas ao longo das coletas realizadas na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.	31
Figura 13. Curvas de acúmulo de espécies realizadas com os dados de riqueza observados separadamente por módulo RAPELD amostrado na UHE Teles Pires. A) Riqueza média em função do esforço amostral em dias de coleta; B) Riqueza estimada por Jack-Kniffe do tipo I em função do esforço amostral em dias de coleta; C) Riqueza média em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas) e D) Riqueza estimada por Jack-Kniffe do tipo I em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas).	33
Figura 14. A) curva de rarefação baseada na abundância total da amostra e B) Padrão de abundância em termos do logaritmo na base 2 das espécies observadas em cada comunidade avaliada.	34
Figura 15. Representação da uniformidade observada em diferentes comunidades. <i>Ranking</i> de espécies em função da abundância relativa. A = M1, B = M2, C = M3, D = M4, E = M5 e F = M6.	35
Figura 16. Análise de cluster (<i>group average link</i>) baseada na matriz de similaridade calculada por meio do índice de similaridade de Jaccard. M = módulo.	36
Figura 17. A) Riqueza total de espécies e B) Abundância total de indivíduos recapturados e registrados na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.	37
Figura 18. A) Deslocamento médio (em metros) entre parcelas (x) e dentro da parcela (y) dos indivíduos recapturados na terceira e quarta campanhas de monitoramento e B) Número de indivíduos por sentido do	

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

deslocamento dos espécimes recapturados na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.	37
Figura 19. Desenho esquemático representativo do deslocamento total observado para um indivíduo de <i>Nessaea obrinus</i> . Em vermelho os pontos onde o indivíduo foi observado.	39
Figura 20. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M1. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M1. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M1 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	40
Figura 21. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M2. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M2. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M2 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	41
Figura 22. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M3. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M3. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M3 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	42
Figura 23. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M4. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M4. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M4 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	43
Figura 24. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M5. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M5. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M5 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	44
Figura 25. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M6. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M6. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M6 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.....	45
Figura 26. Sequência de procedimento metodológico de marcação e morfometria realizado para os indivíduos capturados.....	48
Figura 27. Sequência de registros do funcionamento da armadilha. Indivíduo identificando o odor, sendo atraído pela isca, se esgueirando para entrar no cilindro e consumindo a mistura.	49
Figura 28. Manejo em <i>M. achilles</i>	50
Figura 29. Marcação realizada em <i>M. achilles</i>	50
Figura 30. Manejo em <i>N. orbinus</i>	50
Figura 31. Marcação realizada em <i>N. orbinus</i>	50
Figura 32. Manejo em <i>A. calliomma</i>	50
Figura 33. Marcação realizada em <i>A. calliomma</i>	50

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Áreas amostradas (ordem numérica), breve descrição da situações ambientais dessas áreas e coordenadas geográficas do início de cada transecto.	12
Quadro 2. Táxons observados nos seis módulos RAPELD estudados durante a 3ª e 4ª campanhas de campo nas áreas de influência da UHE Teles Pires. ab = Abundância, f = frequência de registro e s = riqueza de espécies ..	19
Quadro 3. Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') de Shannon-Wiener calculado com os dados de riqueza e abundância observados na terceira e quarta campanhas de monitoramento executada nos módulos RAPELD.	26
Quadro 4. Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') de Shannon-Wiener calculado com os dados de riqueza e abundância observados na terceira e quarta campanhas de monitoramento executada nos módulos RAPELD.	34

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

LISTA DE SIGLAS

AII: Área de Influência Indireta

APP: Área de Preservação Permanente.

CHTP: Companhia Hidrelétrica Teles Pires

GPS: *Global Positioning System*

MT: Mato Grosso

PA: Pará

RAPELD: RA: *Rapid Assessments* – PELD: Pesquisas Ecológicas de Longa Duração

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SEMA: Secretaria Estadual de Meio Ambiente

UHE: Usina Hidrelétrica

UTM: Universal Transverso de Mercator

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico foi elaborado pela empresa brasileira Biota Projetos e Consultoria Ambiental Ltda., registrada no CNPJ: 05.761.748/0001-20, em parceria com a Companhia Hidrelétrica Teles Pires (CHTP) e refere-se às atividades realizadas durante a 3ª e 4ª campanhas de monitoramento da entomofauna bioindicadora (borboletas frugívoras de sub bosque) executadas entre janeiro e julho de 2013, nos seis módulos RAPELD situados nas áreas de influência da UHE Teles Pires. Este Programa é executado sob a autorização nº72/2012.

2. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o estudo de insetos como indicadores biológicos tem aumentado junto aos trabalhos de natureza técnico científica. Somado a isso, a necessidade cada vez mais premente de se avaliar de maneira rápida e satisfatória a influência das intervenções humanas em ecossistemas naturais, elevou o grupo a uma posição chave dentro de avaliações ambientais e monitoramentos de biodiversidade de curta e média duração.

A importância ecológica desempenhada por essa fauna torna os insetos reconhecidamente indicados para o estudo de degradação ambiental, especialmente devido a sua rápida resposta à qualidade e à abundância de recursos disponíveis em um espaço relativamente limitado (DE SOUZA & BROWN, 1994; EGGLETON & BIGNEL, 1995; GRIMALDI & ENGEL, 2005; LEWINSOHN & PRADO, 2005). Dentre as várias características que os fazem particularmente adequados para essa frente de estudos está a sua íntima relação com a comunidade vegetal. De forma geral, eles *i)* não controlam diretamente a taxa que seus recursos estão disponíveis, dependendo totalmente de fatores ecológicos que fornecem recursos para sua sobrevivência; *ii)* são completamente sensíveis às restrições ambientais pois, em condições naturais, não afetam a regeneração dos recursos utilizados e *iii)* apesar de serem organismos de vida livre, o tamanho corpóreo e as funções etológicas fazem com que a taxa de migração dessa fauna, em um curto espaço de tempo, seja extremamente restrita. Portanto, insetos indicam as restrições ambientais, seja por redução de habitats ou escassez de recursos.

Dentre os insetos mais estudados como bioindicadores estão algumas abelhas (especialmente as Meliponini e as Euglossini), borboletas, formigas e besouros e, de maneira mais discreta, representantes dos Collembola, Odonata, Homoptera, Hemiptera, Trichoptera, Diptera, Orthoptera e Isoptera (ANDERSEN *et al.*, 2001; BROWN JR. & FREITAS, 2000; BROWN JR. 2000; BROWN JR., 1997a & b; JAROSLAV, 1999; KEVAN, 1999; MCGEOCH *et al.*, 2002; OOSTERMEIJER & VAN SWAAY, 1998; RAINIO & NIEMELA, 2003; RODRIGUEZ *et al.*, 1998; TAYLOR & DORAN, 2001; TSCHARNTKE *et al.*, 1998).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Em seu clássico trabalho de 1991, Brown Junior determinou uma escala numérica, com variação de 0 a 24 pontos, de eficiência de “bioindicação”. Entre os insetos, ocupam o topo da lista as borboletas (21 pontos), posição essa também ocupada pelas formigas; seguidas de cupins (20 pontos) e outros grupos de artrópodes menos representativos ou de menor apelo popular. Das variáveis determinantes para a atribuição desses valores estão a diversidade taxonômica e ecológica (diversidade funcional), a tratabilidade taxonômica, a presença de indivíduos em todos os meses do ano, a importância funcional no ecossistema e, principalmente, a resposta detectável e mensurável aos distúrbios ambientais de várias naturezas e magnitudes (BROWN JR., 1991).

As Borboletas (Insecta: Lepidoptera) constituem um grupo de destaque dentre os insetos. São insetos de hábito diurno, conspícuos, terrestres (algumas larvas podem ser encontradas em ambiente aquático), com desenvolvimento holometábolo e são em geral mastigadores de material vegetal no estágio larval e sugadores de líquidos na fase adulta. As principais características destes organismos são a presença de escamas que recobrem as asas e todo o corpo e peças bucais adaptadas à sucção, formando o aparelho bucal sugador maxilar, espirotromba ou probóscide.

Do ponto de vista taxonômico, esses insetos apresentam sistemática relativamente bem conhecida, especialmente se comparada aos outros grupos de artrópodes tropicais e uma riqueza considerável, sendo estimada, apenas para o Brasil, a ocorrência de cerca de 3.100 espécies (BECCALONI & GASTON 1995; DEVRIES & WALLA, 1999). Algumas espécies possuem distribuição ampla, ao passo que outras têm distribuição restrita, limitada por alguns fatores ambientais como, por exemplo, o nível de integridade de remanescentes de vegetação natural (DE VRIES *et al.*, 1997). Essas também demonstram elevado nível de associação às condições específicas dos habitats, tanto em relação às características físicas como umidade, relevo e temperatura, como em relação à composição florística. Esse elevado nível de associação de algumas espécies faz com que sejam sensíveis às mudanças nos habitats, constituindo-se em indicadoras da qualidade ambiental e integridade de paisagens naturais (BROWN & FREITAS, 2000).

Algumas subfamílias de Nymphalidae, por exemplo, são atraídas por iscas fermentadas, sendo facilmente coletadas em armadilhas. Por serem sensíveis às mudanças no ambiente, apresentam um alto grau de correlação com a riqueza de espécies total de uma região e podem ser usadas como estimadores de riqueza total. Além disso, a riqueza de espécies é altamente correlacionada com conectividade simples de fragmentos na paisagem, sendo assim necessárias em estudos de avaliação da diversidade e dinâmica de fragmentos em uma paisagem (BROWN & FREITAS, 2000) e boas ferramentas em estudos de monitoramento ambiental (RAIMUNDO *et al.*, 2003).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

3. OBJETIVOS

O objetivo fundamental do projeto é quantificar a variação espaço-temporal da comunidade de Lepidoptera frugívoras de sub-bosque, ao longo de quatro anos de estudo; em outras palavras, realizar o monitoramento de parâmetros ecológicos da comunidade. Nesse período, teoricamente supõe-se que os efeitos provenientes da instalação e operação do empreendimento hidrelétrico (i.e. antes e após o enchimento do reservatório) exerçam maior influência sobre as comunidades bióticas locais. Como desdobramento desse objetivo principal, pretende-se incrementar a lista da riqueza de espécies já consolidada na fase de diagnóstico ambiental, assim como monitorar especificamente a população de *Agrias claudina*, espécie ameaçada no estado do Pará.

Os objetivos específicos são:

- a) Descrever a composição de espécies para a região;
- b) Analisar, em escala temporal determinada, a variação da comunidade Lepidoptera indicadora biológica de diversidade (frugívoras de sub-bosque);
- c) Analisar a variação espacial da diversidade da comunidade de Lepidoptera nas diferentes unidades amostrais estudadas;
- e) Quantificar e incrementar a lista de composição de espécies descritas para a região;
- f) Monitorar a(as) população(ões) de *Agrias claudina* por ser uma espécie de relevante interesse para a conservação;
- g) Recomendar, com base nos resultados, estratégias e práticas que visem amenizar, mitigar ou auxiliar na capacidade de resiliência das áreas que vierem a sofrer diferentes níveis de interferência.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

A área a que se destina o estudo está localizada em uma região de intensa atividade agropastoril, ao norte do estado do Mato Grosso, divisa com o estado do Pará. Diferentemente de outras regiões do Mato Grosso, a principal atividade produtiva dos municípios inseridos nas áreas de influência do aproveitamento é a pecuária extensiva, característica marcante das fases iniciais do processo de expansão da fronteira agrícola (MIZIARA, 2004). Nota-se também, de maneira mais discreta, o minério de ouro e algumas frentes extrativistas, focadas especialmente na coleta e processamento do fruto da castanheira.

Com relação às fitofisionomias a região é definida como área de ecótono entre formações savânicas e florestais. Porém, do ponto de vista prático, as unidades amostrais foram alocadas em situações de intersecção, as quais contemplaram, em grande parte, florestas de ombrófila e formações antrópicas, tais como pastagens, muito presentes na região. Também foram contempladas as variações fitogeográficas contidas na região, como formações marginais e ilhas fluviais. Em síntese, foram observadas nas áreas estudadas: Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Aberta Submontana e Floresta Estacional Submontana em mosaico com áreas convertidas em alguma forma de uso humano (**Figura 1; Quadro 1**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

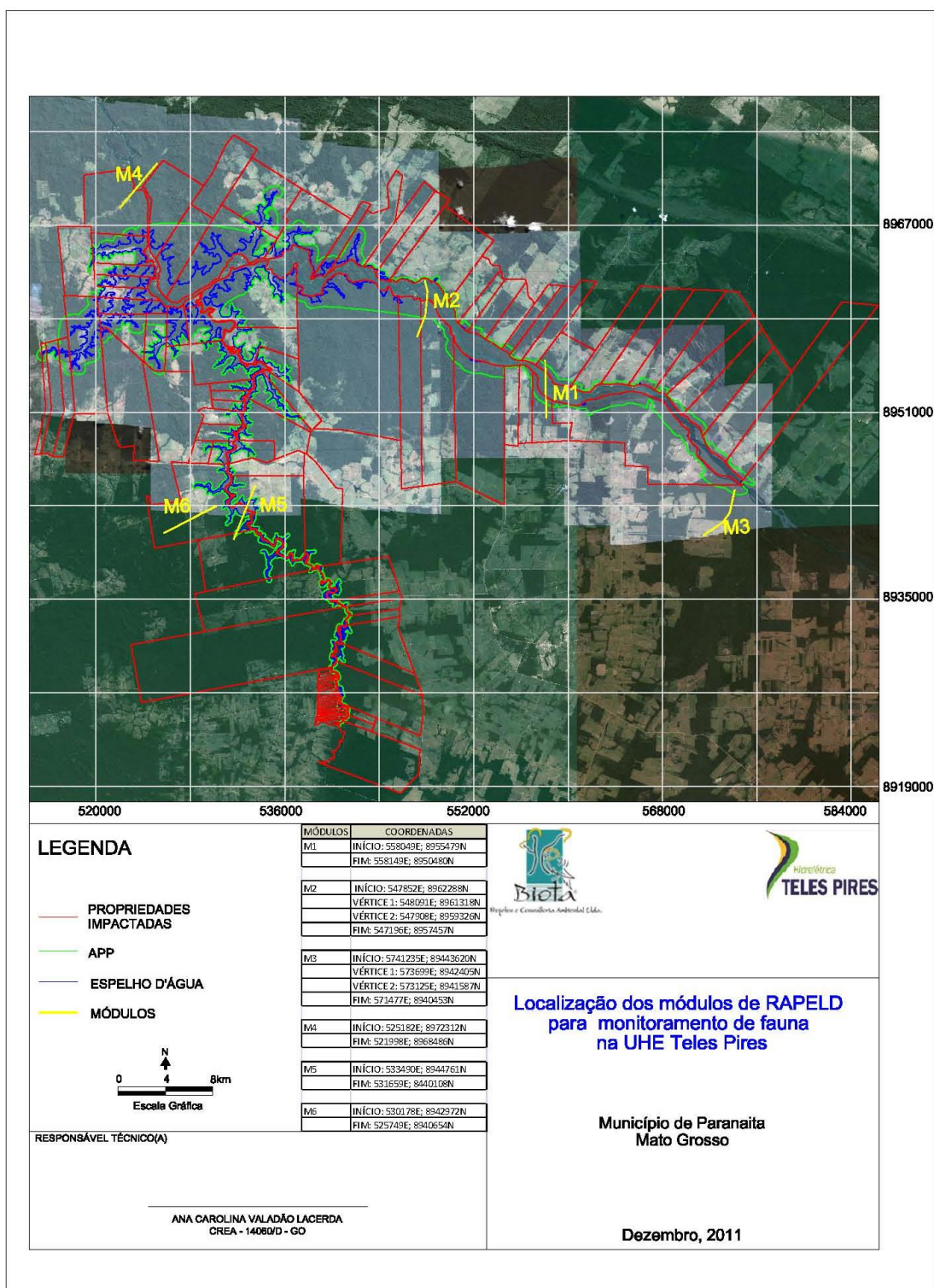


Figura 1. Localização das unidades amostrais (módulos) definidos para a amostragem da entomofauna bioindicadora nas áreas de influência da UHE Teles Pires.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Quadro 1. Áreas amostradas (ordem numérica), breve descrição das situações ambientais dessas áreas e coordenadas geográficas do início de cada transecto.

Áreas	Descrição	Coordenadas (UTM)	
1	Parcelas situadas na porção intermediária do reservatório; nas duas margens do rio Teles Pires	557980	8956827
2	Parcelas situadas na porção intermediária do reservatório, nas duas margens do rio Teles Pires, assim como em ilha fluvial intermediária	546472	8956072
3	Margem esquerda do rio Teles Pires, porção final do reservatório na área de APP	567291	8951430
4	Parcelas situadas nas duas margens do rio Teles Pires	520889	8971386
5	Parcelas situadas nas duas margens do rio Paranaita	532637	8944458
6	Área localizada na Fazenda Aliança, próxima a MT-206 (Apresenta pastagem nas duas últimas parcelas)	527759	8944165

4.2. Desenho Amostral

O desenho amostral adotado é aquele que vem sendo aprimorado há alguns anos por programas institucionais em parcerias com universidades (ICMBio, 2012) utilizados para amostragem em ambientes florestais. O denominado RAPELD é caracterizado por unidades amostrais denominadas de módulos, os quais são divididos em parcelas de 250 m distantes entre si em pelo menos 1 km, que variam em número, em função da necessidade e disponibilidade de áreas no ambiente estudado. Para o presente trabalho foram selecionadas seis áreas distintas. Em seu conjunto, essas áreas contemplam tanto as várias fitofisionomias observadas na região, quanto as diferentes intensidades de influência provocadas pelo aproveitamento.

Em cada uma das parcelas dos seis módulos estudados foram instaladas vinte armadilhas do tipo Van Someren-Rydon modificadas, com malha de nylon de 2 mm previamente confeccionadas. As armadilhas foram dispostas ao longo das parcelas com distância variada, respeitando um limite mínimo de 10 m entre elas. Devido ao transporte, algumas armadilhas tiveram que ser reajustadas em campo. Em cada uma das armadilhas foi utilizada um preparado atrativo, constituído da mistura fermentada entre banana madura e caldo de cana. Esse preparado foi depositado em pequena quantidade sobre pratos plásticos no interior das armadilhas e renovados a cada 72 h. As armadilhas permaneceram em campo por cinco dias e foram revisadas a cada 24 h. Levando-se em consideração cada parcela tem-se um esforço amostral aproximado de 2.400 horas de exposição (20 (armadilhas) x 5 (dias) x 24 (horas)), o que resulta, para módulos com cinco parcelas, 12.000 horas de exposição e,

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

para módulos com sete parcelas, 16.800 horas de exposição. Dessa maneira, considerando todos os módulos em conjunto, o esforço amostral é de aproximadamente 81.600 horas de exposição em cada campanha. Nos casos em que foi possível a identificação do espécime em campo, esse foi marcado e solto. No caso em que não foi possível a identificação, o indivíduo foi coletado, fixado, montado e enviado a especialistas. O funcionamento da armadilha pode ser observado na segunda sequencias de fotos (item 7, Registro Fotográfico).

4.3. Metodologia de Coleta

A metodologia de coleta foi pautada por dois princípios básicos, a marcação para monitoramento de populações e, nos casos da não possibilidade da identificação dos indivíduos em campo, a coleta e montagem para envio a especialistas. Naturalmente, o percentual de indivíduos coletados frente ao total de indivíduos registrados foi ínfimo, uma vez que o objetivo principal do estudo é o monitoramento das populações em vida. Sendo assim, o total de indivíduos sacrificados sequer se aproximou do estabelecido em licença (ACCTMB 07/2012 emitida pelo órgão competente), que autoriza a coleta de um espécime de cada espécie por módulo. Os indivíduos presentes nas armadilhas foram delicadamente retirados com o auxílio de pinças e presilhas para posterior execução dos processos metodológicos. Alguns registros dos procedimentos são ilustrados na sequencia de fotos do anexo **(foto 1)**.

4.3.1. Marcação e Recaptura

As borboletas observadas durante a revisão das armadilhas foram marcadas com tinta acrílica atóxica indelével na cor rosa. A marcação seguiu um padrão alfanumérico sendo que cada módulo recebeu uma letra correspondente (A = módulo 1, B = módulo 2, C = módulo 3, D = Módulo 4, E = Módulo 5 e F = Módulo 6), seguido do número correspondente do indivíduo. Desse modo o primeiro indivíduo marcado no módulo 6 recebeu a inscrição F.1; o segundo, F2 e assim sucessivamente. A marcação foi executada na face ventral da asa anterior, porção apical. Os exemplares de interesse tiveram a biometria mensurada e posteriormente foram soltos próximos ao local de captura.

4.3.2. Coleta, Montagem e Conservação

A incerteza taxonômica é um problema recorrente que afeta constantemente trabalhos com grupos biológicos. Mesmo aqueles que primam por abordagens essencialmente experimental-ecológicas podem apresentar problemas de levantamento caudados pela incerteza taxonômica. Essa situação não é rara em grupos como aves e mamíferos e quando levada para a classe Insecta, o problema toma proporções ainda maiores. A ausência de publicações acerca do tema, assim como a falta de incentivo para estudos regionais são dois dos fatores mais amplamente apontados como causadores desse *status quo*. Parte desse

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

problema também é agravado pelo ciclo de vida curto de insetos e elevada diversidade em pequenos espaços geográficos, onde a incerteza taxonômica pode se dar em um nível regional e até mesmo local.

Em se tratando de borboletas, pode-se acrescentar o fato de que o mimetismo é uma estratégia ecológica recorrente no grupo e não é raro apresentarem sofisticado dimorfismo sexual. Desse modo, coleções de referência devem ser necessariamente montadas nas fases iniciais ou mesmo anteriores aos processos de monitoramento e devem estar disponíveis para constantes consultas em local de fácil acesso, ou seja, em instituições próximas às áreas de estudo em coleções científicas de universidades, centros de pesquisa, ONG's e fundações que se responsabilizem por manter o material testemunho em local adequado sob a responsabilidade de curadores ou pesquisadores.

Desse modo, os indivíduos, cuja identificação não foi possível em campo, foram coletados e sacrificados por compressão do tórax. Esses foram acondicionados temporariamente em envelopes de papel sulfite e pastas sanfonadas de plástico rígido. Após a coleta, os indivíduos foram transferidos para envelopes de papel vegetal e permaneceram por 24 h em estufa a 60 °C. Após a campanha esses foram montados com o auxílio de câmeras úmidas e pranchas esticadoras de isopor para o posterior encaminhamento a especialistas.

Todo o material testemunho deverá ser depositado na Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT), que possui campus próximo ao local onde o estudo está sendo desenvolvido. Dado o processo complexo e demorado de conferência sistemática e incorporação, que demanda tempo e dedicação, sugere-se que o tombamento seja procedido apenas após a resolução das principais incertezas taxonômicas.

4.3.3. Monitoramento da população de *Agrias Claudina*

Segundo o diagnóstico ambiental desenvolvido na fase de estudo de impacto ambiental, das espécies com alguma importância conservacionista relevante se destaca a *Agrias claudina*. Desse modo, em todos os casos em que a espécie foi registrada, tanto aqueles que ocorreram por meio de capturas pelas armadilhas quanto àqueles ocasionados por encontros casuais, os indivíduos foram capturados, medidos, pesados e marcados com números sequenciais específicos para o grupo. Além disso, a coordenada geográfica do encontro foi registrada.

4.4. Análise dos dados

A análise de dados seguiu o protocolo definido para estudos com biodiversidade. Desse modo, análises do padrão de riqueza e abundância com foco na questão espacial foi o mote dessa abordagem inicial. De modo mais específico, as análises foram baseadas em gráficos

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

explicativos acerca dos padrões das comunidades de borboletas em cada módulo e curvas de acúmulo média e estimada, índices de diversidade e equitabilidade, além das análises de similaridade.

4.4.1. Curva de acumulação de espécies e Estimativa de Riqueza

A curva de acumulação de espécies é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade. Comparando-se comunidades de maior e menor diversidade, as curvas das primeiras terão uma inclinação mais acentuada e uma assíntota mais elevada. Uma variação da curva proposta como representação da diversidade é a curva do número de espécie por número de indivíduos amostrados (COLWELL e CODDINGTON, 1994; GOTELLI e COLWELL, 2001). Para estimar a riqueza foi utilizado um método baseado em incidência Jack-knife de primeira ordem (BURNHAM & OVERTON, 1978, 1979; SMITH & VAN BELLE, 1984; HELTSHE & FORRESTER, 1983; CHAO, 1984).

4.4.2. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

O índice de diversidade foi calculado, para cada módulo, pelo método de Shannon-Wiener e de equitabilidade pela relação H/H_{max} , ambos descritos em KREBS (1989) e dado por:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Sannon-Wiener;

p_i = proporção de indivíduos da i -ésima espécie;

S = o número de espécies observadas.

\ln = logarítimo natural

4.4.3. Índice de Similaridade

A análise de similaridade foi feita por meio de uma matriz de similaridade baseada no índice de similaridade de Jaccard, que leva em consideração apenas a riqueza de espécies (MAGURRAN, 1988 e 2004). Para esta análise foram considerados apenas os dados de composição (presença e ausência) de espécies em cada módulo.

$$S_j = \frac{a}{a + b + c}$$

Onde:

S_j = Coeficiente de Jaccard;

a = número de espécies presentes somente na amostra a ;

b = número de espécies presentes somente na amostra b ;

c = número de espécies comuns a ambas assembleias.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

4.4.4. Curva de Rarefação

Para dirimir a influência da abundância de indivíduos na riqueza de espécies foi utilizado um modelo de rarefação baseada no número máximo de indivíduos das amostras (GOTELLI, 2009).

$$E(S_m) \approx S - \sum_{i=1}^s (1 - p_i)^m$$

Onde:

$E(S_m)$ = é o número esperado de espécies a ser encontrado em uma sub amostra de m indivíduos escolhidos ao acaso de uma população original de N indivíduos;

S = número de espécies

P_i = proporção de indivíduos da espécie i na amostra original

m = número total de indivíduos

4.4.5. Análise de Populações (recaptura e deslocamento)

A análise da fauna recapturada teve como principal objetivo avaliar o deslocamento e o sentido desse deslocamento das borboletas ao longo do tempo. Para isso uma abstração cartesiana foi adotada. Os módulos RAPELD estão dispostos em um grid quadriculado que obedece a um padrão de variação de parcelas alocadas a cada 1000 m e subparcelas, ou como será chamado de agora em diante, blocos que variam de 50 em 50 m. Desse modo, independentemente da posição que cada um dos seis módulos ocupa no espaço, assumiu-se que a variação espacial observada nas parcelas seria adotada como variação em X e a variação ocorrida entre os blocos seria assumida como variação em Y (**Figura 2**). Para o cálculo dos valores de variação espacial foram utilizadas simples equações lógicas de geometria analítica. Essa abordagem permite, a longo prazo, que relações entre deslocamento nas várias direções possam ser calculados de modo algébrico por meio de resultantes, e com isso análises mais realistas e consistentes possam ser executadas. Naturalmente, a importância dessa abordagem se eleva à medida que um grande número de espécies (avaliada sob a ótica de populações) for recapturado, a ponto de não mais ser possível abordagens individuais e se faça necessário a avaliação de padrões gerais.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

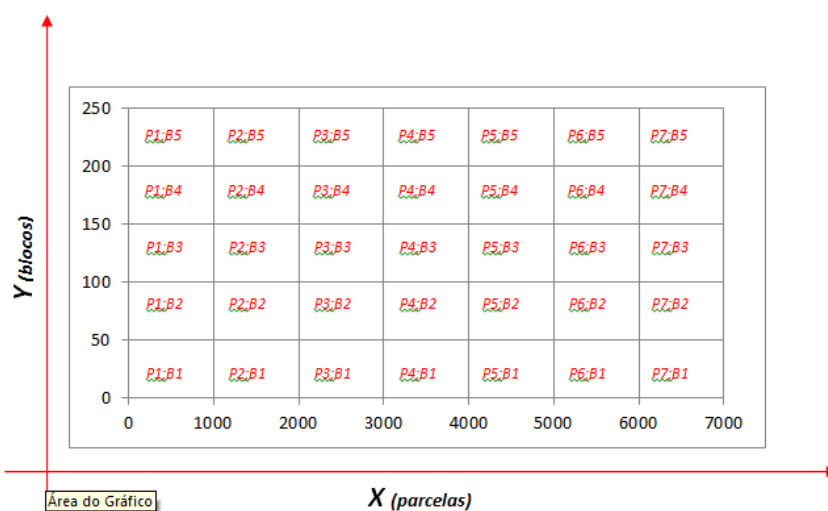


Figura 2. Esquema cartesiano adotado para a abordagem analítica do deslocamento da fauna de lepidópteros. P = parcelas e b = blocos.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO (3ª E 4ª CAMPANHAS)

5.1. Análise Geral de Diversidade

As coletas de campo referentes à terceira e quarta campanhas ocorreram de fevereiro de 2013 a março de 2013 e de maio de 2013 a junho de 2013. Avaliando as campanhas em conjunto, nota-se uma considerável elevação nos valores tanto de riqueza de espécies, quanto de abundância de indivíduos registrados. Ao todo, foram catalogadas 2.277 indivíduos capturados, distribuídas em 107 espécies, durante as 4 (quatro) campanhas. Enquanto na terceira campanha foram observadas 67 espécies, a quarta campanha de campo revelou 85 espécies, com um valor de abundância cerca de quatro vezes maior (Figura 3). Comparando as campanhas já realizadas, pode-se dizer que a quarta campanha foi a que apresentou a maior riqueza de espécies, uma vez que foram verificadas 72 espécies na primeira campanha e apenas 37 espécies na segunda. Alguns indivíduos coletados podem ser observados no Registro Fotográfico.

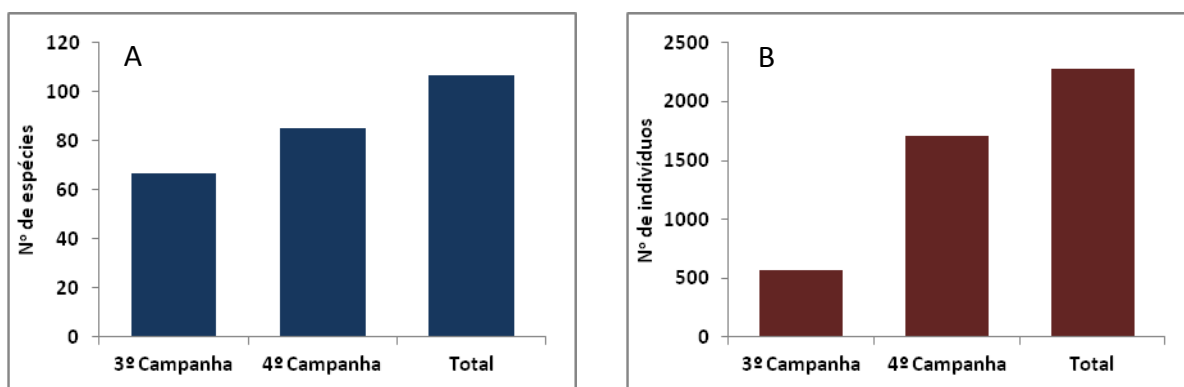


Figura 3. A) Riqueza de espécies total e B) Abundância de indivíduos total e observada na terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD referentes à UHE Teles Pires.

Várias espécies apresentaram baixa abundância, sendo que uma grande parte delas ocorreu de maneira única dentro da amostra. Do outro lado, evidenciando um padrão de comunidade estruturada pela dominância, algumas poucas espécies apresentaram elevada abundância, destacando-se *Nessaea obrinus* (n=298), *Morpho helenor* (n=251) e *Taygetis virgilia* (n=213). Essas espécies também foram as mais frequentemente registradas nos diferentes módulos (Quadro 2). Talvez, devido às intensas chuvas, não foram observadas, segundo a literatura, espécies raras ou endêmicas para a escala local. Sendo a maioria das espécies de ampla distribuição.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Quadro 2. Táxons observados nos seis módulos RAPELD estudados durante a 3ª e 4ª campanhas de campo nas áreas de influência da UHE Teles Pires. ab = Abundância, f = frequência de registro e s = riqueza de espécies

Grupo Taxonômico	3º Campanha						4º Campanha						ab	f
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
NYMPHALIDAE														
Apaturinae														
<i>Doxocopa griseldis</i>		1											1	1
Biblidinae														
<i>Catonephele acontius</i>	2	1	1	1			1	3		1			10	7
<i>Catonephele antinoe</i>							2	5					7	2
<i>Catonephele sp.</i>							1						1	1
<i>Catonephele numila</i>	4	1		1				3				2	11	5
<i>Catonephele salacia</i>				1				1					2	2
<i>Eunica monima</i>						1		1					2	2
<i>Hamadryas arete</i>	1												1	1
<i>Hamadryas chloe</i>	1												1	1
<i>Hamadryas februa</i>	1												1	1
<i>Hamadryas feronia</i>	2											4	6	2
<i>Hamadryas guatemalena</i>									1				1	1
<i>Hamadryas laodamia</i>	1												1	1
<i>Hamadryas sp.1</i>								1			2	4	7	3
<i>Nessaea obrinus</i>	36	40	14	20	5	9	26	55	20	14	12	47	298	12
<i>Nica flavilla</i>							1						1	1
<i>Temenis laothoe</i>	1	1	1				2	4	5			1	15	7
<i>Temenis pulchra</i>			1										1	1
Brassolinae														
<i>Bia actorion</i>		1	3	2	1		10	8	11	10	5	5	56	10
<i>Caligo eurilochus</i>									1				1	1
<i>Caligo idomeneus</i>										1			1	1
<i>Caligo illioneus</i>							1	1					2	2
<i>Caligo sp.1</i>		1											1	1
<i>Caligo teucer</i>										1	1	1	3	3
<i>Caligopsis seleucida</i>										1			1	1
<i>Catoblepia soranus</i>										1			1	1
<i>Catoblepia berecynthia</i>	1			2			9	7	2	11	1	3	36	8

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Grupo Taxonômico	3º Campanha						4º Campanha						ab	f
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
<i>Catoblepia generosa</i>		1	1										2	2
<i>Catoblepia xanthus</i>		2						2					4	2
<i>Eryphanis aesacus</i>											1	1	2	2
<i>Eryphanis automedon</i>							2		1	1		1	5	4
<i>Eryphanis gerhardi</i>										1			1	1
<i>Opoptera aorsa</i>							1		1				2	2
<i>Opsiphanes cassina</i>				1									1	1
<i>Opsiphanes invirae</i>	1			1	1		1	1	2				7	6
<i>Opsiphanes quiteria</i>	3		3		2		1	1	2	1			13	7
<i>Opsiphanes sp.1</i>	1			1	1								3	3
<i>Selenophanes cassiope</i>	1	2		10	1					1			15	5
Charaxinae														
<i>Archaeoprepona amphimachus</i>		1							1				2	2
<i>Archaeoprepona demophon</i>	6	1	3	7	2	1	3	3		9	1	4	40	11
<i>Fountainea ryphea</i>							1						1	1
<i>Hypna clytemnestra</i>			1					1					2	2
<i>Memphis anassa</i>											1		1	1
<i>Memphis arachne</i>								1					1	1
<i>Memphis basilia</i>				1									1	1
<i>Memphis cerealia</i>		1										2	3	2
<i>Memphis glaucone</i>				1									1	1
<i>Memphis leonida</i>	2	4						6					12	3
<i>Memphis morvus</i>		2		2				6		1			11	4
<i>Memphis polycarmes</i>										1			1	1
<i>Memphis sp.1</i>				1				1					2	2
<i>Memphis sp.2</i>								1					1	1
<i>Prepona laertes</i>								1					1	1
<i>Prepona pheridamas</i>	4			2						1			7	3
<i>Zaretis isidora</i>	1	2					1	1				1	6	5
<i>Zaretis itys</i>		1							1	1			3	3
Limenitidinae														
<i>Adelpha melea</i>				1									1	1
<i>Adelpha delphicola</i>		1											1	1
<i>Adelpha fugela</i>	1												1	1
<i>Adelpha iphiclus</i>	2							1					3	2
<i>Adelpha phylaca</i>				1									1	1

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Grupo Taxonômico	3º Campanha						4º Campanha						ab	f
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
<i>Adelpha plesaura</i>									1			1	2	2
<i>Adelpha serpa</i>								1					1	1
<i>Adelpha thesprotia</i>									1				1	1
Morphinae														
<i>Antirreha philoctetes</i>										2			2	1
<i>Morpho achilles</i>	3	2		1			9	18		5	4	9	51	8
<i>Morpho menelaus amathonte</i>										2	1		3	2
<i>Morpho deidamia</i>							1	12			2	6	21	4
<i>Morpho helenor</i>	3	2	3	1			44	71	22	41	18	46	251	10
<i>Morpho menelaus</i>							4	3	1	1	1	1	11	6
<i>Morpho menelaus nestira</i>										2			2	1
<i>Morpho sp.1</i>	2	1					7	9	3	2	1	2	27	8
<i>Morpho achilles vitrea</i>											1		1	1
Nymphalinae														
<i>Colobura dirce</i>	7	7	2	6				16	4	3	1	5	51	9
<i>Junonia evarete</i>	5												5	1
<i>Smyrna blomfieldia</i>	2						2						4	2
<i>Tigridia acesa</i>	4			1			2	6	1	2	4	1	21	8
<i>Siproeta stelenes</i>						1							1	1
Satyrinae														
<i>Amphidecta calliomma</i>	12		27		4	1	31	20	22		5	10	132	9
<i>Amphidecta pignerator</i>							1	2	1			1	5	4
<i>Amphidecta reynoldsi</i>								2					2	1
<i>Caeruleptychia helena</i>		1											1	1
<i>Cithaerias cf. andromeda</i>								2					2	1
<i>Euptychia sp.1</i>								1					1	1
<i>Harjesia cf. vrazi</i>							8	5	19				32	3
<i>Magneptychia tricolor</i>	1												1	1
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	1								1				2	2
<i>Pierella lamia</i>										1			1	1
<i>Posttaygetis cf. penelea</i>	1	2	2				18	7	21		4	7	62	8
<i>Pseudodebis cf. valentina</i>	2		12	2		1	2	4	2	1		2	28	9
<i>Pseudodebis marpessa</i>	2	1	4				7	84	6		6	5	115	8
<i>Taygetis angulosa</i>	1	1	4			1	2	3	5		1		18	8
<i>Taygetis celia</i>							2			1			3	2
<i>Taygetis cf. chrysogone</i>							14	7	8	1	2	3	35	6

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Grupo Taxonômico	3º Campanha						4º Campanha						ab	f
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
<i>Taygetis cleopatra</i>	7	1	4	5	1		25	31	16	23	1	8	122	11
<i>Taygetis echo</i>	3		1	2			16	14	4	6	5	8	59	9
<i>Taygetis laches</i>	6		4	2	1	3	11	16	16	28	4	11	102	11
<i>Taygetis laura</i>	3					1		2	1			1	8	5
<i>Taygetis mermeria</i>	4	3	2				4	14		1	2	1	31	8
<i>Taygetis rufomarginata</i>	7	8	25	1		1		10					52	6
<i>Taygetis sosis</i>							6	6	7	7	2	5	33	6
<i>Taygetis cf. erubescens</i>	2												2	1
<i>Taygetis sp.2</i>								1					1	1
<i>Taygetis sylvia</i>	1	1	11				8	4	20		1	1	47	8
<i>Taygetis virgilia</i>	22	12	7	19	3	2	33	39	7	46	8	15	213	12
<i>Taygetis zippora</i>		2	3	4			9	25	5	15	3	18	84	9
PIERIDAE														
Pierinae														
<i>Aphrissa statira</i>	1												1	1
abundância	174	108	139	100	22	22	329	550	242	246	101	244	2277	
riqueza	44	32	24	29	11	11	40	54	36	36	30	37		107

Grande parte da incerteza taxonômica em nível específico pôde ser resolvida com orientações de taxonomistas e comparações dos registros com coleções de referência. Essas informações serviram para a construção da tabela de composição acima apresentada. Com o auxílio da coleta de exemplares e registros fotográficos realizados, especialmente na primeira e segunda campanhas, a porcentagem de gêneros *lato sensu* baixou consideravelmente, sendo que nessa terceira e quarta campanhas menos de 10% das amostras foram caracterizadas como morfotipos específicos. Com relação à coleta de indivíduos, essas ocorreram essencialmente durante a primeira e segunda campanhas, período no qual os “parataxonomistas” se encontravam em fase intensa de treinamento. Do total de 2.277 indivíduos registrados, apenas 97 foram sacrificados para conferência e elucidação de incertezas taxonômicas.

À medida que mais coletas são realizadas, é natural que ocorra o incremento de novas espécies na amostra que podem ou não ser de fácil identificação. Até o momento não foram evidenciados novos registros de ocorrência regional que suscitem uma discussão sobre ampliação de distribuição espacial, assim como não há informações suficientes que subsidiem a descrição de novas espécies.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Foram observadas duas diferentes famílias atraídas pela técnica utilizada: Pieridae e Nymphalidae; sendo a observação da primeira família citada, provavelmente associada a algum efeito contingencial, uma vez que segundo a literatura a espécie registrada é nectívora e não é atraída pela isca de banana e caldo de cana utilizada. As subfamílias que apresentaram a maior riqueza de espécies foram Satirinae e Brassolinae. Em termos de abundância de indivíduos, naturalmente, Satyrinae apresentou maiores valores (ab = 1194) seguida por Morphinae (ab = 369) (**Figura 4**).

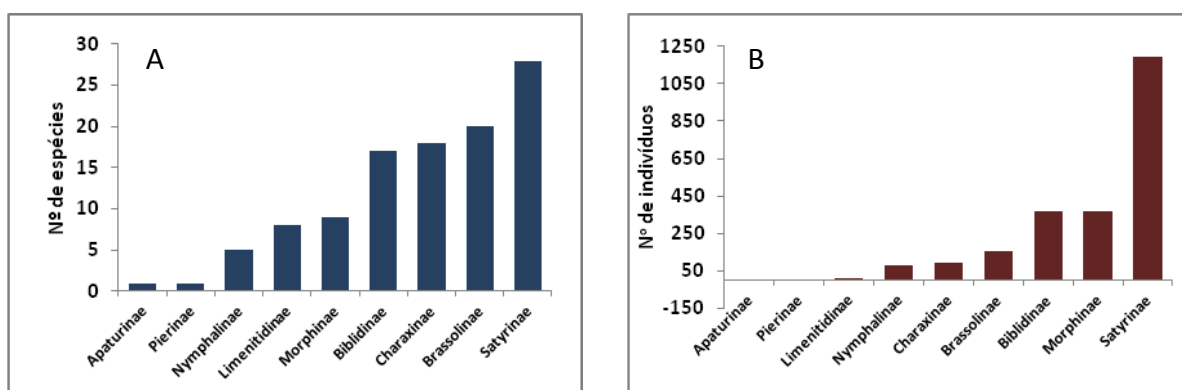


Figura 4. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observada em cada subfamília coletada durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.

Com relação aos gêneros observados, *Taygetis* (Satirinae) apresentou número de espécies e abundância de indivíduos consideravelmente superior aos demais ($s = 15$ e $ab = 810$). O gênero *Memphis*, apresentou riqueza de 10 espécies e *Morpho*, abundância de 367 indivíduos (**Figura 5**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

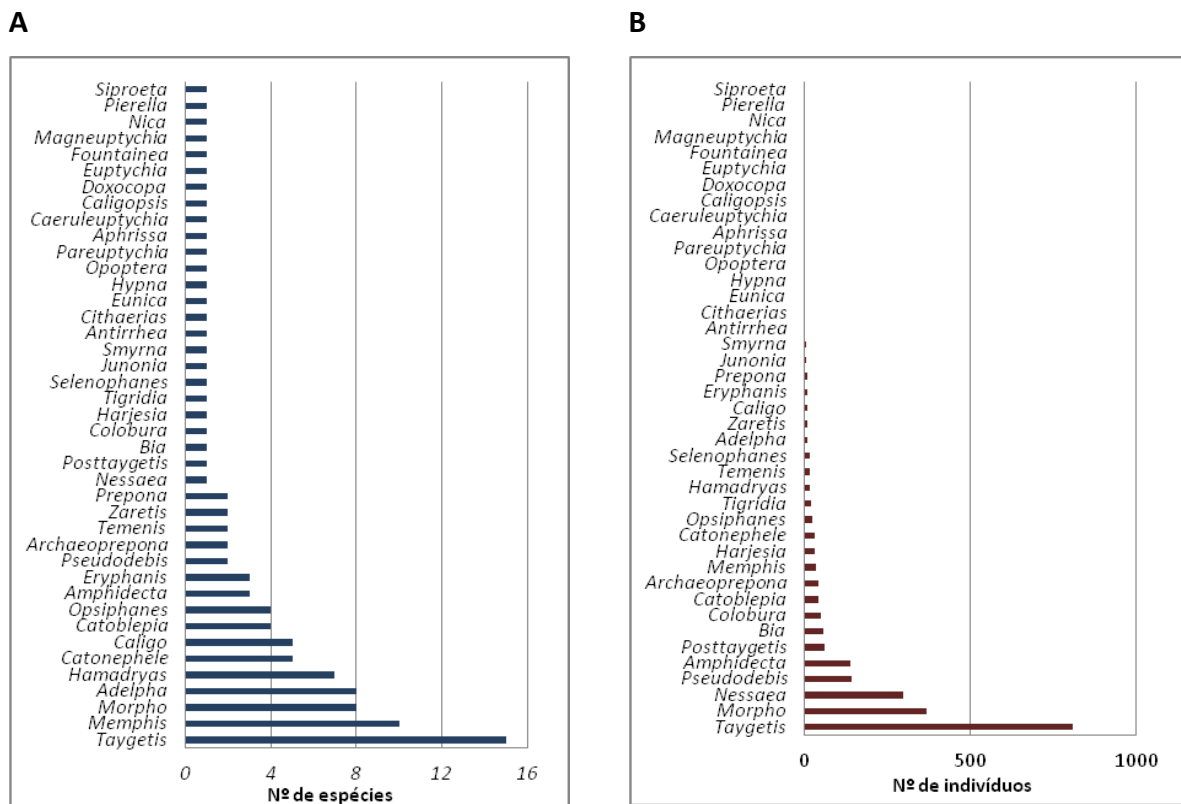


Figura 5. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observada em cada gênero coletado durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento realizadas nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.

Avaliando a composição de espécies entre as diferentes campanhas, independentemente do módulo nas quais foram coletadas e tendo como base no índice de similaridade de Jaccard, nota-se que as comunidades coletadas em diferentes tempos se assemelham em cerca de 42%. Aproximadamente 20,5% das espécies foram coletadas exclusivamente durante a terceira campanha e cerca de 40,5% foram registradas exclusivamente durante a quarta campanha (**Figura 6**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

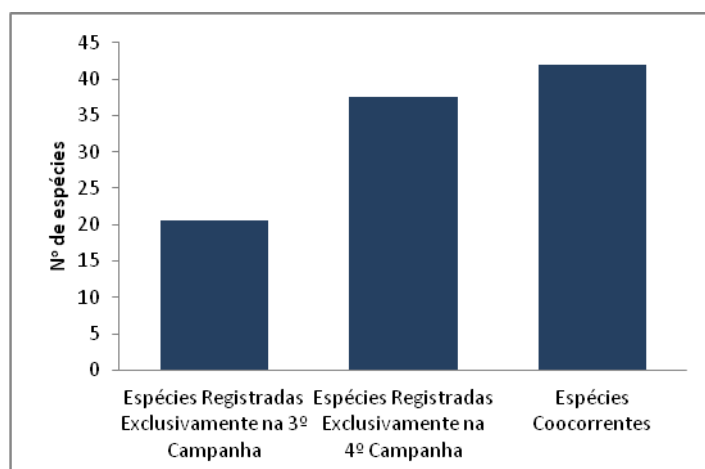


Figura 6. Estrutura da comunidade de Lepidoptera, independente dos módulos, observada durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento da UHE Teles Pires.

Assim como o observado em campanhas anteriores, os módulos M1 e M2 apresentaram a maior riqueza de espécies e maior abundância de indivíduos tanto para a terceira quanto para a quarta campanha. Com relação à riqueza de espécies, os menores valores foram registrados nos módulos M5 e M6 durante a terceira campanha e nos módulos M4 e M5 durante a quarta campanha. Tomando como base a abundância de indivíduos registrados, o padrão se mostrou similar ao ocorrido com a riqueza de espécies, demonstrando a íntima relação entre os dois parâmetros ecológicos (**Figura 7**).

O reflexo dessa estrutura medida na forma de índice demonstra que os valores de diversidade calculada foram determinados essencialmente pela riqueza de espécies observada. Como demonstrado no **Quadro 3**, os maiores valores dos índices de diversidade estão associados aos módulos que apresentaram os maiores valores de riqueza de espécies. Da mesma maneira, os menores valores estão relacionados aos módulos que apresentaram os menores valores desse parâmetro. A equitabilidade também variou pouco entre os módulos e campanhas e os altos valores observados denotam ausência de espécies dominantes.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

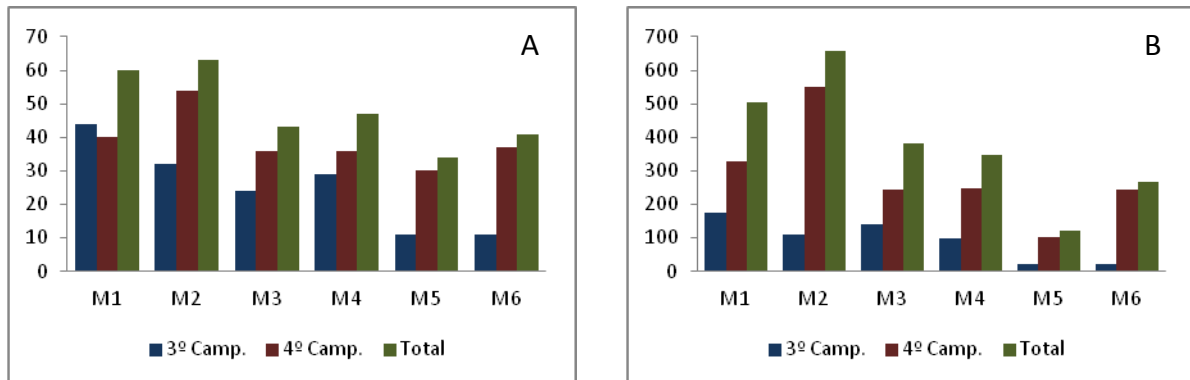


Figura 7. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observados em cada um dos módulos RAPELD durante a terceira e quarta campanhas de monitoramento da UHE Teles Pires.

Quadro 3. Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') de Shannon-Wiener calculado com os dados de riqueza e abundância observados na terceira e quarta campanhas de monitoramento executada nos módulos RAPELD.

	Diversidade Calculada (H')						Equitabilidade Calculada (J')					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6
3ª Campanha	1,371	1,118	1,146	1,19	0,954	0,86	0,834	0,743	0,83	0,814	0,916	0,825
4ª Campanha	1,339	1,375	1,326	1,185	1,291	1,253	0,836	0,794	0,852	0,761	0,874	0,799

A assimetria gerada por esses efeitos inerentes aos trabalhos que envolvem coleta de campo pode acabar por se refletir na diferença dos parâmetros ecológicos observados. Uma das hipóteses que pode ser levantada para explicar o padrão anteriormente exposto está na relação entre o esforço amostral empregado e a diversidade de espécies. Por outro lado, avaliando os módulos de maneira holística não é possível diferenciar entre aqueles que foram coletados integralmente (coletas executadas em todas as parcelas) e aqueles que, por motivos contingenciais – alagamento de parcelas (período chuvoso) e falta de acesso – não foram coletados em sua totalidade.

Ainda assim, é imperativo ressaltar que, mesmo com as limitações ambientais observadas em campo, a suficiência amostral, em termos espaço-temporais, se mostrou altamente consistente para as várias escalas de análise. A avaliação dos dados gerados na terceira e quarta campanha em conjunto revelam curvas de acúmulo de espécies razoavelmente estáveis com certa tendência à estabilização. Tanto para a riqueza de espécies em função de dias de coleta de campo, quanto para a riqueza de espécies em função de parcelas amostradas a diferença da curva média para a curva estimada é de aproximadamente 30

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

espécies o que, levando-se em consideração o número de espécies únicas dentro da amostra, não se mostra um valor consideravelmente elevado (**Figura 8**).

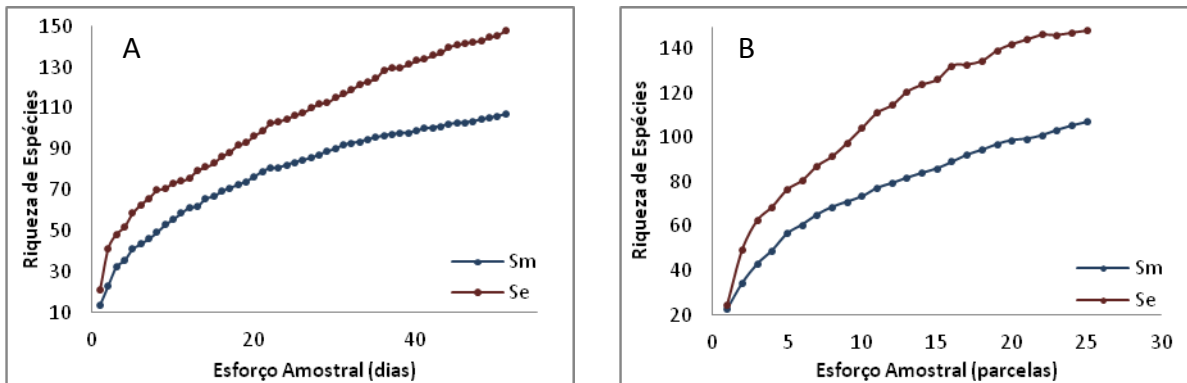


Figura 8. Curva de acúmulo de espécies média (Sm) e estimada por Jack-Kniffe do tipo I (Se). Riqueza de espécies em função do: A) esforço amostral em dias de coleta e B) esforço amostral em unidades espaciais (parcelas) amostradas na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.

Decompondo essas curvas em curvas para as diferentes campanhas, nota-se a perda de estabilidade, mas ainda assim, tanto para a terceira quanto para a quarta campanhas o padrão visualizado, tanto espacial quanto temporal, é de eficiência amostral (**Figura 9**). Dentre as curvas, a que apresentou maior estabilidade foi a curva construída com os dados da riqueza de espécies observada durante a quarta campanha, tanto pra o esforço amostral em dias quanto em parcelas. Em todos os casos a diferença entre a curva média e estimada foi praticamente o mesmo, demonstrando que as espécies únicas acontecem de maneira razoavelmente constante dentro da amostra.

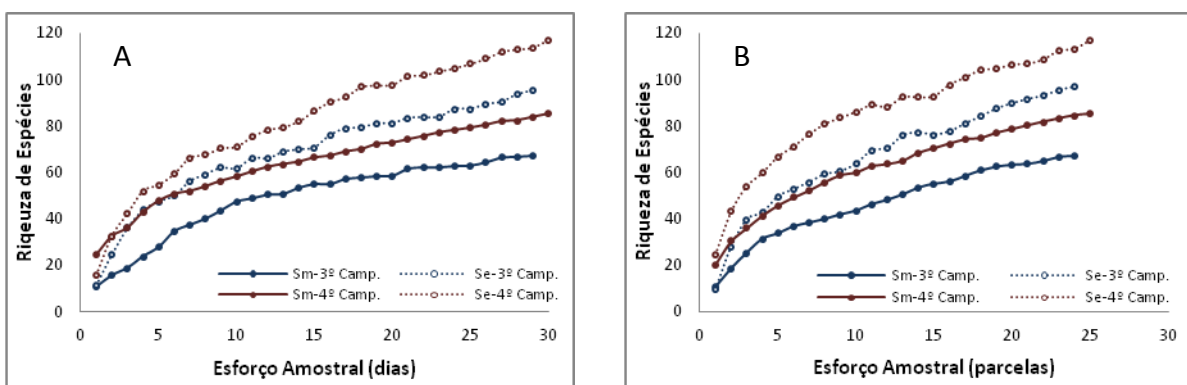


Figura 9. Curvas de acúmulo de espécies média (Sm) e estimada por Jack-Kniffe do tipo I realizadas com os dados de riqueza separados por campanha realizada nos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. A) Riqueza de espécies em função do esforço amostral em dias e B) Riqueza de espécies em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Para a avaliação da eficiência da amostragem por meio das curvas do coletor, a riqueza de espécie em função das unidades espaciais (parcelas) parece ser mais elucidativa do que a riqueza de espécies em função das unidades temporais (dias de coleta). Naturalmente a decomposição das curvas em escalas de análise cada vez mais refinadas demonstrou que a instabilidade está intimamente associada ao esforço amostral em análise (dados totais, campanhas ou módulos) avaliado. No entanto, provavelmente devido à elevada eficiência do protocolo de coleta empregado (armadilhas associadas à isca de banana e caldo de cana fermentado), assim como o elevado número de armadilhas utilizadas por parcela (20 armadilhas) e dias de coleta (cinco por parcela) o esforço amostral parece ter sido satisfatório, mesmo para os módulos que apresentaram os menores valores de riqueza de espécies.

Com relação à composição das comunidades avaliadas com base na análise de cluster calculada por meio da matriz de similaridade de Jaccard, percebe-se, de maneira geral, uma elevada similaridade entre os diferentes módulos nas diferentes campanhas. Os menores valores de similaridade foram observados para a terceira campanha sendo o menor entre os pares M6 e M2 ($\approx 13,16\%$) e o maior entre os pares M3 e M2 ($\approx 43,59\%$). Com relação à quarta campanha as porcentagens de similaridade são ainda mais elevadas, não sendo percebido nenhum valor abaixo de $\approx 32,35\%$ (entre os pares M2 e M4) e com valor máximo de similaridade entre os pares M5 e M6 ($\approx 63,41\%$) (**Figura 10**).

A análise de agrupamento revela a formação de grupos distintos dependendo do momento avaliado. Na terceira campanha fica evidente um agrupamento consistente entre os módulos M2 e M3 e entre os módulos e M5 e M6, ambos formando um ramo distinto no dendrograma. Na quarta campanha os agrupamentos mais consistentes se formaram entre os módulos M1 e M3 e novamente entre os módulos M5 e M6.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

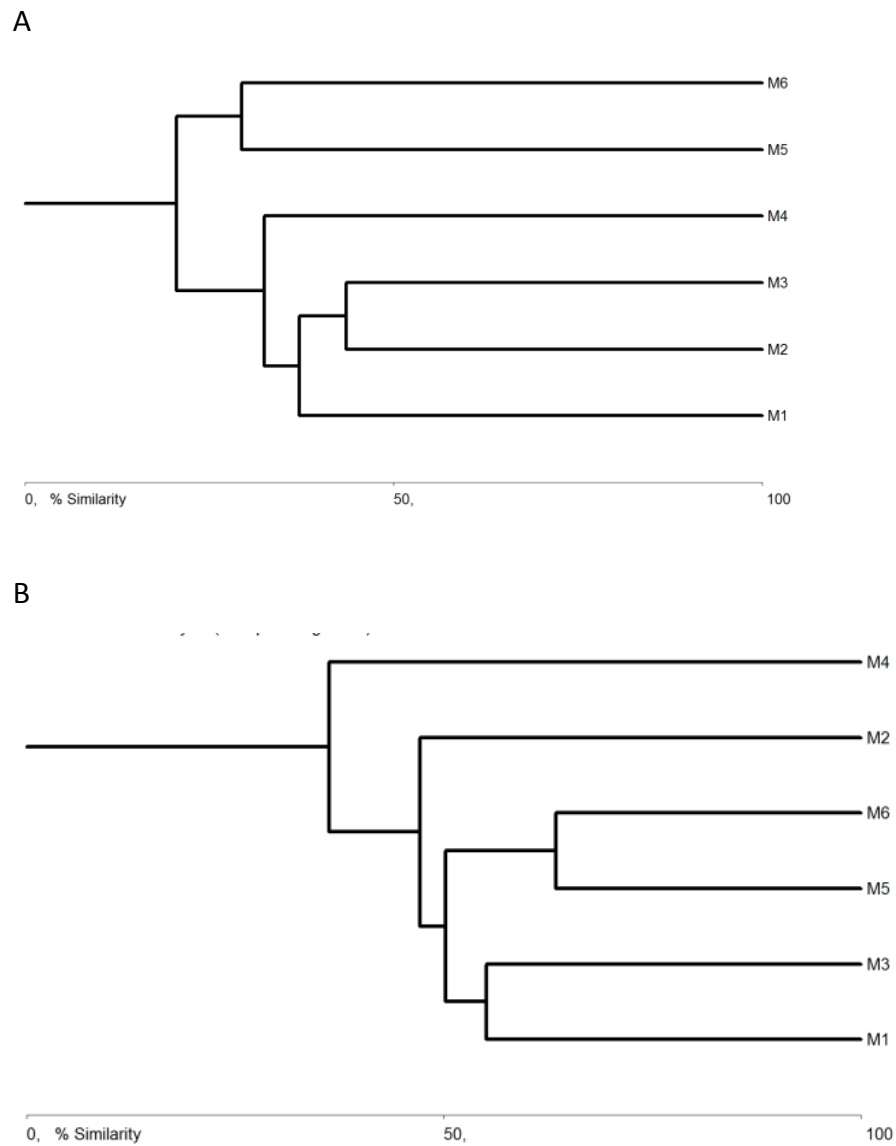


Figura 10. Análise de cluster (*group average link*) baseada na matriz de similaridade calculada por meio do índice de similaridade de Jaccard. A) Valores de riqueza observados na terceira campanha e B) Valores de riqueza observados na quarta campanha.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

5.2. Avaliação de espécies ou grupos bioindicadores

Dentre as abordagens que usam borboletas como indicadores biológicos do estado de conservação de ambientes, destacam-se aquelas baseadas em características singulares das espécies como biologia, ciclo de vida, comportamento e interações específicas com os componentes bióticos e abióticos do ambiente (RAIMUNDO *et al.*, 2003). Adicionalmente, merecem destaque as abordagens quanto a variação dos parâmetros ecológicos das comunidades em geral ou de uma guilda específica em comparação com os elementos da paisagem que possam influenciar sua diversidade, estruturação e distribuição nas diferentes escalas espaço temporais em análise (BROWN JR., 1997a; BROWN JR., 1997b; BROWN JR. 2000;).

Avaliando os dados obtidos na terceira e quarta campanhas de monitoramento à luz da primeira abordagem (RAIMUNDO *et al.*, 2003), nota-se que algumas espécies de borboletas estão associadas a algumas características ambientais, assim como outras são descritas como não indicadoras. No entanto, para a maior parte das espécies coletadas, não existe na literatura informações específicas que descrevam de maneira razoavelmente segura a interação entre as espécies e o ambiente.

Das 107 espécies observadas, 85 não apresentam informações e, assim, foram classificadas como indeterminadas. Naturalmente, os gêneros *lato sensu* (aquelas espécies que ainda necessitam de uma elucidação taxonômica mais refinada) também se enquadraram nessa categoria.

Seis espécies estão associadas a palmeiras e palheiras (*Catoblepia berecynthia*, *Catoblepia xanthus*, *Opsiphanes cassina*, *Opsiphanes invirae*, *Taygetis af. erubescens* e *Posttaygetis penelea*), uma está associada a tabocais vivos (*Opoptera aorsa*), três são indicadoras de floresta secundária (*Hamadryas chloe*, *Temenis laothoe* e *Tigridia acesta*), seis são indicadoras de floresta primária (*Bia actorion*, *Catonephele acontius*, *Morpho deidamia*, *Morpho menelaus*, *Nessaia obrinus* e *Pierella lamia*) e cinco são descritas como não indicadoras por apresentarem vasto espectro de interações (*Archaeoprepona demophon*, *Colobura dirce*, *Memphis morvus*, *Morpho achilles* e *Zaretis itys*).

Analisando a distribuição das diferentes categorias, nota-se que a maior frequência foi de espécies indicadoras de floresta primária e secundária. Essas foram observadas em todos os módulos, variando apenas o número de espécies pertencentes a cada categoria e a abundância de indivíduos. Os módulos que apresentaram o maior número de espécies indicadoras de floresta primária foram os módulos M1, M2 e M4. Com relação à abundância de indivíduos, percebe-se que os módulos M1 e M2 apresentam esse parâmetro muito mais elevado que os demais módulos, sendo o módulo M5 o que apresentou a menor abundância de indivíduos indicadores de floresta primária (**Figura 11**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

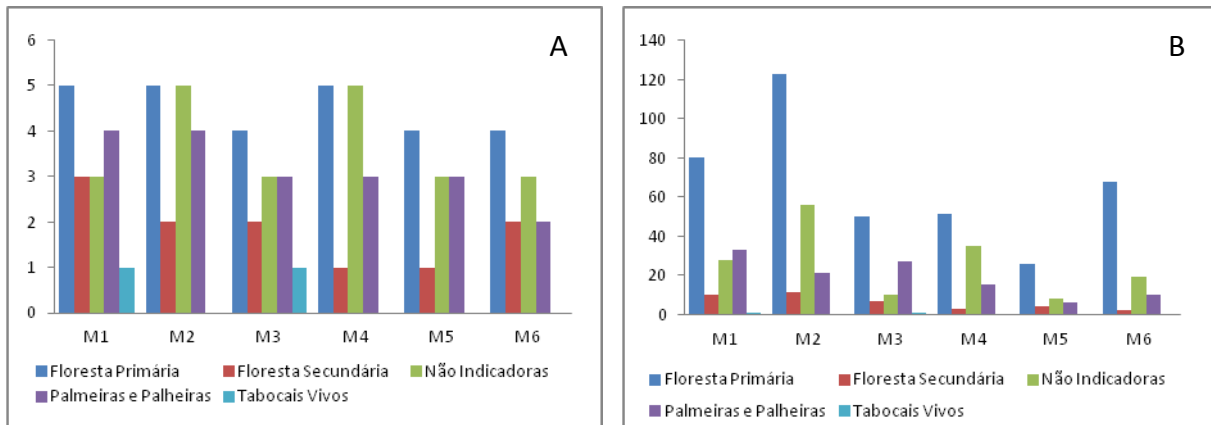


Figura 11. Diferentes categorias das espécies de borboletas indicadoras de qualidade ambiental. A) Riqueza de espécies e B) Abundância de indivíduos observados em cada categoria. Baseado em Raimundo *et al.* (2003).

Ainda assim, deve-se lembrar que a frequência das espécies é uma grandeza que sofre influência da abundância de indivíduos. Essa relação fica bastante evidente ao se observar a relação entre a abundância relativa de cada espécie e sua frequência de ocorrência em diferentes módulos ou em diferentes parcelas (**Figura 12**). Na referida figura pode-se notar que a maioria das espécies de baixa abundância relativa ocorrem de maneira menos frequente (nuvem de pontos próxima a origem) e espécies com elevada abundância relativa ocorrem de maneira mais frequente. Apenas algumas poucas espécies contrariaram o padrão, sendo essas *Archaeoprepona demophon* e *Bia actorion* que apesar de comparativamente apresentarem baixa abundância, se mostraram muito frequentes.

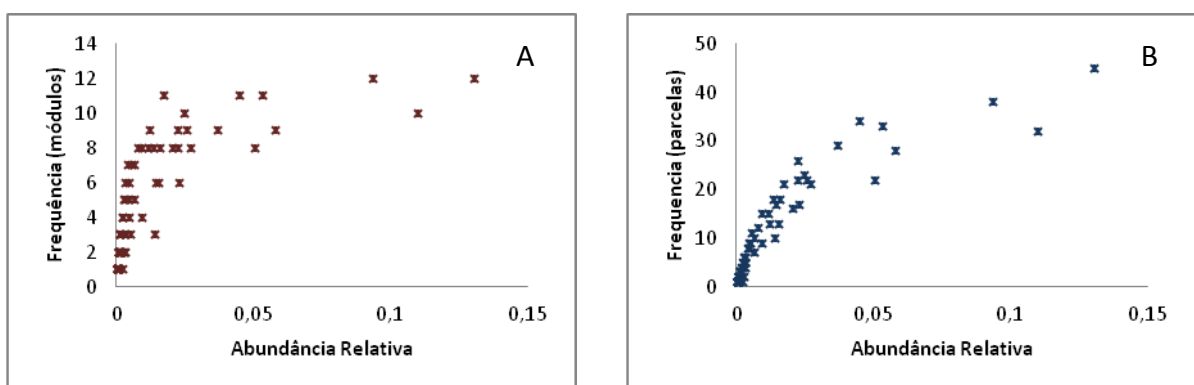


Figura 12. Abundância relativa de cada espécie observada em função da frequência de registro em diferentes escalas espaço-temporais. A) Abundância relativa em função da frequência de registros em diferentes módulos e B) Abundância relativa em função da frequência de registros em diferentes parcelas.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

parcelas ao longo das coletas realizadas na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires.

Tendo como base as informações geradas pelas espécies indicadoras, chega-se à conclusão que os módulos M1 e M2 estão entre os mais preservados, pois abrigam a maior diversidade de espécies indicadoras de floresta primária, e os módulos M5 e M6 estão entre os menos preservados, por motivos opostos. É interessante notar que, ao se observar a estrutura da paisagem regional, nota-se, de maneira não analítica, certa diferença entre as porções de fragmentação no qual esses pares de módulo se encontram. Os módulos M1 e M2 parecem estar em ambientes menos fragmentados, enquanto os módulos M5 e M6 parecem estar em ambientes mais fragmentados e com uso agropastoril mais intenso. Além disso, outra variável que pode explicar a distribuição das espécies indicadoras é a proximidade com o rio Teles Pires, dado que os módulos M5 e M6 são os mais distantes desse curso d'água, e talvez essa distância influencie negativamente a diversidade de espécies.

Ainda assim, deve-se ressaltar que essa abordagem pode ser questionada sob alguns pontos de vista. Categorizar áreas, no caso módulos, de dimensões consideráveis por meio de algumas espécies e, levando-se em consideração o mosaico floresta-pastagem no qual as áreas estão inseridas eleva a probabilidade de insucesso. Da mesma forma, deve-se lembrar que foram utilizadas iscas atrativas para uma guilda específica, o que acaba por direcionar o resultado observado, sendo a abordagem proposta por Raimundo *et al* (2003) mais recomendada para estudos sem interferência direta (observacionais; procura ativa etc.), pois não leva em consideração uma guilda específica. Embora muito interessante do ponto de vista prático, as informações para esse tipo de análise ainda são muito incipientes.

A alternativa à abordagem anteriormente conduzida é a utilização da guilda aqui estudada como indicadora de qualidade ambiental. Dessa maneira, parte-se do princípio que as borboletas frugívoras de sub-bosque (Biblidinae, Brassolinae, Charaxinae, Morphinae, Nymphalinae [tribo Coloburini] e Satyrinae) respondem como um todo às perturbações ambientais, sendo a variação dos parâmetros ecológicos ao longo de uma escala espacial (e temporal) um reflexo da perturbação ambiental (BROWN JR. & FREITAS, 2000; UEHARA-PRADO *et al*, 2003; UEHARA-PRADO *et al*, 2009; FREITAS *et al*, 2006)

Dentro dessa perspectiva, pode-se observar que os módulos se diferenciam quanto à estabilidade da curva de acúmulo de espécies. Nota-se que as curvas tendem a ser mais estáveis quanto maior a riqueza de espécies. Essa informação pode ser inferida, uma vez que o esforço amostral dentro de cada módulo se deu de maneira razoavelmente padronizada. Sendo assim, os módulos que apresentaram a maior riqueza também foram aqueles que demonstraram curvas médias mais estáveis, no caso, módulos M1 e M2, sendo a curva menos estável construída para os módulos M5 e M4, tanto para as unidades espaciais (parcelas), quanto para as unidades temporais (dias de coleta) (**Figura 13 A e C**). Ao contrário

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

do observado nas escalas analisadas anteriormente, a diferença entre a curva média e estimada se mostrou menos pronunciada para cada módulo individualizado, havendo uma diferença, na média, de aproximadamente 20 espécies (**Figura 13 B e D**).

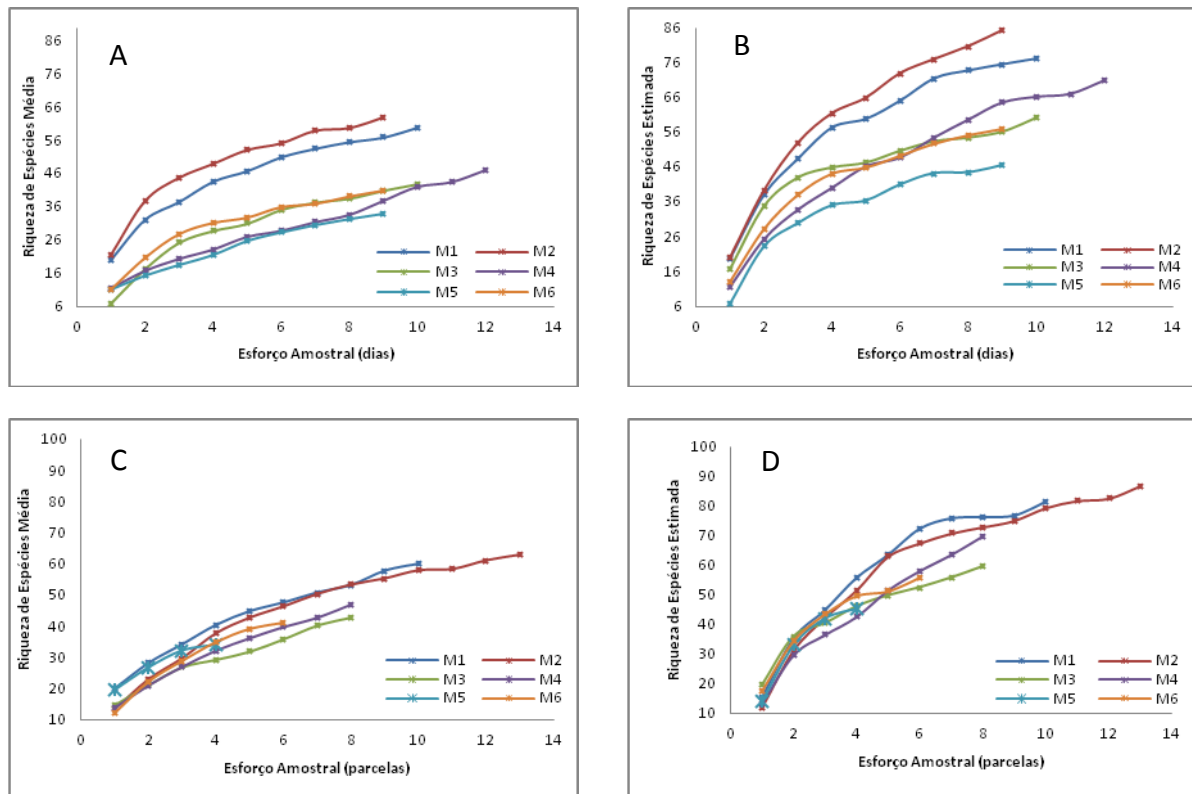


Figura 13. Curvas de acúmulo de espécies realizadas com os dados de riqueza observados separadamente por módulo RAPELD amostrado na UHE Teles Pires. A) Riqueza média em função do esforço amostral em dias de coleta; B) Riqueza estimada por Jack-Kniffe do tipo I em função do esforço amostral em dias de coleta; C) Riqueza média em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas) e D) Riqueza estimada por Jack-Kniffe do tipo I em função do esforço amostral em unidades espaciais (parcelas).

Os índices de diversidade calculados, da mesma forma que as curvas de acúmulo, revelam que os módulos M1 e M2 estão entre os mais diversos, apresentando valores calculados de $H' \approx 1,44$ e $1,39$, respectivamente. E os módulos M4 e M6 entre os menos diversos ($H' (M4) \approx 1,27$ e $H' (M6) \approx 1,26$) (**Quadro 4**)

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Quadro 4. Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') de Shannon-Wiener calculado com os dados de riqueza e abundância observados na terceira e quarta campanhas de monitoramento executada nos módulos RAEPLD.

ÍNDICES	M1	M2	M3	M4	M5	M6
H'	1,449	1,394	1,356	1,277	1,324	1,266
J'	0,815	0,775	0,83	0,757	0,865	0,786

As curvas de rarefação balizadas pelo número máximo de indivíduos observado nas diferentes comunidades demonstra que, mesmo excluindo o efeito da abundância, os módulos M1 e M2 tendem a apresentar maior riqueza de espécies em função do número de indivíduos. Do outro lado, os módulos M5 e M6 demonstram menor estabilidade (**Figura 14A**). De maneira complementar, uma análise da uniformidade das comunidades revela que os a comunidade de borboletas observada nos módulos M1 e M2 tendem a ser estruturadas mais pela uniformidade, enquanto nos módulos M4 e M5 a tendência da estruturação se dá pela dominância (**Figura 14B**).

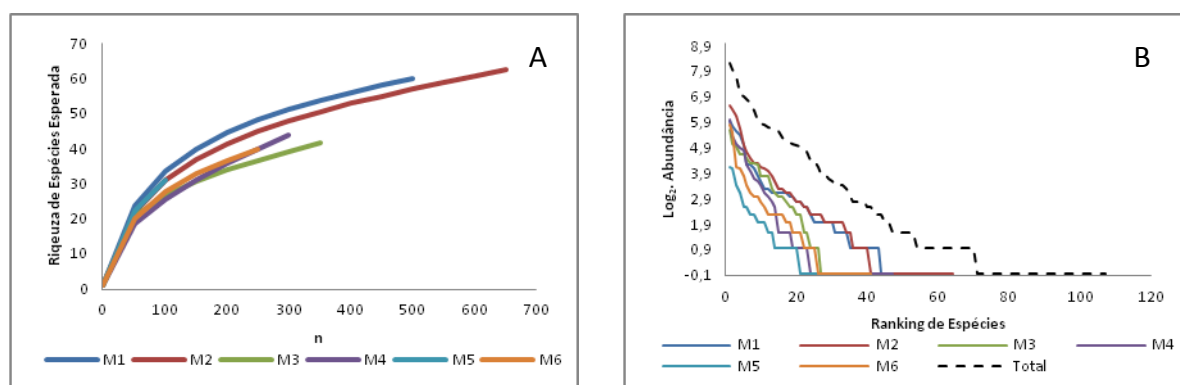


Figura 14. A) curva de rarefação baseada na abundância total da amostra e B) Padrão de abundância em termos do logaritmo na base 2 das espécies observadas em cada comunidade avaliada.

Em termos da abundância relativa observada em cada módulo, um resultado muito similar ao anteriormente exposto pode ser descrito. Partindo do pressuposto que curvas mais lineares refletem maior uniformidade, e que essa, em última análise pode ser um reflexo da diversidade de espécies, nota-se que os módulos M1 e M2 (**Figura 15**) apresentam menos espécies dominantes (curvas mais lineares), enquanto os módulos M4 e M6 apresentam mais espécies dominantes, o que os coloca entre os menos diversos em termos da estrutura da comunidade.

Avaliando a composição das comunidades observadas em cada módulo, independente da relação riqueza-abundância, observa-se que dentre os mais similares com relação à esse

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

parâmetro são os módulos M5 e M6 ($\approx 56,25\%$), notando-se também um agrupamento consistente entre os módulos M2 e M3, e colateralmente em associação o módulo M1. A composição observada no módulo M4 foi a que apresentou maior dissimilaridade entre os demais grupos, se mostrando em um ramo dissociado no dendrograma (**Figura 16**). Os módulos mais dissimilares foram M4 e M6 ($\approx 35,38\%$).

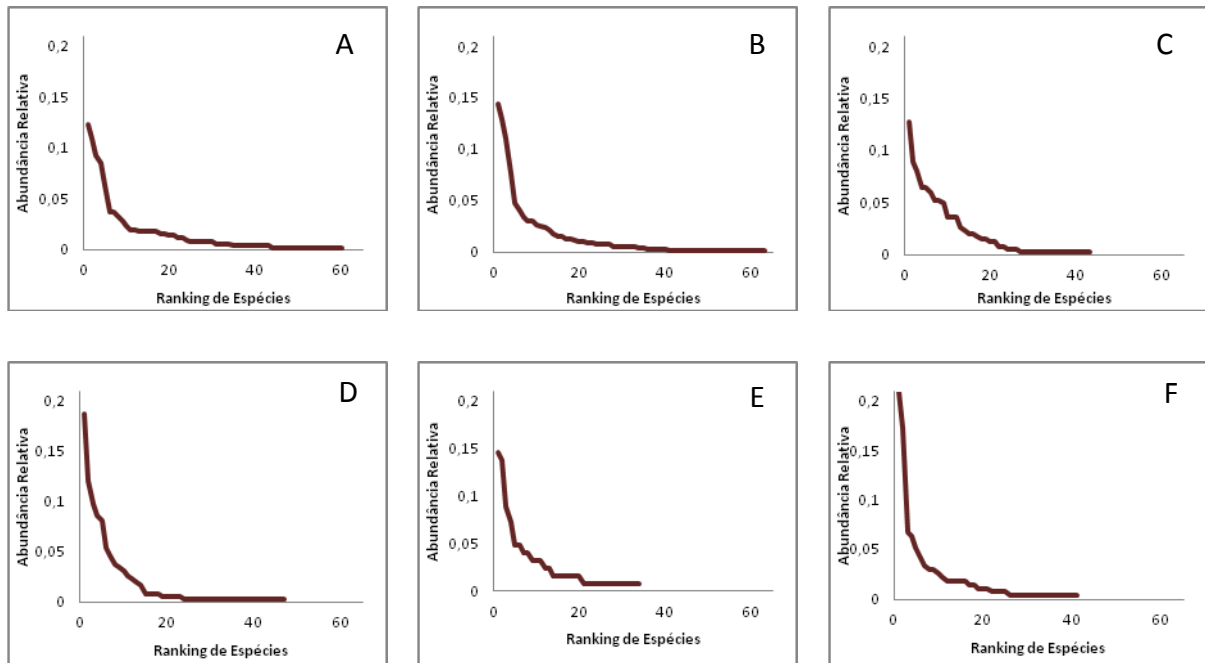


Figura 15. Representação da uniformidade observada em diferentes comunidades. *Ranking* de espécies em função da abundância relativa. A = M1, B = M2, C = M3, D = M4, E = M5 e F = M6.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

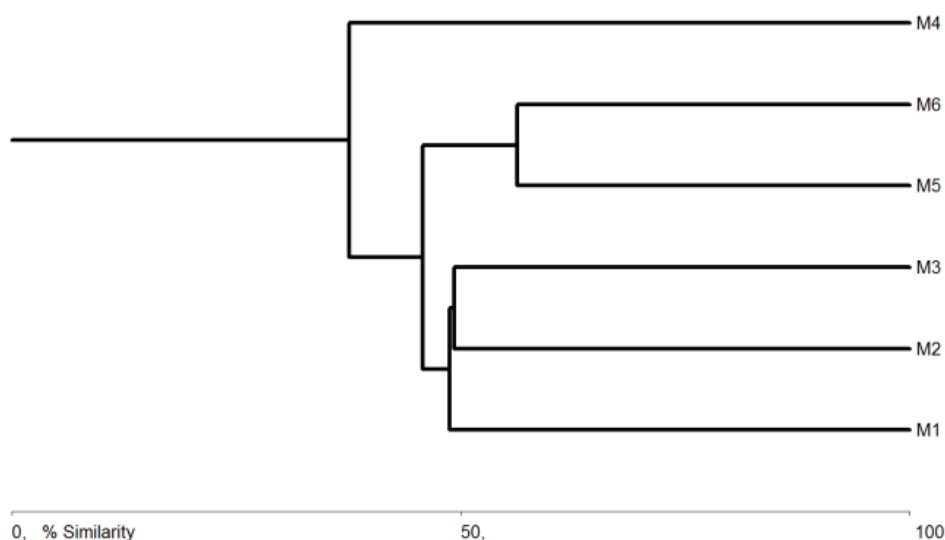


Figura 16. Análise de cluster (*group average link*) baseada na matriz de similaridade calculada por meio do índice de similaridade de Jaccard. M = módulo.

Um problema enfrentado nessa terceira e quarta campanhas de campo e que tem se mostrado recorrente ao longo do estudo, foi a assimetria amostral gerada pela impossibilidade da execução de coleta em todas as parcelas. Devido a fatores climáticos e ambientais, como alagamento de parcelas ou falta de acesso a essas, alguns módulos não puderam ser amostrados em sua totalidade, gerando um desbalanceamento no esforço amostral empregado nos diferentes sítios. Uma forma de atenuar esse problema seria mudar a escala de abordagem voltando o foco das discussões para as parcelas integrantes de cada módulo. No caso dos lepidópteros essa unidade amostral é suficientemente grande para abrigar um conjunto de populações considerável.

5.3. Análise de Espécies recapturadas – Populações e Deslocamento

Durante a terceira e quarta campanhas foram recapturados um total de 377 indivíduos pertencentes a 36 espécies, sendo que na terceira campanha a ocorrência foi de 65 indivíduos, enquanto na quarta foi de 312 indivíduos. Com relação à riqueza de espécies, o valor observado na quarta coleta de campo também foi superior. Enquanto na quarta foram registradas 32 espécies, na terceira campanha foram registradas 19 espécies, das quais apenas quatro ocorreram de maneira exclusiva nesse período (**Figura 17**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

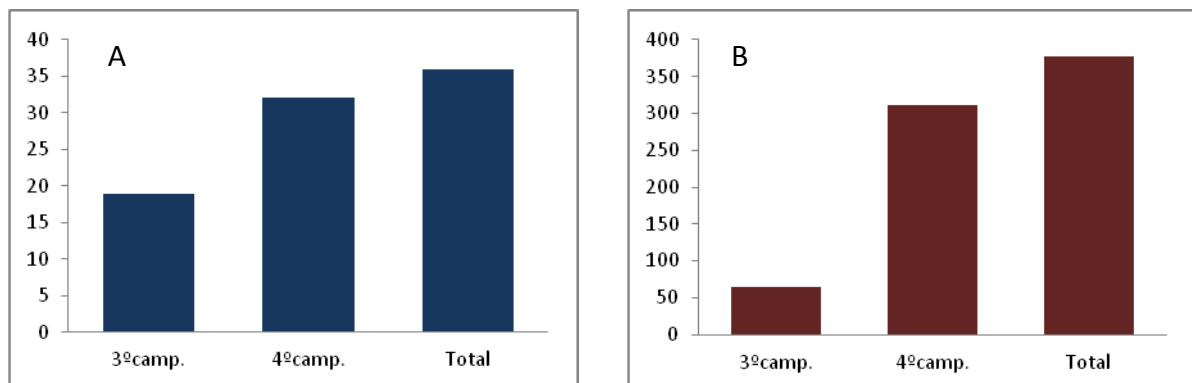


Figura 17. A) Riqueza total de espécies e B) Abundância total de indivíduos recapturados e registrados na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAEPLD da UHE Teles Pires.

O deslocamento total entre parcelas (eixo x) foi de aproximadamente 73.000 m, sendo que do total de indivíduos recapturados, 321 apresentaram algum deslocamento nesse sentido e 56 indivíduos não apresentaram nenhuma forma de deslocamento. Desse modo, a média de deslocamento entre as parcelas foi de ≈ 193 m/indivíduo. Com relação ao deslocamento dentro da parcela, também chamada de entre blocos (eixo y), do total de indivíduos coletados 364 apresentaram alguma forma de deslocamento e apenas 13 não apresentaram nenhuma forma de deslocamento, resultando em um total de 13.550 m, com média de $\approx 35,5$ m/indivíduo (**Figura 18**).

Com relação ao sentido do deslocamento, do total de indivíduos coletados e levando-se em consideração as duas campanhas em análise, 91 indivíduos se deslocaram para a borda dos fragmentos e 83 se deslocaram no sentido do interior dos fragmentos (**Figura 18**).

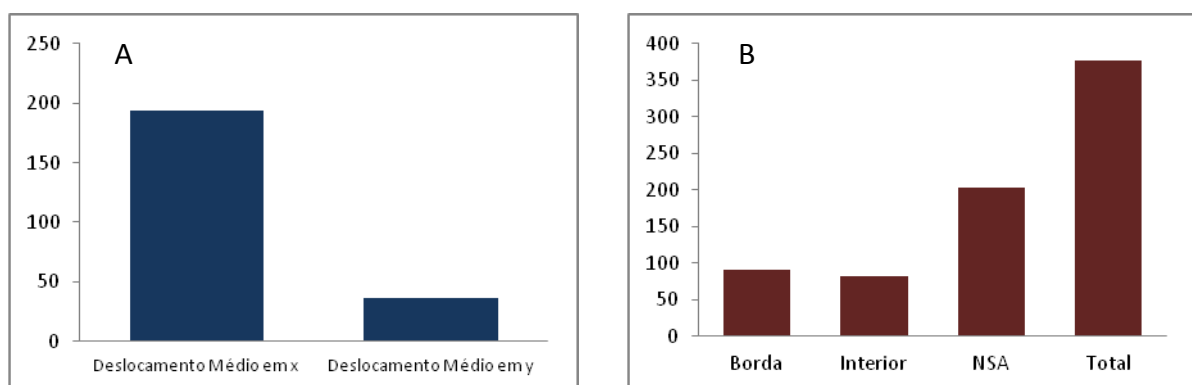


Figura 18. A) Deslocamento médio (em metros) entre parcelas (x) e dentro da parcela (y) dos indivíduos recapturados na terceira e quarta campanhas de monitoramento e B) Número de

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

Das populações avaliadas, três apresentaram um valor de recaptura e deslocamento consideravelmente mais elevado que as demais. As populações de *Morpho helenor*, *Nessaea obrinus* e *Taygetis virgilia* ao todo somaram 179 indivíduos recapturados, com deslocamento médio de $\approx 293,33$, $\approx 240,71$ e $\approx 301,47$ metros, respectivamente. Outras populações também apresentaram valores elevados de deslocamento, mas com número de indivíduos recapturados menor. Esse foi o caso de: *Morpho menelaus*, *Colobura dirce* e *Amphidecta calliomma*.

Apenas um indivíduo apresentou deslocamento entre módulos. O referido indivíduo (B.210) – *Nessaea obrinus* – percorreu mais de 29 quilômetros. Esse foi inicialmente observado no módulo M2, parcela P5 no dia 22/02/2013. Quatro dias depois da primeira observação, no 26/02/2013 o mesmo indivíduo foi registrado no módulo M4 na parcela P2. A distância entre as parcelas dos dois módulos é de 29,28 km (**Figura 19**). Apesar de a distância ser muito elevada em função do tempo transcorrido, deve-se atentar para o fato de que o deslocamento se deu no sentido montante-jusante (rio abaixo) e o indivíduo pode ter sido transportado em troncos ou outros substratos constantemente carregados pelo rio, especialmente na época de registro, que apresentava elevado índice pluviométrico com os cursos d'água muito acima da cota normal. Por se configurar um *outlier* o indivíduo B.210 não foi utilizado para o cálculo da média geral.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora



Figura 19. Desenho esquemático representativo do deslocamento total observado para um indivíduo de *Nessaea obrinus*. Em vermelho os pontos onde o indivíduo foi observado.

No módulo M1, constituído por sete parcelas, foram registradas 77 recapturas de populações pertencentes aos gêneros *Amphidecta*, *Archaeoprepona*, *Bia*, *Caligo*, *Catoblepia*, *Catonephele*, *Colobura*, *Morpho*, *Nessaea*, *Opsiphanes*, *Prepona*, *Smyrna*, *Taygetis* e *Tigridia*. Dentre as populações, as que apresentaram maior frequência de recaptura ao longo do tempo, assim como maior abundância dentro da amostra foram *Morpho helenor* e *Nessaea obrinus* com 13 e 9 indivíduos recapturados respectivamente.

Com relação ao deslocamento dentro do módulo, do total de indivíduos registrados, 20 apresentaram sentido de deslocamento em direção à borda e 13 na direção do interior do fragmento. Quarenta e quatro indivíduos não apresentaram sentido algum de deslocamento, sendo a sua posição final, idêntica a inicial (**Figura 20**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

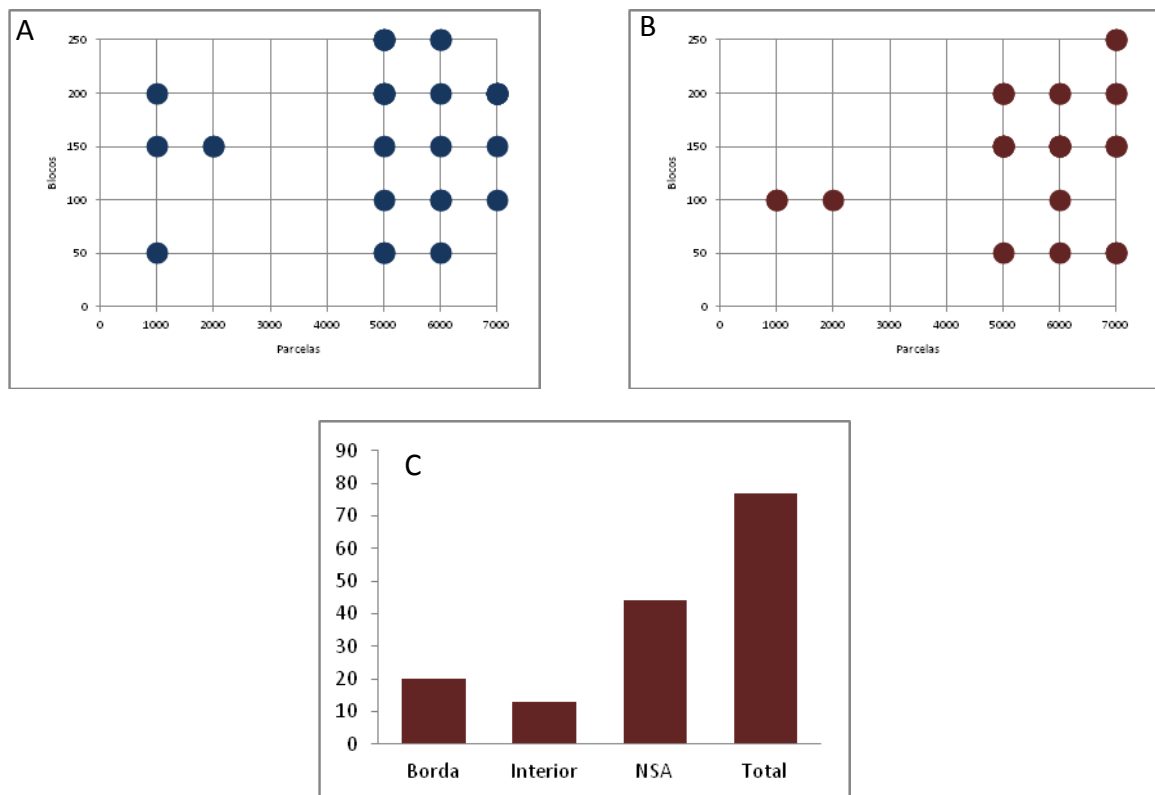


Figura 20. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M1. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M1. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M1 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

Apesar do número mais elevado de recapturas ocorridas no módulo M2 (125) a riqueza de espécies recapturadas ($s = 21$) não foi a mais elevada, ficando atrás do módulo M1 que apresentou 29 diferentes espécies. Assim como no módulo M1, as espécies que apresentaram as maiores populações foram *Morpho helenor* (24 recapturas em um total de 95 indivíduos registrados no módulo) e *Nessaea obrinus* (27 recapturas em um total de 95 indivíduos registrados no módulo). Com relação ao sentido do deslocamento, o número de indivíduos se deslocando no sentido da borda e no sentido contrário foi o mesmo ($n=31$) ao longo do tempo. Do total dos 125 indivíduos, 63 não apresentaram movimentação (**Figura 21**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

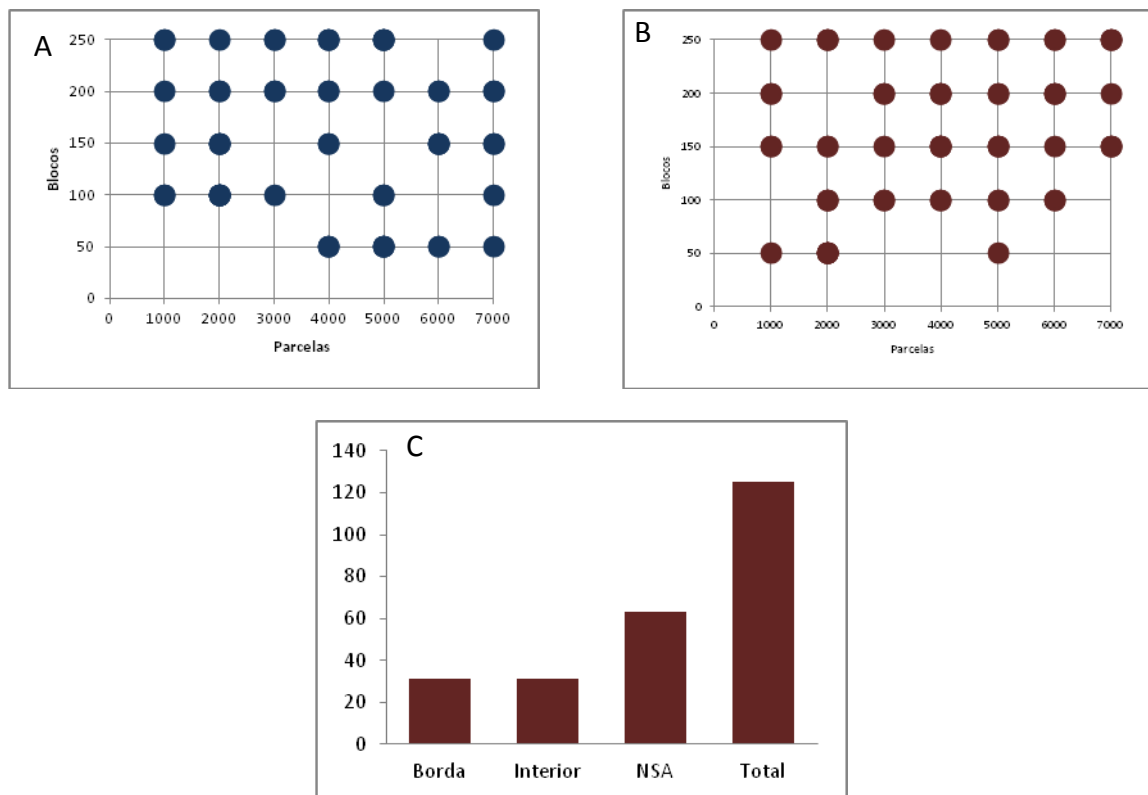


Figura 21. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M2. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M2. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M2 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

No módulo M3, dos 381 indivíduos registrados na terceira e quarta campanhas, 42 foram recapturados, sendo esses agrupados em 15 diferentes espécies. Assim como nos outros módulos, as espécies mais recorrentes foram *Morpho helenor* (n=5) e *Nessaea obrinus* (n = 5). Mas, também foram observadas: *Taygetis laches* (n=4) e *Amphidecta calliomma* (n=3), dentre outras. Dos 42 indivíduos recapturados 11 se encontravam mais próximos à borda do fragmento no momento do segundo registro, ao passo que 9 se encontravam mais distantes em relação ao registro inicial (**Figura 22**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

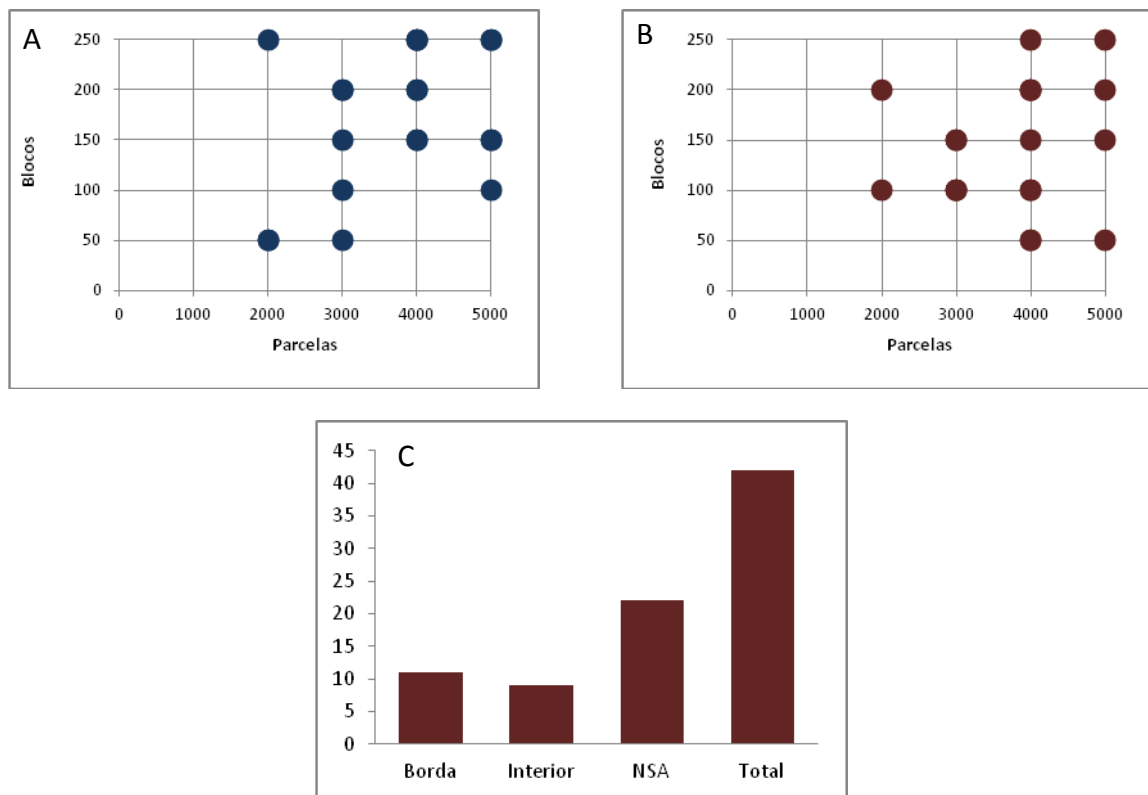


Figura 22. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M3. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M3. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M3 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

A riqueza total de recapturas no módulo M4 também foi de 15 espécies, e, também de modo similar ao ocorrido no módulo M3, *Morpho helenor* e *Nessaea obrinus* estão entre as espécies mais frequentes. No entanto o maior valor de frequência de recaptura, no módulo M4 foi observado para *Taygetis virgilia*. Do total de 46 espécies registradas nas duas campanhas, 12 foram recapturadas, revelando uma população local limitada. Situação semelhante a *Taygetis zippora* que de um total 15 registros individuais, cinco foram recapturados. Para o módulo M4, a maioria das espécies apresentou movimento no sentido borda interior, do outro lado, 10 indivíduos apresentaram sentido de deslocamento contrário (Figura 23).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

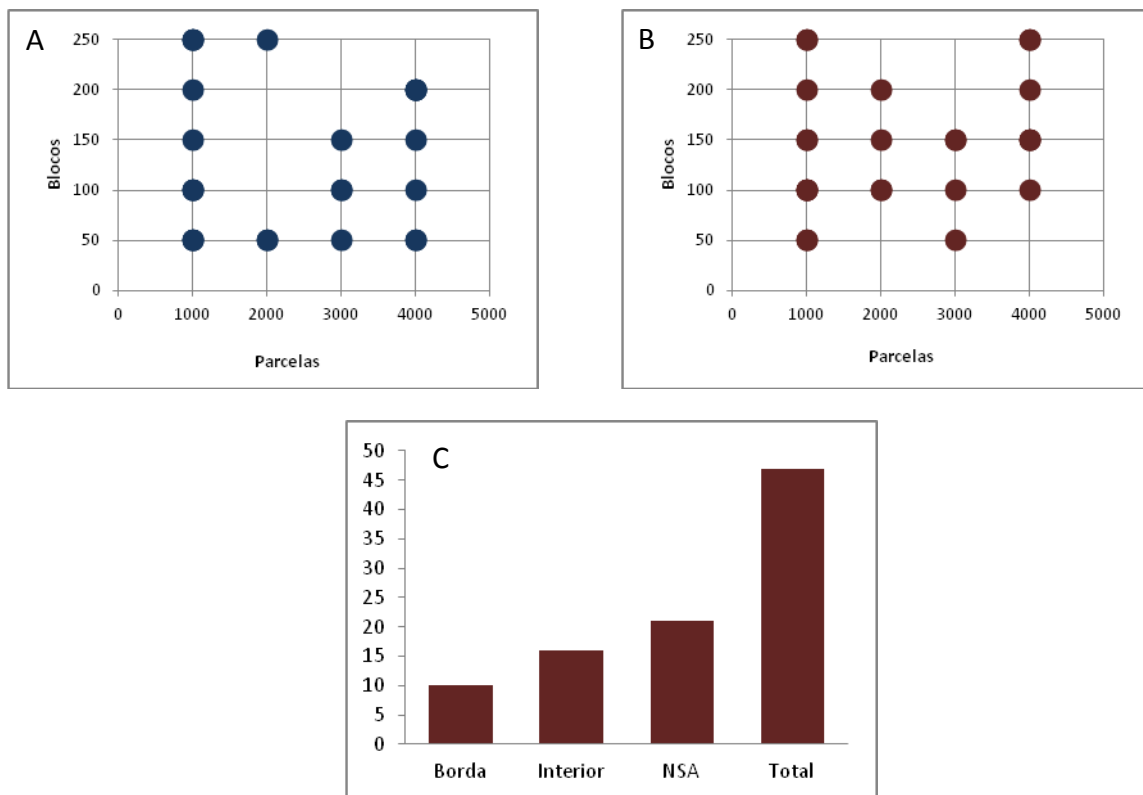


Figura 23. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M4. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M4. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M4 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

O módulo M5 foi o que apresentou as menores populações, reflexo, em última análise, da baixa riqueza e abundância observada no módulo de maneira geral. No módulo em questão foram realizadas 25 recapturas, envolvendo os gêneros *Archaeoprepona*, *Bia*, *Morpho*, *Nessea*, *Taygetis* e *Tigridia*, dos quais a maioria das espécies apresentou apenas um episódio de recaptura, exceção feita à *Morpho helenor* com sete indivíduos recapturados e *Nessea obrinus*, com seis. Além do baixo número de recapturas a diferença entre os sentidos de deslocamento foi praticamente nula. Enquanto cinco indivíduos foram registrados migrando no sentido da borda do fragmento, apenas quatro indivíduos foram registrados no sentido oposto (Figura 24).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

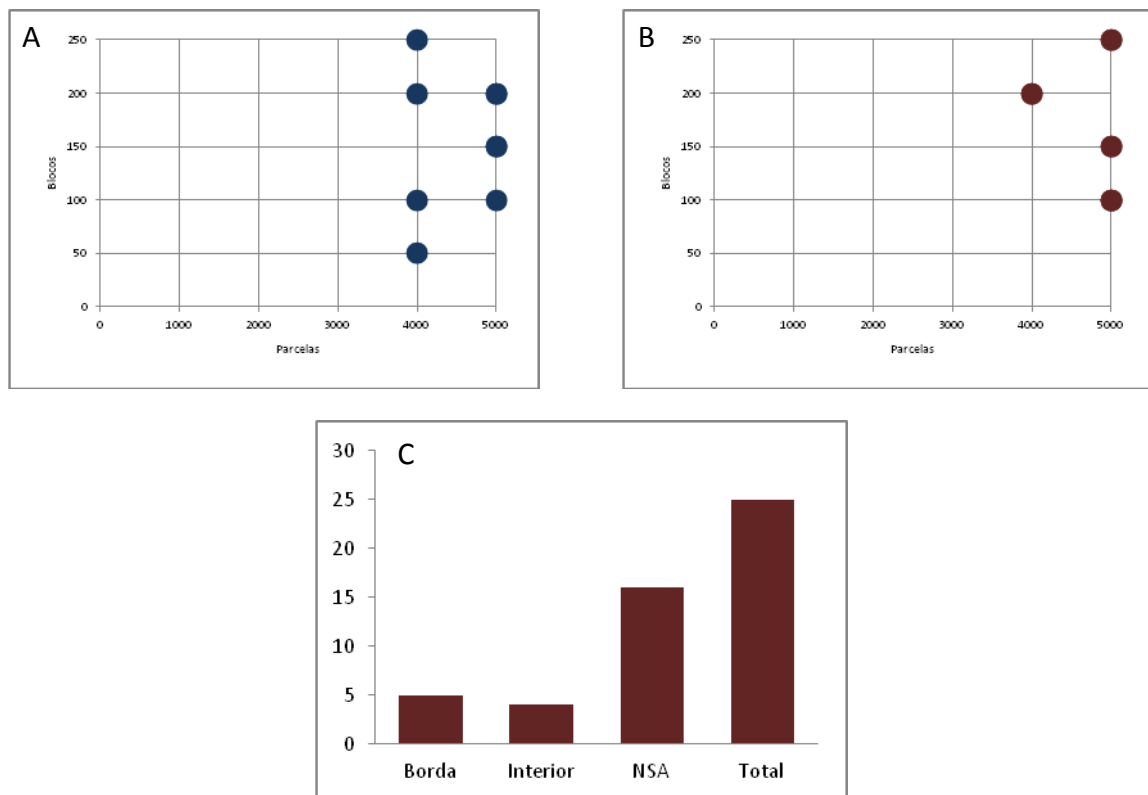


Figura 24. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M5. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M5. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M5 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

Apesar do grande número de recapturas ocorridas no módulo M6, a riqueza de espécies marcadas e recapturadas não foi muito elevada. Dos 61 indivíduos registrados apenas 13 espécies foram computadas, pertencente a cinco diferentes gêneros: *Archaeoprepona*, *Hamadryas*, *Morpho*, *Nessaea* e *Taygetis*. As maiores populações foram de *Morpho helenor*, com 19 recapturas e *Nessaea obrinus*, com 18 recapturas durante os períodos de coleta. Com relação à direção de deslocamento, 14 indivíduos foram registrados se deslocando no sentido interior borda, ao passo que 10 indivíduos foram registrados se deslocando no sentido borda interior (**Figura 25**).

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

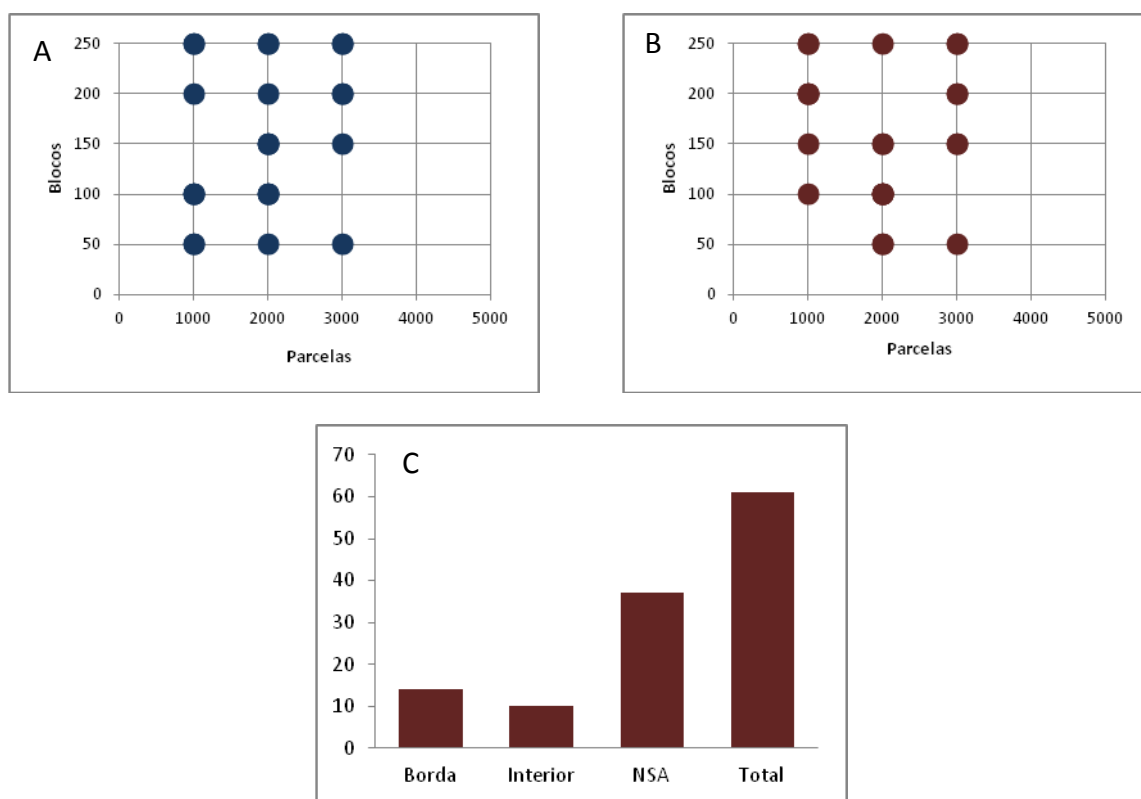


Figura 25. A) Posição inicial dos indivíduos recapturados no módulo M6. B) Posição Final dos indivíduos recapturados no módulo M6. C) Número de indivíduos por sentido do deslocamento dos espécimes recapturados no módulo M6 na terceira e quarta campanhas de monitoramento dos módulos RAPELD da UHE Teles Pires. NSA = não se aplica.

Não foi registrado nenhum indivíduo pertencente à espécie *Agrias claudina* (Nymphalidae: Caharaxine), na terceira e quarta campanhas. Até então, o único registro ocorreu no módulo M2 parcela 7 a 150 m da borda do fragmento (UTM 557859 e 8950249), fora dos módulos RAPELD.

As espécies do gênero *Agrias* são um excelente exemplo das várias formas pelas quais as intervenções humanas podem levar populações naturais ao declínio. Na cidade do Rio de Janeiro, a pressão de sobrecoleta (especialmente para fins ornamentais) exercida sobre as populações de *A. claudina* em consecutivos anos é apontada como o fator principal de seu decréscimo populacional. Segundo Freitas & Marini-Filho (2011), apesar de existirem centenas de espécimes depositados na coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro, nenhum indivíduo é registrado em quase 20 anos de inventários nas florestas da região e por esse motivo, a coleta deve ser controlada para as espécies ameaçadas, para as quais estudos

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

populacionais detalhados são necessários, já que muitas delas são bastante sensíveis e com tamanho populacional pequeno.

Apesar de ser uma espécie de ampla distribuição com registros no Sul, Sudeste, Centro Oeste e Norte do país, incluindo território extranacionais como Colômbia (BROWN JR & FREITAS, 1999; MARINI-FILHO, 2011; PINHEIRO & EMERY, 2006; SALAZAR, 1994), a fragilidade da espécie, e do gênero de uma maneira geral, se dá em decorrência de suas características populacionais e de sua relação com a comunidade vegetal (CASAGRANDE & MIELKE, 1985; CASAGRANDE & MIELKE, 1997; FURTADO, 1984; KESSELRING, 1989). Desse modo, *A. claudina* tem sido descrita na literatura como em risco no estado do Pará, em função principalmente da perda acelerada de hábitat convertida em alguma forma de uso antrópico. Dessa maneira, é natural que a densidade de espécies seja regionalmente baixa, o que explica os raros registros observados no estudo até o momento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando em conjunto as diferentes abordagens conduzidas acerca das borboletas indicadoras de qualidade ambiental, chega-se à conclusão de que ambas as discussões convergem a mesmo ponto, revelando um padrão de distribuição espacial. Tanto a utilização de valores específicos das espécies, quanto a avaliação dos parâmetros ecológicos das comunidades observadas em cada módulo, corroboram a ideia de que os módulos M1 e M2 apresentam maior qualidade ambiental, se comparados com os módulos M5 e M6, estando os módulos M3 e M4 intermediários à esses.

Para análises mais robustas, informações mais consistentes acerca das áreas onde os módulos ou parcelas estão instalados são necessárias. Algumas métricas da paisagem são apontadas como de fundamental importância para estudos de diversidade biológica. Informações como a proximidade dos fragmentos a áreas com diferentes formas de uso, a relação área perímetro, a proporção de borda ou até mesmo as dimensões básicas desses fragmentos podem ser confrontadas com a diversidade de espécies observada. Além disso, informações mais simples como a variação regional da temperatura ao longo do tempo de coleta, umidade do ar, características de solo e relevo também podem complementar tais associações.

Do ponto de vista biótico, algumas características espaciais dos módulos (ou parcelas), especialmente com relação à comunidade vegetal, podem ser importantes para a análise da variação espaço-temporal das comunidades de borboletas frugívoras de sub-bosque, complementando os padrões de distribuição espaciais dos ninfalídeos aqui estudados.

Outro fator que deve ser considerado é que parcelas dentro de um mesmo módulo se mostram muito heterogêneas e agregam uma série de características muito distintas entre

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

si. Em outras palavras, cada parcela abriga um conjunto de informações ambientais muito grande que se perdem à medida que a escala analítica é ampliada para o módulo.

Mesmo com as relevantes observações acerca dos padrões espaciais de distribuição da fauna de borboletas entre os diferentes módulos, o viés temporal ainda carece de abordagens analiticamente mais consistentes. Sendo a proposta do monitoramento avaliar o comportamento das comunidades ao longo do tempo, seria interessante que toda a variação temporal (todas as campanhas executadas até o momento) fossem abordadas em relatórios futuros, elevando assim o poder de síntese da variável “tempo” no contexto geral do estudo.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

7. REGISTROS FOTOGRÁFICOS



Figura 26. Sequência de procedimento metodológico de marcação e morfometria realizado para os indivíduos capturados.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

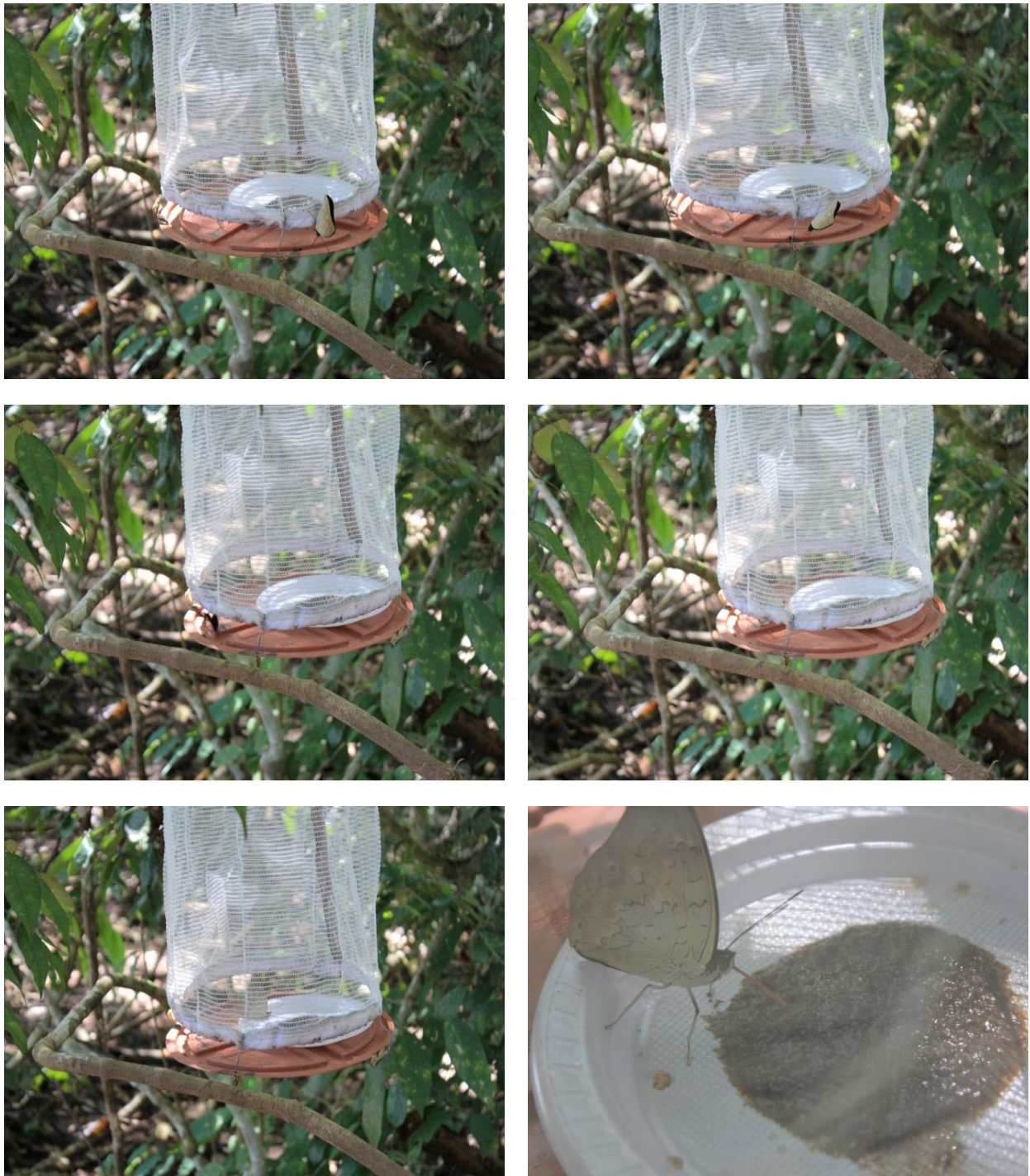


Figura 27. Sequência de registros do funcionamento da armadilha. Indivíduo identificando o odor, sendo atraído pela isca, se esgueirando para entrar no cilindro e consumindo a mistura.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora



Figura 28. Manejo em *M. achilles*.



Figura 29. Marcação realizada em *M. achilles*.



Figura 30. Manejo em *N. orbinus*.



Figura 31. Marcação realizada em *N. orbinus*.



Figura 32. Manejo em *A. calliomma*.



Figura 33. Marcação realizada em *A. calliomma*.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A. N.; LUDWIG, J. A.; LOWE, L. M. & RENTZ, D. C. F. Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: Responses to disturbance in Kakadu National Park. **Austral Ecology**, Carlton, v. 26, p. 213-222, 2001.
- BARLOW, J., GARDNER, T.A., ARAUJO, I.S. *et al.* Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **PNAS**, 104: 18555-18560, 2007.
- BARLOW, J., ARAUJO, I.S., OVERAL, W.L., *et al.* Diversity and composition of fruit-feeding butterflies in tropical Eucalyptus plantations. **Biodiversity and Conservation**, 17, 1089–1104, 2008.
- BECCALONI, G. W.; GASTON, K. J. Predicting The Species Richness Of Neotropical Forest Butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) As Indicators. **Biological Conservation**, v. 71, p. 77-86, 1995.
- BROWN JR., K. S. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In: COLLINS, N. M. & THOMAS, J. A. (eds.). **The conservation of insects and their habitats**. London: Academic Press, 1991. p. 349-404.
- BROWN JR, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H. L. & MAIA, N. B. (eds). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Shell S.A., 1997a. p. 143-155.
- BROWN JR., K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p.25-42, 1997b.
- BROWN JR., K. S. Insetos indicadores da história. Composição, diversidade e integridade de Matas Ciliares. In: LEITÃO FILHO, H. & RIBER, R. (eds.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, EDUSP-SP, 2000. p. 223-232.
- BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. 1999. Lepidóptera. Pp. 225-243 in: Joly C. A. & C. E. M. Bicudo (orgs.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, Brandão C. R. F. & E. M. Cancellato (Eds.) 5 – Invertebrados terrestres. FAPESP. São Paulo. xviii + 279 pp.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p.934-956, 2000.
- BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 11-12, p. 934-956, 2000.
- CASAGRANDE, M.M. & O.H.I-I. MIELKE. 1985. Estágios imaturos de *Agrias claudina claudianus* Staudinger (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae). **Revta bras. Ent.** 29: 139-142.
- CASAGRANDE, M. M. & MIELKE, O, H. H. 1997. Plantas hospedeiras das espécies de *Agrias* Doubleday (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae). **Revta bras. Zoo I.** 14 (3): 771 – 772.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

- DE SOUZA, O. F. F. & Brown, V. K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, p.197-206, 1994.
- DEVRIES, P. J.; MURRAY, D.; LANDE, R. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 62, p. 343–364, 1997.
- DEVRIES, P. J.; WALLA, T. R. Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 68, p. 333–353, 1999.
- EGGLETON, P. & BIGNELL, D. E. Monitoring the response of tropical insects to changes in the environment: troubles with termites. In: HARRINGTON & STORK, (eds). **Environment**. London: Academic Press of London, 1995: 473-497.
- FREITAS, A. V. L.; LEAL, I. R.; UEHARA-PRADO, M.; IANUZZI, L. 2006. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In: Rocha, C.F.D.; H.G. Bergallo; M. Van Sluys; M.A.S. Alves. (Org.). **Biologia da Conservação**. São Carlos, SP: Rima, p. 357-384.
- FREITAS, A. V. L. & MARINI-FILHO, O. J. 2011. Plano de Ação Nacional para Conservação dos Lepidópteros Ameaçados de Extinção. ICMBio, Brasília, 124p.
- FURTADO, E. 1984. Contribuição ao conhecimento dos lepidópteros brasileiros - I. Biologia de *Agrias amydon ferdinandi* Fruhstorfer (Nymphalidae, Charaxinae). **Revta bras. Ent.** 28: 280-294
- GOTELLI, N. J. 2009. **Ecologia**. Editora Planta, Maringá. 287p.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of specie richness. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, p. 379-391, 2001.
- JAROSLAV, J. Staphylinid beetles as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. (1-3), p. 357-372, 1999.
- KESSELRING, J. 1989. Agrias, a rainha das borboletas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, 10 (60): 40-48.
- KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, p. 373-393, 1999.
- LAMAS, G. (Ed). Checklist: part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea. In: HEPPNER, J. B. Atlas of Neotropical Lepidoptera 5A. Gainesville, Scientific Publishers, Association for Tropical Lepidoptera, 2004. 439 p.
- LANDRES, P.B., VERNER, J., THOMAS, J.W. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*, 2: 316-328, 1988.
- LEWISOHN, T. AND PRADO, P. I. 2005. Quantas espécies há no Brasil. **Megadiversidade**. 1: 36-42.
- MAGURRAM, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, 2004. 256 p.
- MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 73: 181-201, 1998.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

- MIZIARA, F. Condições estruturais e opção individual na formulação do conceito de “fronteira agrícola”. In Silva, L. S. D. (org.) **Relações Cidade-Campo: Fronteiras**. Goiânia Editora da UFG/ CEGRAF, p. 273-289. 2000.
- MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J. & BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, p. 661-672, 2002.
- OOSTERMEIJER, J. G. B. & VAN SWAAY, C. A. M. The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. **Biological Conservation**, Essex, v. 86, p. 271-280, 1998.
- PINHEIRO, C.E.G & E.O. EMERY. 2006. As borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça do Veado (Distrito Federal, Brasil). **Biota Neotropica**, 6 (3).
- RAIMUNDO, R.L.G.; FREITAS, A.V.L.; COSTA, R.N.S.; OLIVEIRA, J.B.F.; MELO, A.B.; BROWN JR, K.S. Manual de monitoramento ambiental usando borboletas e libélulas - Reserva Extrativista do Alto Juruá. **Série Pesquisa e Monitoramento Participativo em Áreas de Conservação Gerenciadas por Populações Tradicionais**, Volume 1. CERES/Laboratório de Antropologia e Ambiente, Campinas. 2003
- RAINIO J, & NIEMELA J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 12, p. 487-506, 2003.
- SALAZAR, J. A. 1994. Two new records of *Agrias claudina intermedia* from Eastern Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae: Charaxinae). **Tropical Lepidoptera**, 5(2): 101-102.
- RODRIGUEZ, J. P.; PEARSON, D. L. & BARRERA, R. R. A test for the adequacy of bioindicator taxa: Are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela? **Biological Conservation**, Essex, v. 83, n. 1, p. 69-76, 1998.
- TAYLOR, R. J. & DORAN, N. Use of terrestrial invertebrates as indicators of the ecological sustainability of forest management under the Montreal Process. **Journal of Insect Conservation**, v. 5, p. 221-231, 2001.
- TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A. & STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindicator using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interaction. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, p. 708-719, 1998
- UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica*, v.4, p. 1–25, 2004. (<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n1/en/download?inventory+BN00504012004+item>).
- UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A. V. L., Metzger, J. P. ALVES, L. SILVA, W. G. E BROWN JR., K. B. 2003. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) como indicadoras de fragmentação florestal no Planalto Atlântico Paulista. In: **Congresso de Ecologia do Brasil**, 6., Fortaleza. Anais do VI CEB, Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003. p.297-299.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

UEHARA-PRADO, M., FERNANDES, J.O., BELLO, A.M. et. al. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol Cons*, 142: 1220-1228, 2009.

P.17- Programa de Monitoramento da Entomofauna Bioindicadora

Pablo Vinicius Clemente Mathias
Diretor Técnico
Biota – Projetos e Consultoria Ambiental Ltda.
CNPJ: 05.761.748.0001-20

Cláudio Veloso Mendonça
Diretor Administrativo
Biota – Projetos e Consultoria Ambiental Ltda.
CNPJ: 05.761.748/0001-20

Goiânia, 02 de Setembro de 2013.

Biota – Projetos e Consultoria Ambiental Ltda.
Rua 86-C nº 64 – Setor Sul - CEP: 74083-360. Goiânia - GO – Brasil
Fone: (62) 3945-2461 / 8405-4449 / 8405-4451
www.biotanet.com.brbiota@biotanet.com.br