



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Simone Ramos dos Santos

**PROPOSTA DE PROTOCOLO DE MONITORAMENTO UTILIZANDO
BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)
COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL NA RESERVA
BIOLÓGICA UNIÃO/RJ**

Rio de Janeiro
2012



UFRJ

SIMONE RAMOS DOS SANTOS

PROPOSTA DE PROTOCOLO DE MONITORAMENTO UTILIZANDO
BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) COMO
INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL NA RESERVA BIOLÓGICA
UNIÃO/RJ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadores: Prof. Dr^a Maria Fernanda S.Q.C. Nunes

Prof. Dr. Ricardo Ferreira Monteiro

Rio de Janeiro
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Simone Ramos dos.

Proposta de protocolo de monitoramento utilizando borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) como indicadores de impacto ambiental na Reserva Biológica União/RJ / Simone Ramos dos Santos. – 2012. 84f. : 22il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012.

Orientadores: Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes e Ricardo Ferreira Monteiro.

1. Monitoramento. 2. Gestão ambiental. 3. Unidade de Conservação. 4. Borboletas frugívoras. I. Nunes, Maria Fernanda S.Q.C (Orient.). Monteiro, Ricardo F. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.



UFRJ

Simone Ramos dos Santos

PROPOSTA DE PROTOCOLO DE MONITORAMENTO
UTILIZANDO BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) COMO INDICADORES DE IMPACTO
AMBIENTAL NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO/RJ

Orientador (es): Prof. Dr^a Maria Fernanda S.Q.C. Nunes
Prof. Dr. Ricardo Ferreira Monteiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof^a Maria Fernanda S.Q.C. Nunes, Doutorado, UFRJ

Prof^a Cristina Aparecida Gomes Nassar, Doutorado, UFRJ

Prof. Manoel Antonio da Fonseca Costa Filho, Doutorado, UFRJ

Prof^a. Margarete de Macedo Monteiro, Doutorado, UFRJ



Dedico este trabalho aos meus pais Severino
e Eliane que me ensinaram que o
conhecimento é a maior herança que os pais
podem deixar aos filhos.



AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer àqueles que me deram a vida e sempre estiveram ao meu lado me apoiando, cuidando e por quem tenho o amor eterno: meus pais, Severino e Eliane. Sem o apoio e cuidado deles eu não teria chegado até aqui. Agradeço a vocês pelo amor, compreensão e por terem me proporcionado o melhor que vocês poderiam me dar. A toda minha família, avós, tios, tias, primos e primas que são pessoas maravilhosas e sempre acreditaram em mim, obrigada por fazerem parte da minha vida.

Agradeço a minha orientadora Maria Fernanda por ter me aceitado nesse projeto e por ter acreditado em mim.

Agradeço imensamente ao meu co-orientador Ricardo Monteiro, pela paciência, pelo carinho, confiança, pelo apoio financeiro e logístico e por ter me aceitado de braços abertos na equipe do laboratório de Ecologia de Insetos. Tive muita sorte de ser encaminhada para fazer parte desta equipe maravilhosa!

À Prof^a Margarete Macedo que se mostrou uma grande amiga e por quem eu tenho imenso carinho. Tenho aprendido muito com você, filha!

À todos os amigos do Laboratório de Ecologia de Insetos que são pessoas fantásticas e que me ajudaram nos campos, com espírito de equipe e apoio mútuo. Tenho certeza de que sem a ajuda de vocês esse trabalho não seria possível...

À Cristina e Abacaxi pela ajuda constante em campo. Eram muito divertidas nossas

viagens! Obrigada Rubimar, Anne, Barbara, Ethel, Rodrigo e Pimenta! Obrigada, Marcinha, pelo carinho, minha maçãzinha!

Agradeço também a Vivian Flinte, minha querida amiga, pela pessoa tão especial que você é! Obrigada pelo carinho e pela Marie!

Agradeço em especial a Viviane Grenha e Milena Nascimento, amigas e irmãs do coração que, longe ou perto, sempre estão comigo seja pra tirar dúvidas de trabalho ou simplesmente conversar, aconselhar, chorar e rir. Vocês são *the best!*

Agradeço em especial também ao amigo de turma Yucatan pelo carinho, conselhos (muitas vezes ignorados.. rs) e bate-papos tão animados nos intervalos das aulas. Valeu Yuca!

Agradeço também as pessoas que me ajudaram a trilhar o caminho, Flavia Colacchi do Laboratório de Ecologia Aplicada, pela disponibilidade em me atender sempre, Drs. André Freitas (UNICAMP) e Manoel Antonio da Costa (UERJ) pela identificação das borboletas e Dr^a Daniela Rodrigues pela ajuda na sistemática.

Ao Programa de Engenharia Ambiental (Poli/UFRJ), aos queridos professores e funcionários. Ao projeto HYMPAR Sudeste pelo apoio logístico. Ao ICMBio/Reserva Biológica União pela autorização e realização deste trabalho.

Tenho que agradecer imensamente a Deus por todas as oportunidades que colocou no meu caminho: oportunidade de conhecer pessoas simplesmente maravilhosas, de fazer parte de uma equipe maravilhosa e por ter uma família maravilhosa!

*“O mundo que criamos hoje, como
resultado de nosso pensamento,
tem agora problemas que não podem
ser resolvidos se pensarmos da mesma
forma que quando criamos.”*

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

SANTOS, Simone Ramos dos. **Proposta de protocolo de monitoramento utilizando borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) como indicadores de impacto ambiental na Reserva Biológica União/RJ.** Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Nas últimas décadas a sociedade tem buscado formas de avaliação e soluções para a mitigação da degradação ambiental com a elaboração de metodologias que visem um diagnóstico preliminar dos impactos na biodiversidade ou nos ecossistemas, decorrentes das atividades antrópicas. Analisou-se a viabilidade da utilização de borboletas frugívoras como indicadores de impacto utilizando-se armadilhas que ficavam expostas no campo em duas áreas com graus de impacto diferentes: uma considerada “conservada” e outra “impactada”. Duas amostragens foram feitas, na primeira as iscas ficavam expostas mensalmente por dois dias e na segunda, cinco dias em apenas duas estações. Capturou-se 394 indivíduos pertencentes a 46 espécies. Houve diferença significativa na riqueza (Mann-Whitney $U=2913.0$; $p=0,0011$) e abundância (Mann-Whitney $U= 2855.0$; $p=0,0006$) de indivíduos nas duas áreas. As áreas também apresentaram diferença na composição de espécies (similaridade=0,54). Espécies como *Hamadryas feronia* e *Capronieria galesus* mostraram distribuição preferencial na área impactada e *Catoblepia amphirhoe* e *Archaeoprepona d. demophon* na área conservada. A amostragem de cinco dias em apenas duas estações do ano revelou-se satisfatória para o monitoramento da Reserva além de ter registrado uma espécie considerada ameaçada de extinção no estado do Rio de Janeiro, *Agrias claudina claudina*. O estudo mostrou também que o uso de borboletas frugívoras possibilitou uma avaliação útil, objetiva e pouco dispendiosa sobre áreas com diferentes níveis de impacto ambiental. Esses insetos se mostraram adequados para programas de monitoramento de longo prazo, para o acompanhamento da dinâmica desses ecossistemas e para melhor fundamentar a tomada de decisão na gestão da Unidade de Conservação.

Palavras-chave: monitoramento; gestão ambiental; unidade de conservação; borboletas frugívoras.

ABSTRACT

SANTOS, Simone Ramos dos. **Proposal for a monitoring protocol using frugivorous butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators of environmental impact in the União Biological Reserve / RJ.** Rio de Janeiro, 2012. Dissertation (MSc in Environmental Engineering) - Polytechnic School and School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

In recent decades the world society has sought ways to assess and solve the environmental degradation with the development of methodologies aimed at a preliminary diagnosis of impacts on biodiversity and ecosystems, resulting from human activities. It was analyzed the feasibility of using frugivorous butterflies as indicators of impact, using traps that were exposed in the field in two areas with different degrees of impact: one considered "conserved" and other "impacted." Two samples were taken, in the first, baits were exposed for two days each month and in the second, five days in just two seasons. It was captured 394 individuals belonging to 46 species. There were significant differences in richness (Mann-Whitney $U=2913.0$, $p=0.0011$) and abundance (Mann-Whitney $U=2855.0$, $p=0.0006$) of individuals in both areas. The areas also showed differences in species composition (similarity=0.54). Species such as *Hamadryas feronia*, *Capronnieria galesus*, showed preferential distribution in the impacted area and *Catoblepia amphirhoe* and *Archaeoprepona d. demophon* in the conservation area. Sampling of five days in only two seasons revealed to be satisfactory for the monitoring of the Reserve as well as having recorded a species considered endangered in the state of Rio de Janeiro, *Agrias claudina claudina*. The study showed that the use of frugivorous butterflies provided a useful, objective and inexpensive evaluation over areas with different levels of environmental impact. These insects were suitable for programs of long-term monitoring, to monitor the dynamics of these ecosystems and to better support decision-making in the management of the Conservation Unit.

Key-words: monitoring, environmental management, conservation area; frugivorous butterflies.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização geográfica da Reserva Biológica União. Fonte: (MMA/ICMBio, 2008).....29
- Figura 2. Variação mensal da temperatura e precipitação nos anos de 2004, 2005 e 2006 na Reserva Biológica União/RJ. Dados do Programa de Translocação da Associação Mico-leão-dourado.....31
- Figura 3. Mapa temático de circulação interna da Reserva Biológica com os sítios de amostragem. Área conservada: Estrada das Três Pontes (trilha n° 4). Área impactada: Estrada Principal de Furnas (trilha n° 2). Fonte: Modificado do Plano de Manejo da Reserva Biológica União (2008).....33
- Figura 4. Visualização da área impactada por satélite com os respectivos pontos de amostragem (fonte: Google Earth).....34
- Figura 5. Visualização da área conservada por satélite com os respectivos pontos de amostragem (fonte: Google Earth).....35
- Figura 6 – Aspecto das duas áreas estudadas. A) Estrada das Três Pontes. (B-D): Área conservada. E) Estrada Principal de Furnas. (F-H): Área impactada.....36
- Figura 7. (A) Armadilha de isca utilizada para captura das borboletas. (B) Aspecto da isca preparada com banana fermentada com cachaça.....37
- Figura 8. (A) Envelopes utilizados para coleta das borboletas em campo. (B) Esticadeiras para montagem de lepidópteros.....40
- Figura 9 – Três espécies de borboletas frugívoras mais comuns na Reserva Biológica União/RJ, capturadas no período de estudo. A) *Hamadryas feronia* (dorsal). B) *Hamadryas feronia* (ventral). C) *Capronnieria galesus* (dorsal). D) *Capronnieria galesus* (ventral). E) *Hamadryas februa* (dorsal). F) *Hamadryas februa* (ventral).....45
- Figura 10. Distribuição da abundância relativa das espécies de borboletas Nymphalidae, representadas por mais de um indivíduo, na Reserva Biológica União/ RJ, de fevereiro de 2010 a maio de 2011.....45
- Figura 11. Curva de acumulação de espécies (Sobs) e estimativas de riqueza das espécies calculadas através dos estimadores Chao1, Chao2 e Jacknife 1.....46
- Figura 12. Número de espécies de Nymphalidae capturadas em amostragens feitas durante o período de estudo na Reserva Biológica União. 1= espécies que foram registradas em apenas um mês de amostragem. 10= espécies que foram registradas nas 10 amostragens.....46

- Figura 13. Variação temporal da riqueza (A), abundância (B) e diversidade (C) de borboletas frugívoras de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011 na Reserva Biológica União, RJ. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.....48
- Figura 14. Variação temporal da abundância das duas espécies de borboletas frugívoras mais abundantes na Reserva Biológica União, RJ no período de estudo, *Hamadryas feronia* e *Capronnieria galesus*. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.....50
- Figura 15 – Três espécies de borboletas frugívoras mais comuns na área conservada na Reserva Biológica União/ RJ, capturadas no período de estudo. A) *Catoblepia amphirhoe* (dorsal). B) *Catoblepia amphirhoe* (ventral). C) *Archaeoprepona demophon* (dorsal). D) *Archaeoprepona demophon* (ventral). E) *Catonephele acontius* (dorsal). F) *Catonephele acontius* (ventral).....51
- Figura 16. Abundância absoluta de borboletas frugívoras nas áreas impactada e conservada na Reserva Biológica União, RJ no período de fevereiro de 2010 a maio de 2011 através das duas metodologias. Apenas foram consideradas espécies com mais de cinco indivíduos capturados.....52
- Figura 17. Equitabilidade de espécies nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.....55
- Figura 18. Riqueza (A), abundância (B) e diversidade (C) de espécies nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.....56
- Figura 19. *Paryphthimoides phronius*. (D)-Vista dorsal. (V)-Vista ventral.....58
- Figura 20. Comparação de abundância absoluta nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ com relação aos dois tipos de amostragens, (A2) - Amostragens de dois dias e (A5) – Amostragens de cinco dias. (A) Área impactada. (B) Área conservada. Estão representadas as espécies mais abundantes em relação às duas metodologias.....60
- Figura 21 – Espécies mais abundantes na amostragem de cinco dias. A) *Taygethis laches marginata* (dorsal). B) *Taygethis laches marginata* (ventral). C) *Hamadryas arete* (dorsal); D) *Hamadryas arete* (ventral). E) *Hamadryas laodamia* (dorsal). F) *Hamadryas laodamia* (ventral).....61
- Figura 22. *Agrias claudina claudina*. (D)-Vista dorsal. (V)-Vista ventral.....63

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores de área das formações vegetais e uso do solo ocorrentes na Reserva Biológica União/RJ. (MMA/ICMBIO, 2008).....30
- Tabela 2. Características da Mata Atlântica da Reserva Biológica União em relação as áreas de borda e interiores preservados (distantes a mais de 400m de qualquer borda) (RODRIGUES,2004).....35
- Tabela 3. Coordenadas e elevação de cada armadilha dentro das duas áreas de estudo.....38
- Tabela 4. Lista das 46 espécies das cinco subfamílias de borboletas Nymphalidae capturadas na Reserva Biológica União/RJ de fevereiro de 2010 a maio de 2011.....44
- Tabela 5. Lista das 17 espécies de borboletas frugívoras comuns as áreas impactada e conservada, em ordem de abundância total na Reserva Biológica União/RJ no período de estudo. IMP= área impactada; CONS=área conservada.....54
- Tabela 6. Lista de capturas das espécies de borboletas frugívoras através das duas metodologias ao longo dos meses de amostragens na Reserva Biológica União/RJ. Os números entre parênteses correspondem à ordem de colocação das dez espécies mais abundantes em cada tipo de amostragem. A2 – Amostragem de dois dias. A5 – Amostragem de cinco dias.....59
- Tabela 7. Comparação entre os custos operacionais da metodologia de dois dias e de cinco dias para o monitoramento ambiental durante o período de ano de estudo. *Valor de armadilha baseado no site Bioquip products (www.bioquip.com) – Item de catálogo n° 1423. Valor original em dólar. Convertido para Real a uma cotação de R\$1,50. **Percurso considerando partida e chegada na Ilha do Fundão/UFRJ. ***Na armadilhagem de dois dias, como foi necessário trocar as iscas após 24 horas, utilizou-se as dependências da Reserva Biológica para a pernoite dos pesquisadores resultando em apenas uma viagem para a Reserva.....66

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Gestão ambiental e Unidades de Conservação	17
1.2. Plano de Manejo como instrumento de gestão de Unidades de Conservação	19
1.3. Recursos financeiros para o monitoramento ambiental	20
1.4. Indicadores biológicos para o uso no monitoramento ambiental	22
1.5. Insetos no biomonitoramento	24
1.6. Borboletas frugívoras como indicadores de impactos na biodiversidade	25
1.7. Objetivos geral e específicos	26
2. MATERIAIS E MÉTODOS	28
2.1. Área de estudo	28
2.2. Seleção dos sítios de amostragem	32
2.3. Armadilhas para captura das borboletas	37
2.4. Periodicidade	38
2.5. Identificação das borboletas	39
2.6. Análise dos dados	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1. Abundância, riqueza e diversidade de espécies de borboletas frugívoras da Reserva Biológica União	42
3.2. Flutuação populacional das borboletas frugívoras da Reserva Biológica União	49
3.3. Comparação da abundância, riqueza, diversidade e composição de espécies de borboletas frugívoras entre a área impactada e a área conservada	50
3.4. Comparação da abundância, riqueza, diversidade e composição de espécies de borboletas frugívoras com a amostragem de dois e de cinco dias	58

3.5. Espécies de borboletas frugívoras para o biomonitoramento da Unidade de Conservação	63
3.6. Custo do monitoramento	65
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
5. CONCLUSÃO	68
6. REFERÊNCIAS	69
7. ANEXOS	76

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores questões que a sociedade atual tenta responder é como reverter os efeitos do uso indiscriminado dos recursos naturais das últimas décadas sobre a diversidade biológica, garantindo assim o desenvolvimento sustentável para as próximas gerações.

O paradigma entre a lógica capitalista e a questão ambiental é histórico. A inserção da discussão ambiental no plano econômico tornou-se inevitável à medida que graves acidentes ecológicos passaram a ganhar destaque na mídia causando repercussão em todos os setores da sociedade (YOUNG, 2001). Fogliatti (2008) afirma que acidentes de proporções catastróficas, como vazamentos de óleo no oceano e liberações de nuvens tóxicas, colaboraram com eventos como a perda da biodiversidade, o desaparecimento de espécies e genes úteis a ciência, a desertificação de alguns sistemas agrícolas, a erosão do solo, as emissões de gases que estão provocando o aquecimento global, a chuva ácida e o buraco na camada de ozônio (aumentando os casos de câncer de pele e cataratas) e mostraram o quão frágeis são os ecossistemas terrestres, desencadeando assim uma tomada de consciência de escala global para a manutenção do equilíbrio natural como forma de auto-preservação. Fica evidente que o modelo de desenvolvimento econômico predatório vigente, apesar de cumprir seu papel de atender as necessidades da sociedade consumista, incentiva ao desperdício, mau uso e degradação dos recursos ambientais e, em última análise coloca em risco o próprio sistema econômico.

Diante deste cenário diversos mecanismos, econômicos, políticos e tecnológicos foram e estão sendo criados de forma a conter os impactos negativos em que o sistema de maximização do lucro resultou. Foi na década de 1960 que a questão ambiental entrou definitivamente na agenda de pesquisa dos economistas com as projeções catastróficas acerca da finitude dos recursos naturais (MAY *et al*, 2003). Em 1968, um grupo de cientistas, filósofos, industriais e economistas reuniram-se na Itália para discutir os limites do crescimento, preocupados com a poluição provocada pelas atividades humanas sem considerar a durabilidade dos recursos empregados (FOGLIATTI *et al*, 2008). Nascia, assim, o Clube de Roma que elaborou o polêmico documento “The Limits to Growth” publicado em 1972 que apontava como causa da crise ambiental o rápido crescimento da economia e da população mundial e como solução recomendavam uma política de crescimento zero que foi altamente contestada. Diversos encontros e discussões mundiais aconteceram nas últimas

décadas levando a acordos em escala global e criação de normas e medidas mitigatórias de forma a conter os impactos advindos do progresso tecnológico, mas sem limitar o crescimento econômico. Os grandes empreendimentos passaram a agregar os princípios ecológicos ao *modus operandi* da produção industrial, baseada nos critérios da sustentabilidade ambiental (LAYRARGUES, 2000). Essa nova postura em relação ao meio ambiente é a chamada Gestão Ambiental.

A NBR ISO 14001 (apud FOGLIATTI *et al*, 2008), que é a principal norma de gestão ambiental da atualidade, define Gestão Ambiental como “parte do sistema de gestão global de uma organização que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar, na forma pela qual a organização gerencia suas atividades revisando a otimização do desempenho ambiental.” Segundo May *et al.* (2003), a pressão dos mercados internacionais altamente globalizados fez com que grande parte das empresas passassem a adotar a gestão ambiental no âmbito da gestão empresarial com práticas menos agressivas ao meio ambiente. Ela utiliza vários instrumentos, dentre eles: diagnóstico, monitoramento, avaliação, auditoria e análise de economia ambiental, cada um é aplicado com objetivos diferenciados na implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Mas para que as atividades relacionadas com a utilização dos recursos naturais aconteçam de forma sustentável há a necessidade de agregar valor a esses recursos de forma a permitir inserir de forma mais realista o meio ambiente nas estratégias de desenvolvimento econômico, sejam estas locais, regionais ou nacionais (MAY *et al*, 2003). Estudos de valoração ambiental traduzem, em termos econômicos, os valores associados à sustentação da vida, dos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais para fins recreativos, culturais, estéticos, espirituais e simbólicos da sociedade humana (CAMPHORA & MAY, 2006). Esses estudos, aplicados como ferramenta no âmbito da gestão ambiental, permitem o aprimoramento de tecnologias que minimizem perdas na biodiversidade e auxiliam na tomada de decisão na execução de políticas públicas.

1.1. Gestão Ambiental e Unidades de Conservação

Da mesma maneira que a preocupação com a finitude dos recursos naturais se intensifica, o crescimento econômico a qualquer custo se mantém aliado ao rápido crescimento populacional. A principal ameaça a biodiversidade ambiental é a fragmentação e

perda de habitats causada pela intensa urbanização e abertura de novas áreas agricultáveis (RICKETTS & IMHOFF, 2003) provocando o isolamento de populações animais e vegetais e conseqüente interrupção dos processos naturais que atuam na sobrevivência das espécies. Segundo Myers *et al.* (2000) a Floresta Atlântica Brasileira está entre os cinco primeiros colocados na lista dos “Hotspots” (áreas com pelo menos 1.500 espécies endêmicas e que tenha perdido mais de 70% de suas espécies originais), sendo áreas prioritárias para conservação devido a alta diversidade de espécies, grande endemismo e que sofrem elevada pressão antrópica. A Conservação Internacional (2005) identifica 34 hotspots ao redor do mundo, dois deles no Brasil: Floresta Atlântica e Cerrado. Do total de espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios que ocorrem na Floresta Atlântica (1361 espécies), 567 são endêmicas, representando 2% de todas as espécies do planeta, somente para esses grupos de vertebrados. Ribeiro *et al.* (2009) estimaram que a área remanescente da Floresta Atlântica Brasileira é de 11.4% a 16%, por isso visando diminuir a fragmentação florestal e resguardar o que de melhor existe em estado natural, as Unidades de Conservação (UCs) são criadas de modo a compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a preservação de qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (PEIXOTO & COSTA-JUNIOR, 2004).

Segundo o MMA (2011), as UCs:

São espaços territoriais que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

Dada a importância desses espaços territoriais para o desenvolvimento econômico sustentável foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei 9.985/2000 onde se estabelece critérios para a criação, implantação e gestão dessas unidades.

As UCs estão divididas em duas categorias: as de Proteção Integral (estação ecológica, reserva biológica, parque, monumento natural e refúgio de vida silvestre) cujo objetivo é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e as de Uso Sustentável (área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva extrativista, área de proteção ambiental (APA) e reserva particular do patrimônio natural (RPPN)) que visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais. O presente trabalho foi realizado na Reserva Biológica União, portanto uma unidade de proteção integral sendo permitida a pesquisa científica com a autorização prévia do órgão responsável pela

administração da unidade, no caso o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), pois é uma reserva biológica pertencente ao Governo Federal.

A visão estratégica que o SNUC oferece aos tomadores de decisão possibilita que as UCs, além de conservar os ecossistemas e a biodiversidade, gerem renda, emprego, desenvolvimento e propiciem uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais e do Brasil como um todo (MMA, 2011). Para atingir esses objetivos o SNUC determina que as Unidades de Conservação devam dispor de um Plano de Manejo. Este instrumento de gestão ambiental vai orientar todas as atividades a serem desenvolvidas nessas Unidades.

1.2. Planos de Manejo como instrumento de gestão de Unidades de Conservação

Para garantir a conservação das características naturais nas Unidades de Conservação, tanto as de proteção integral quanto as de uso sustentável, há a necessidade da elaboração de seus respectivos planos de manejo. O conceito de Plano de Manejo se encontra no Capítulo I, Art. 2º - XVII da Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece o SNUC:

Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade.

Para tanto o IBAMA detém a responsabilidade de criar diretrizes que orientem a execução das atividades de preservação e de uso sustentável dos recursos naturais brasileiros. O Roteiro Metodológico de Planejamento para Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica é o documento de referência disponibilizado por esse órgão para a preparação dos planos de manejo dessas categorias de UCs (MMA/IBAMA, 2002). De acordo com esse roteiro, o Plano de Manejo deve ser constituído por seis encartes: 1 – Contextualização da UC nos cenários internacional, federal e estadual; 2 – Análise regional dos municípios do entorno; 3 - Unidade de Conservação com suas características bióticas e abióticas, fatores antrópicos, culturais e institucionais; 4 – Planejamento com as estratégias de manejo; 5 – Projetos Específicos, realizados após a conclusão do plano e 6 – Monitoria e Avaliação que estabelece os mecanismos de controle da eficiência, eficácia e efetividade da implementação do

planejamento. Os dois últimos encartes, Projetos Específicos e Monitoria/Avaliação, estão vinculados à implementação do Plano de Manejo.

Em comparação a todo e qualquer sistema de gerenciamento ambiental, de uma forma geral, o Plano de Manejo é um instrumento que visa realizar o levantamento das atividades que possam deteriorar o ambiente, estabelecer metas para mitigar esses impactos, elaborar um plano para a aplicação dessas metas, atribuir responsabilidades aos órgãos competentes, preparação para situações de emergência e realização de monitoramentos e auditoria periódicos para verificar a eficácia do controle, pois muitas dessas UCs têm atividades não ambientalmente corretas, e estão cercadas por empreendimentos urbanos e/ou atividades agropecuárias que se expandem a cada dia exercendo forte pressão sobre estas áreas. Este fato torna urgente a implantação de sistemas de monitoramento contínuo dos impactos provenientes dessas instalações. Estes sistemas permitirão avaliar as respostas de populações ou de ecossistemas às práticas de manejo e conservação e podem dar suporte a processos de tomada de decisão, políticas públicas e ações de manejo com base em informação consistente sobre as populações, ecossistemas e suas tendências (ICMBio, 2011).

A Reserva Biológica União possui seu Plano de Manejo desde 2008, apresentando no planejamento diretrizes e normas para a gestão e as propostas de monitoramento e avaliação. A maioria das diretrizes é voltada para a gestão ambiental da UC.

1.3. Recursos financeiros para o monitoramento ambiental

O monitoramento ambiental pode ser realizado com dois objetivos:

a) quando o dano ao ambiente já foi constatado e o objetivo é recuperar a área – verificar se as ações corretivas estão sendo realmente efetivas. A Política Nacional de Meio Ambiente, em seu artigo 4º, inciso VII constitui na “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”. Ou seja, cabe ao poluidor a obrigação de arcar com as despesas para a reversão do dano. Advém do princípio poluidor-pagador (PPP).

b) impedir que o dano ocorra de forma irreversível – ações de manejo ao menor sinal de modificações nos atributos do ambiente.

Dentre os instrumentos de fomento econômico que podem originar recursos para o monitoramento de uma área preservada pode-se destacar a compensação ambiental que é um

mecanismo financeiro de compensação pelos efeitos de impactos ambientais não mitigáveis, sendo ou preventiva, no momento do licenciamento do empreendimento, ou corretiva, proveniente da reparação de um dano específico. O instrumento da compensação está contido expressamente no Art. 36 do SNUC e é regulamentado pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto 2002 que foi posteriormente alterado pelo Decreto 5.566, de 26 de outubro de 2005. O Decreto 4.340/02, no art. 33, distribui a aplicação dos recursos da compensação ambiental nas UCs de acordo com a seguinte ordem de prioridade:

I - regularização fundiária e demarcação das terras;

II - elaboração, revisão ou implantação de Plano de Manejo;

III - aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, **monitoramento** e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento (grifo meu);

IV - desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova Unidade de Conservação; e

V - desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da Unidade de Conservação e área de amortecimento.

Assim, em linhas gerais, quando a compensação ambiental se enquadrar na modalidade “licenciamento ambiental”, haverá o apoio financeiro do empreendedor às Unidades de Conservação. O Plano de Manejo da Reserva Biológica União resultou da utilização desse mecanismo de compensação ambiental para as Unidades de Conservação, em função do licenciamento ambiental da Usina Termoelétrica Norte Fluminense S.A. Foi estabelecido um convênio entre o IBAMA, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR), a Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Usina. A Conservação Internacional (CI) também apoiou a realização do Plano de Manejo e o recurso foi repassado através da Associação Mico-Leão-Dourado (MMA/ICMBio, 2008) para a Fundação Educacional Charles Darwin/UFRJ que elaborou o Plano de Manejo através do Laboratório de Ecologia Aplicada/UFRJ sendo publicado em 2008 pela Portaria nº 31, de 20 de maio de 2008.

Dada a ordem de prioridade estipulada pelo Decreto 4.340/02, uma vez que já existe a Unidade de Conservação instituída com seu respectivo Plano de Manejo, como é o caso da Reserva Biológica União, a aplicação dos recursos advindos da compensação deve se destinar a “aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade”.

1.4 Indicadores biológicos para o uso no monitoramento ambiental

As ferramentas utilizadas no monitoramento ambiental precisam estar vinculadas ao tipo e objetivos do monitoramento. Considerando o uso da terra como um dos principais fatores pelos quais o homem transforma o meio ambiente (LAUSCH & HERZOG, 2002) aliado a rapidez com que essas modificações ocorrem torna imprescindível o uso de mecanismos que forneçam respostas rápidas e eficazes sobre o estado de conservação de diferentes áreas, principalmente as que envolvem distúrbios antrópicos.

Nos sistemas de monitoramento utilizam-se vários tipos de indicadores, que segundo o MMA (2011) são:

Informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão usadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Permitem simplificação do número de informações para se lidar com uma dada realidade por representar uma medida que ilustra e comunica um conjunto de fenômenos que levem a redução de investimentos em tempo e recursos financeiros.[...]. **Constituem-se, como ferramentas indispensáveis para acompanhamento e definição das políticas, ações e estratégias do MMA. É importante, ainda, para a transparência das ações executadas pelo Poder Público junto à sociedade.**

Por esse motivo, a identificação e uso de indicadores na gestão ambiental de instituições tornou-se essencial (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009) pois eles dão informações de elementos do sistema ou dos processos ecológicos que estão envolvidos que são custosos ou difíceis de serem medidos, além de fornecer informações objetivas e padronizadas que podem nortear ações de manejo nas UCs.

Os indicadores biológicos para fins de monitoramento podem ser divididos em três categorias segundo McGeoch (1998): Indicadores ambientais, indicadores ecológicos e indicadores de biodiversidade.

Indicador ambiental é quando uma espécie, grupo de espécies ou até mesmo um fator abiótico (vento, temperatura, pluviosidade etc.) responde previsivelmente à perturbação ambiental ou a alguma mudança nas condições do ambiente, de forma facilmente observável e quantificável (MCGEOCH, 1998). Esse tipo de indicador deve refletir todos os elementos da cadeia causal que vinculam as atividades humanas com os impactos ambientais finais e as respostas sociais a esses impactos (SMEETS & WETERINGS, 1999). Como exemplo de indicador ambiental pode-se citar o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) que foi

desenvolvido para permitir a comparação quantitativa internacional das condições ambientais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2002 apud NIEMI & MCDONALD, 2004).

Indicador ecológico é o grupo que possui sensibilidade a fatores de estresse ambiental identificados, que demonstra o efeito desses fatores na biota, e cuja resposta é representativa de pelo menos um subconjunto de outros *taxa* presentes no habitat (MCGEOCH, 1998). Segundo Niemi & McDonald (2004) são características mensuráveis da estrutura (genética, população, habitat e padrão de paisagem), composição (genes, espécies, populações comunidades e tipos de paisagem) ou função (genética, história de vida/demográfica, ecossistema e processos de distúrbio na paisagem) de sistemas ecológicos. Indicadores ecológicos são usados primariamente para avaliar as condições ambientais (como um sistema de alerta primário) ou diagnosticar a causa da mudança ambiental (DALE & BEYELER, 2001). Como exemplo de indicador ecológico pode-se citar o declínio generalizado do falcão-peregrino (*Falco peregrinus*) na década de 50. Esse fato serviu como um sinal de alerta primário de problemas no ambiente e pesquisas da causa do declínio levou ao diagnóstico da contaminação generalizada por hidrocarbonetos clorados como o DDT (RATCLIFFE, 1980 apud NIEMI & MCDONALD, 2004).

Indicador de biodiversidade é uma taxocenose (grupo de organismos que ocorrem em um mesmo ecótopo, com histórias de vida semelhantes, aparentados filogeneticamente, com formas similares e explorando um mesmo conjunto de recursos (HURLBERT, 1971)) ou grupo funcional cuja diversidade reflete alguma medida da diversidade de outros *taxa* em um habitat ou conjunto de habitats (MCGEOCH, 1998). No presente estudo utilizamos as borboletas frugívoras como indicadores ecológicos.

Atualmente existe um enorme interesse no uso de indicadores ecológicos para propósitos de planejamento, gerenciamento e relatórios públicos (US EPA, 2003 apud NIEMI & MCDONALD, 2004), mas para se definir o melhor grupo a ser usado como indicador ecológico algumas premissas básicas devem ser atendidas. As questões, objetivos e metas de um programa de monitoramento determinam que indicadores ecológicos podem ser usados (DIXON *et al*, 1998).

A seleção do melhor grupo indicador deve atender a algumas premissas básicas, segundo Dale & Beyeler (2001) dentre as quais:

- ser de fácil medição;
- ser sensíveis a estresses no sistema;
- responder ao estresse de uma maneira previsível;
- ser antecipatório, ou seja, mostrar uma mudança iminente no sistema ecológico;

- prever mudanças que podem ser evitadas com ações de manejo;
- fornecer respostas diferentes ao longo dos gradientes ambientais nos sistemas ecológicos;
- ter uma resposta conhecida a distúrbios naturais, estresses antropogênicos e variações ao longo do tempo;
- ter baixa variabilidade na resposta.

Segundo New (apud UEHARA-PRADO, 2003) a indicação ecológica pode ocorrer pela diminuição da diversidade de espécies especialistas, pelo aumento da abundância dos outros taxa ou, de forma mais genérica, alguma mudança na composição faunística a partir de um estado não perturbado.

1.5 Insetos no biomonitoramento

Artrópodes terrestres compartilham um número de qualidades que fazem deles um grupo altamente adequado como bioindicador tais como sua sensibilidade às mudanças ambientais, resposta rápida ao distúrbio, fácil amostragem e boa relação custo/benefício (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009) mas seu uso tem sido sistematicamente negligenciado em planos de conservação no Brasil que focam seus esforços em espécies mais “carismáticas” porém algumas vezes menos informativas (LANDRES, VERNER & THOMAS, 1988; LEWINSOHN, FREITAS & PRADO, 2005). Algumas das aplicações de artrópodes terrestres como indicadores ecológicos têm sido a avaliação de locais para o estabelecimento de reservas, implantação de planos de gerenciamento em áreas de reserva já existentes e a avaliação de impactos ecológicos devido às atividades humanas, tanto para licenciamento quanto para propósitos de compensação legal (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009).

Insetos são considerados uma boa alternativa como indicadores ecológicos devido às características citadas acima e ainda por sua abundância, riqueza de espécies (nº de espécies diferentes numa determinada área), ciclo de vida curto e importância relativa no funcionamento dos sistemas naturais (UEHARA-PRADO *et al.*, 2003). Durante seu ciclo de vida, os insetos usam diferentes habitats de acordo com a sua forma de alimentação. Na fase larvar, espécies de borboletas frugívoras, por exemplo, utilizam como fonte alimentar folhas de uma ou poucas famílias de plantas, enquanto que na fase adulta se alimentam de frutos em

decomposição. Esse fato torna o monitoramento através desses artrópodes útil para indicar a estrutura e composição florística de um ecossistema.

1.6 Borboletas frugívoras como indicadores de impactos na biodiversidade

Borboletas possuem um valor particular como indicador ecológico (GILBERT, 1980, 1984; PYLE, 1980; BROWN, 1982, MURPHY, FREAS & WEISS, 1990), pois além de serem espécies carismáticas, constituem um grupo de fácil visualização e identificação (MIELKE & CASAGRANDE, 1997) já que são bem conhecidas taxonomicamente, além de sua sensibilidade a mudanças no habitat. Pyle (1980) sugere ainda o uso da diversidade de borboletas como indicador da diversidade de plantas, pois a co-evolução entre borboletas e suas plantas hospedeiras no estágio larval tem, em alguns casos, levado a uma alta especificidade borboleta-planta.

As borboletas podem ser divididas basicamente em duas guildas, de acordo com o hábito de alimentação de seus adultos: nectívoras, aquelas que se alimentam de néctar e frugívoras, aquelas que se alimentam de frutas fermentadas, excrementos, exsudatos de plantas e animais em decomposição. As borboletas frugívoras apresentam algumas vantagens que facilitam o estudo de suas populações (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004; FURLANETTI, SETTE & LOUZADA, 2007): são facilmente capturadas com armadilhas de iscas; os indivíduos podem ser capturados, amostrados, identificados e soltos possibilitando um estudo não destrutivo; são ricas em espécies; existe um bom conhecimento taxonômico na literatura; possibilidade pequena de capturas ao acaso, o que não ocorre com outras metodologias; padronização e simultaneidade do esforço em diferentes áreas (UEHARA-PRADO *et al.*, 2003).

As borboletas frugívoras que podem ser facilmente capturadas com armadilhas de isca pertencem, principalmente, à família Nymphalidae. Essa família possui estreita correlação com a riqueza total do ambiente e podem ser usadas como indicadores rápidos dos diferentes tipos de variações na paisagem (BROWN & FREITAS, 2000). Além disso, suas espécies representariam outros grupos na resposta ao distúrbio (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009) o que demonstra que a variação nesses índices durante um monitoramento contínuo pode também estar indicando alterações em outros taxa, dando sinais prévios de mudanças na estrutura daquele ecossistema merecendo assim uma avaliação mais detalhada do que está ocorrendo no ambiente. Uehara-Prado *et al.* (2009) em trabalho realizado no Planalto Atlântico Paulista em 2003, verificaram que a riqueza de borboletas dessa guilda correlacionou-se positivamente

à riqueza de espécies arbóreas, sugerindo que, independente do ambiente, a riqueza de borboletas frugívoras pode atuar como indicadora da biodiversidade.

Para realizar manejos que visem à conservação, não basta apenas conhecer a riqueza de espécies, mas é fundamental conhecer também sua composição, pois conhecer a riqueza significa conhecer somente o número de espécies numa determinada área enquanto saber a composição significa ter o conhecimento de quais espécies estão presentes nesse local. Segundo Uehara-prado *et al.* (2003) existem espécies de borboletas frugívoras melhor adaptadas a ambientes antropizados e algumas delas são consideradas invasoras podendo impedir o restabelecimento do equilíbrio natural. Este mesmo autor afirma que as espécies de borboletas frugívoras podem ser classificadas da seguinte maneira:

- a) Informadoras de paisagem e variáveis ambientais - sensíveis ou favorecidas pela fragmentação (espécies que são atraídas ou se dispersam dependendo da cobertura vegetal do local) e também por fatores climáticos como temperatura, umidade etc.
- b) Informadoras de paisagem apenas - espécies cuja presença/ausência é definida pela cobertura vegetal da área.
- c) Informadoras de variáveis ambientais apenas - espécies cuja presença/ausência é definida basicamente pela temperatura, umidade etc.
- d) Indiferentes – espécies que se distribuem sem qualquer relação com cobertura vegetal ou clima local.

Portanto o conhecimento das espécies que estão presentes num determinado local e o conhecimento sobre seus hábitos de vida podem fornecer informações relevantes sobre o estado de conservação desse local tornando esses insetos ferramentas úteis para a gestão ambiental.

1.7 Objetivos geral e específicos

Considerando essas questões e visando se adequar às exigências dos mercados internacionais para o crescimento econômico sustentável do Brasil, o objetivo geral do

presente estudo foi propor um protocolo de monitoramento para avaliação de impacto ambiental utilizando borboletas frugívoras como indicadores ecológicos.

Os objetivos específicos foram:

- verificar se borboletas frugívoras podem ser utilizadas para a gestão ambiental da Unidade de Conservação;
- comparar a variação na riqueza, composição e diversidade das espécies de borboletas frugívoras em uma área impactada e outra conservada da Reserva Biológica União;
- testar a metodologia de amostragem mais adequada aos propósitos do monitoramento;
- estimar o custo do monitoramento e
- contribuir para o levantamento das espécies de borboletas da Reserva.

Atendendo a esses objetivos a Reserva Biológica União passará a dispor de uma ferramenta para monitoramento dos impactos advindos de atividade antrópica realizada na zona de amortecimento e/ou na sua área. Este monitoramento poderá ser realizado por equipe não especializada de forma rápida e com baixo custo na gestão ambiental da Unidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Reserva Biológica União é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que foi criada através do decreto de 22 de abril de 1998. Localiza-se no estado do Rio de Janeiro ($22^{\circ}27'30''$, $42^{\circ}02'15''$) na região das baixadas litorâneas abrangendo os municípios de Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé (Figura 1). Seus limites estão compreendidos entre as linhas UTM 7512579 e 7521302 para o eixo Y e 801988 e 808877 para o eixo X (Projeção SAD-69 23K) (MMA/ICMBio, 2008). Possui uma área de 2547,95 ha que somando-se a Zona de Amortecimento chega a 3.121 ha. A distribuição de sua área nos municípios circunvizinhos é na proporção de 47,1% em Casimiro, 52,7% em Rio das Ostras e 0,3% em Macaé.

A Reserva Biológica é cercada por áreas ocupadas por atividades agropecuárias e é cortada por uma rodovia federal (BR-101) em duas partes, aproximadamente 500 ha ao sul e 1900 ha ao norte da rodovia (Figura 1). Além disso, é cortada por dois gasodutos, um oleoduto, uma ferrovia, seis linhas de transmissão de energia elétrica e uma torre de telefonia celular, além de duas estradas que dão acesso às linhas de transmissão. Estas atividades provocam vários impactos negativos. A atividade de caça clandestina também é uma grande ameaça para a Reserva (MMA/ICMBio, 2008). Dentre os impactos causados pelas linhas de transmissão à Reserva, segundo Peixoto & Costa-Junior (2004) pode-se destacar a fragmentação da vegetação, aumentando o efeito de borda (são as modificações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos observadas na área de contato do fragmento de vegetação com a matriz circundante, tornando essa área mais suscetível a estress hídrico, ventos fortes, temperaturas extremas etc., ocasionando danos a biota da região), a formação de barreiras ao livre deslocamento de animais silvestres, a colonização das faixas de servidão por gramíneas invasoras aumentando as chances da ocorrência de incêndios e o impedimento de se combater os eventuais incêndios utilizando-se água.

A Reserva Biológica está inserida no Bioma Mata Atlântica e faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, instituída pela UNESCO em 1972 e contemplada pelo SNUC (2000). Está incluída na ecorregião Florestas Costeiras da Serra do Mar cujas formações predominantes são Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas abrangendo a região da Bacia do Rio São João e da Bacia do Rio Macaé (MMA/ICMBio, 2008). Destaca-se a presença do alinhamento montanhoso da Serra do Mar com altitudes que se iniciam abaixo dos 20 m e elevam-se até 376 m, sendo que as declividades chegam a mais de 45° em algumas vertentes (GATTI, 2005). A tabela 1 mostra os valores de área das formações vegetais e uso do solo na Reserva Biológica.

Tabela 1 – Valores de área das formações vegetais e uso do solo ocorrentes na Reserva Biológica União/RJ. (MMA/ICMBIO, 2008).

CLASSE	Hectares	Porcentagem
Floresta Submontana	1199,95	47,09
Floresta de Baixada	754,55	29,61
Outros Usos	170,23	6,68
Capoeira de Baixada	164,06	6,44
Eucalipto com sub bosque médio	110,40	4,33
Eucalipto sem sub bosque	100,54	3,95
Capoeira Submontana	27,91	1,10
Área em Recuperação	11,40	0,45
Eucalipto com sub bosque avançado	8,50	0,33
Área úmida com vegetação	0,41	0,02
Total	2547,95	100,00

Na região predomina o clima tropical úmido e sazonalidade marcada com apenas duas estações bem definidas ao longo do ano: o verão, com temperaturas e índices pluviométricos elevados, e o inverno, com índices mais moderados (MMA/ICMBio, 2008). Há uma estação quente e chuvosa de setembro a abril e uma estação seca e fria de maio a agosto com temperatura média anual de $26,6 \pm 3,2^{\circ}\text{C}$ com valores variando de $22,4$ a 31°C e pluviosidade média anual é de $186,4 \pm 94,1\text{mm}$ (CRUZ, MELLO & VAN SLUYS, 2006) (Figura 2). Durante o verão predomina a massa de ar continental equatorial, enquanto no resto do ano prevalece a massa de ar tropical atlântica (GATTI, 2005).

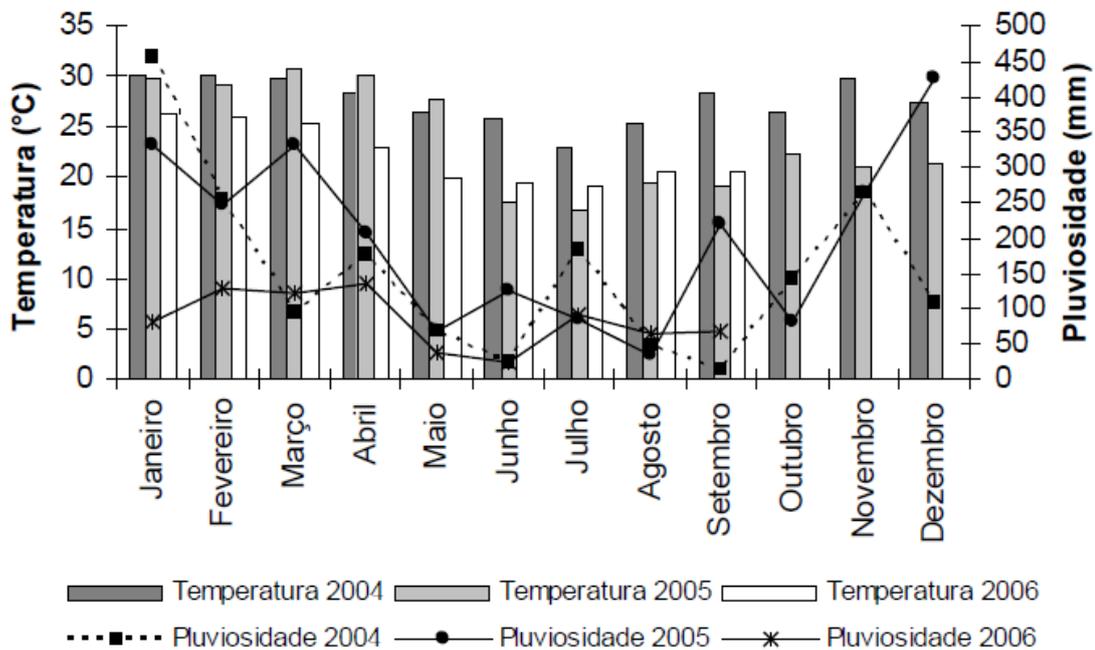


Figura 2 – Variação mensal da temperatura e precipitação nos anos de 2004, 2005 e 2006 na Reserva Biológica União/RJ. Dados do Programa de Translocação da Associação Mico-leão-dourado.

A área hoje pertencente à Reserva Biológica União era conhecida como Fazenda União e pertencia à companhia ferroviária inglesa “The Leopoldina Railway Company Limited S/A” que explorava desde a década de 30 a madeira nativa para a produção de vapor nas caldeiras das locomotivas. A área foi doada ao Governo Federal em 1951 e posteriormente transferida para a Rede Ferroviária Federal, a RFFSA, que iniciou os plantios de Eucalipto, principalmente da espécie *Eucaliptus grandis* (Myrtaceae) para a produção de lenha e carvão. Com o advento das locomotivas a óleo, passou-se a plantar a espécie *Corymbia citriodora* (Myrtaceae) para a confecção de dormentes para a linha férrea (GATTI, 2005).

Em 1996 a RFFSA foi privatizada, mas com a pressão de instituições científicas, ONGs e pesquisadores pela preservação do mico-leão-dourado, foi solicitado ao Governo Federal a sua transformação em reserva.

A Reserva foi criada com os objetivos de assegurar a proteção e recuperação de remanescentes da Floresta Atlântica e formações associadas, e da fauna típica, que delas depende, em especial o mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia* (GATTI, 2005), espécie ameaçada que consta na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção

(BRASIL, 2003). Esta Reserva é a segunda maior área de Mata Atlântica da região de ocorrência desse mamífero atrás apenas da Reserva Biológica de Poço das Antas em Silva Jardim (MMA/ICMBio, 2008).

2.2. Seleção dos sítios de amostragem

Para atender aos objetivos do presente trabalho foram selecionadas duas áreas em estados de conservação diferenciados localizadas em trilhas pré-existentes dentro da Reserva. Uma área foi chamada de “**impactada**” e outra de “**conservada**”. Essas áreas distam entre si cerca de 2 km (Figura 3).

A **área impactada** localiza-se na Estrada Principal de Furnas. É uma área mais aberta, com alta insolação e luminosidade, temperaturas mais elevadas e menor umidade além de sofrer o impacto de ventos mais intensos em algumas épocas do ano. Tal fisionomia foi o resultado da instalação, no local, de torres e linhas de transmissão de alta tensão pela empresa Furnas Centrais Elétricas (Figura 4).

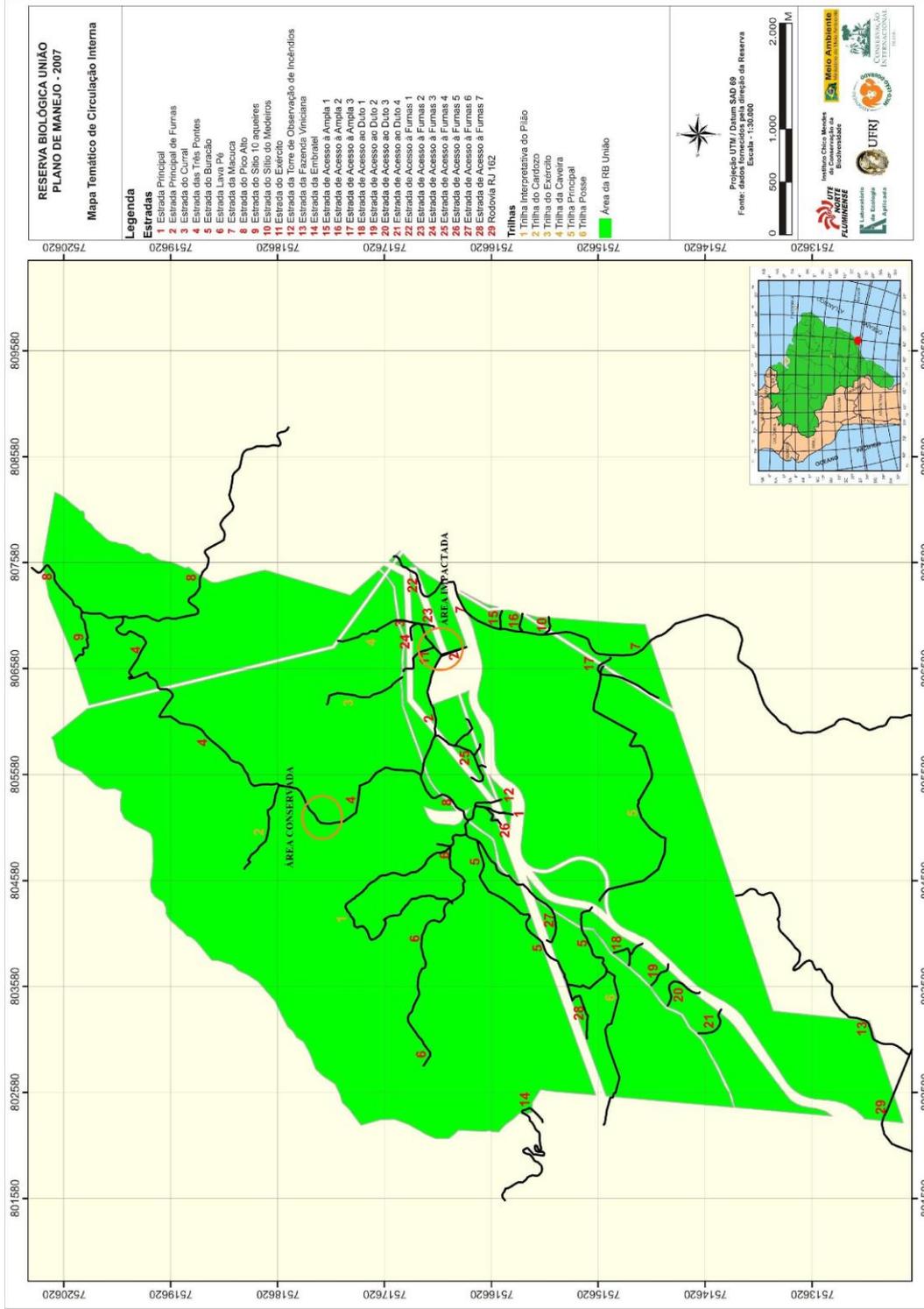


Figura 3 – Mapa temático de circulação interna da REBIO com os sítios de amostragem. Área conservada: Estrada das Três Pontas (trilha n° 4). Área impactada: Estrada Principal de Furnas (trilha n° 2). Fonte: Modificado do Plano de Manejo da Reserva Biológica União (2008).

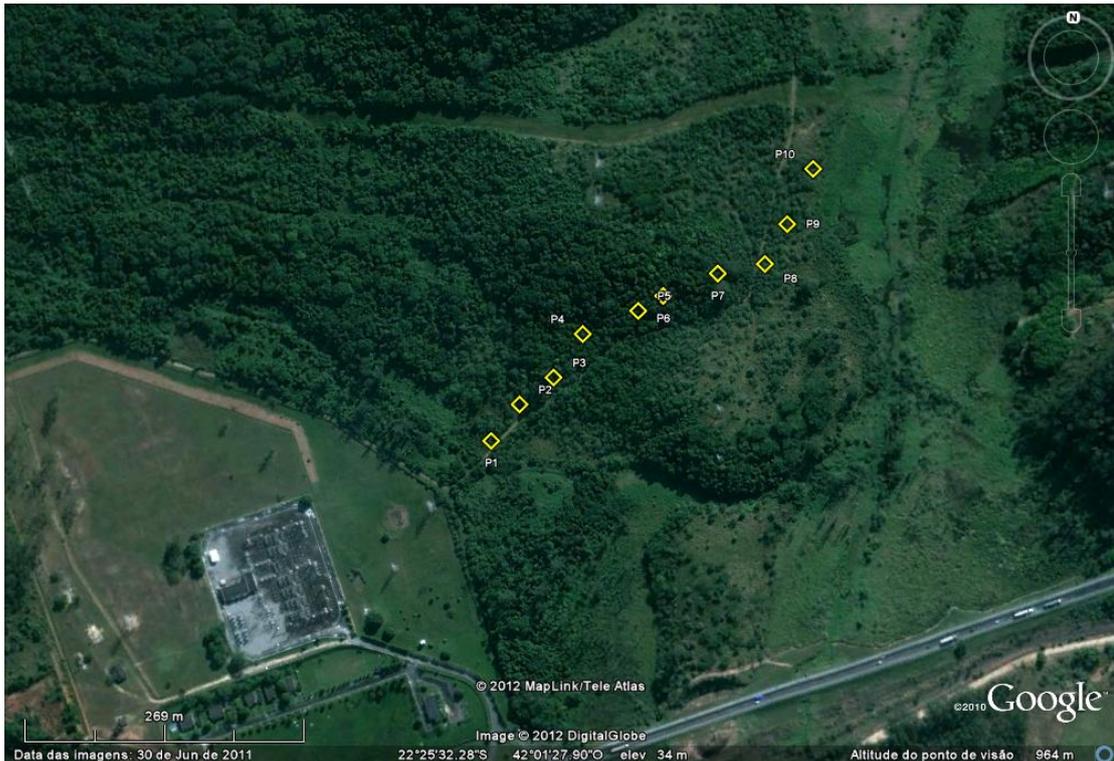


Figura 4 – Visualização da área impactada por satélite com os respectivos pontos de amostragem (fonte: Google Earth)

Essa área possui uma vegetação predominantemente herbáceo-arbustiva, presença acentuada de lianas e espécies invasoras (capim e ervas). Espécies tipicamente pioneiras como *Miconia cinnamomifolia* (micônia) e *Cupania emarginata* (cajueiro-do-campo) e a exótica *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira), são encontradas somente em alguns sítios de borda característico da área impactada do presente estudo (RODRIGUES, 2004 apud NASCIMENTO, 2005).

A **área conservada** está inserida numa região onde a mata possui a copa das árvores mais fechada, baixa luminosidade e maior umidade, sem vestígio de perturbação recente (NASCIMENTO, 2005). Fica situada a mais de 1 km de qualquer borda próxima e localiza-se na Estrada das Três Pontes (Figura 5). O trabalho de Rodrigues (2004) compara a vegetação em áreas de borda e áreas do interior na Reserva Biológica União (Tabela 2). A altura média do dossel, a área basal total dos indivíduos e a área basal de árvores com DAP (diâmetro a altura do peito) maior que 30 cm são maiores no interior do que na borda dos fragmentos o que revela uma estrutura arbórea em estágio sucessional mais avançado naquela região. Já na área de borda, o percentual de áreas com lianas é o dobro do que no interior, pois se

encontram em estágios de sucessão primários. A figura 6 contém aspectos das duas áreas estudadas.



Figura 5 – Visualização da área conservada por satélite com os respectivos pontos de amostragem (fonte: Google Earth)

Tabela 2 - Características da Mata Atlântica da Reserva Biológica União em relação as áreas de borda e interiores preservados (distantes a mais de 400m de qualquer borda) (RODRIGUES, 2004)

Características	Interior	Bordas
Altura média do dossel (m)	17,9 ± 8,9	12,7 ± 7,6
Diversidade de Shannon nats/sítio	3,55 ± 0,05	3,17 ± 0,47
Área basal total dos indivíduos (m ² /parcela)	4,1 ± 0,89	3,1 ± 0,73
Área basal em árvores de até 30 cm (m ² /parcela)	1,1 ± 0,03	1,6 ± 0,33
Área basal de árvores com DAP maior que 30 cm (m ² /parcela)	3,0 ± 0,9	1,5 ± 0,98
Riqueza	42,7 ± 2,2	42,2 ± 14,3
Percentual de árvores com lianas	31 ± 0,002	62 ± 0,04
Densidade arborea (ind/ha)	± 600	± 800



Figura 6 – Aspecto das duas áreas estudadas. A) Estrada das Três Pontes. (B-D): Área conservada. E) Estrada Principal de Furnas. (F-H): Área impactada.

2.3. Armadilhas para captura das borboletas

As borboletas foram capturadas utilizando-se armadilhas modificadas de Van Someren-Rydon (Fig. 7-A, DEVRIES, 1987). A armadilha consiste em um paralelepípedo fechado feito de filó (30 cm largura x 70 cm altura x 30 cm de comprimento) com uma abertura de cerca de 2 cm na extremidade inferior para permitir a entrada e dificultar a saída das borboletas. A isca (Fig. 7-B), colocada na parte inferior da armadilha, consiste de uma pasta previamente preparada de banana d'água amassada com cachaça, deixada fermentando por no mínimo 48 horas. Cada armadilha foi suspensa a uma altura de 1,5m a 2,0m do solo. Ao serem atraídos pelo odor, os indivíduos pousam na base onde se encontra a pasta e com as asas abaixadas entram na armadilha. Após se alimentarem as borboletas tendem a voar para o topo da armadilha em razão da luminosidade, permanecendo presas.

Dez armadilhas foram colocadas nas trilhas pré-existentes dentro de cada uma das áreas, totalizando 20 armadilhas. Na Tabela 3 estão registradas as coordenadas de cada ponto de amostragem bem como sua elevação ao nível do mar. A distância média entre as armadilhas foi de $48 \pm 9,6$ m na área impactada e de $59,4 \pm 15,8$ m na área conservada.



Figura 7 – (A) Armadilha de isca utilizada para captura das borboletas. (B) Aspecto da isca preparada com banana fermentada com cachaça.

Tabela 3 – Coordenadas e elevação de cada armadilha dentro das duas áreas de estudo.

Ponto	Área conservada		Área impactada	
	Coordenadas	Elevação (m)	Coordenadas	Elevação (m)
1	22°24'49.4"S 42°02'01.8"O	51	22°25'30.2"S 42°01'14.5"O	27
2	22°24'47.2"S 42°01'59.9"O	46	22°25'29.0"S 42°01'13.6"O	29
3	22°24'45.8"S 42°01'59.5"O	46	22°25'28.1"S 42°01'12.5"O	32
4	22°24'44.2"S 42°01'59.3"O	51	22°25'26.7"S 42°01'11.6"O	39
5	22°24'42.2"S 42°02'00.3"O	60	22°25'25.9"S 42°01'09.8"O	43
6	22°24'40.2"S 42°01'58.7"O	66	22°25'25.4"S 42°01'09.0"O	44
7	22°24'38.3"S 42°01'58.9"O	71	22°25'24.6"S 42°01'07.2"O	40
8	22°24'36.6"S 42°01'59.1"O	65	22°25'24.2"S 42°01'05.6"O	33
9	22°24'35.3"S 42°01'59.4"O	61	22°25'22.9"S 42°01'04.9"O	31
10	22°24'34.2"S 42°01'58.3"O	61	22°25'21.1"S 42°01'04.1"O	28

2.4. Periodicidade

Para testar a metodologia de amostragem mais adequada aos propósitos do monitoramento foram realizados dois tipos de amostragens, uma amostragem em que a armadilha ficava exposta por dois dias e outra em que o tempo de exposição foi de cinco dias. O estudo foi desenvolvido de fevereiro de 2010 a maio de 2011, resultando em um total de 10 amostragens.

Amostragem por dois dias

Nessa amostragem as armadilhas foram deixadas por 48 horas no campo. Após 24 horas de instalação as armadilhas eram checadas e os indivíduos capturados eram registrados, marcados e soltos e as iscas substituídas. Na estação úmida (outubro a abril), época favorável para captura de borboletas no sudeste do Brasil segundo BROWN (1972), as amostragens foram realizadas mensalmente. Na estação seca (maio a setembro) as amostragens foram realizadas bimestralmente. No total foram realizadas nove amostragens com esse método:

fevereiro/2010, março/2010, abril/2010, maio/2010, julho/2010, setembro/2010, novembro/2010, dezembro/2010, janeiro/2011.

Com esta metodologia foi possível verificar a variação temporal na riqueza, abundância, diversidade e composição de espécies entre as duas áreas estudadas ao longo do ano. Foi possível, também, diferenciar aquelas espécies que têm preferência por lugares abertos ou com algum grau de impacto daquelas que são típicas de matas mais conservadas, com pouco (ou nenhum) grau de perturbação.

Amostragem por cinco dias

Nessa amostragem as armadilhas foram deixadas por cinco dias no campo, sendo checadas a cada 48 horas quando eram registrados os indivíduos capturados e as iscas substituídas por novas. Foram realizadas duas amostragens: uma no início da estação úmida, em setembro, e outra no início da estação seca, em maio.

Procurou-se realizar a amostragem em dias sem chuva.

Esta metodologia foi utilizada para verificar se a amostragem em apenas duas épocas do ano, porém por cinco dias seguidos cada, seria suficiente para chegar a resultados similares aos encontrados na amostragem de dois dias por mês, durante todo o ano, o que reduziria tempo e recursos gastos no trabalho de monitoramento com esse tipo de metodologia. Para isso os gastos com cada tipo de amostragem, de dois e de cinco dias, foi calculado.

2.5. Identificação das borboletas

Durante as primeiras amostragens, as borboletas capturadas foram coletadas para identificação no Laboratório de Ecologia de Insetos na UFRJ onde eram comparadas com exemplares presentes na coleção entomológica. Para fazer a comparação, os indivíduos capturados em campo foram colocados em envelopes previamente preparados para acomodar as borboletas (Figura 8-A) e deixados em freezer até sua montagem no laboratório. Após terem sido descongeladas, as borboletas foram montadas em esticadeiras (Figura 8-B), deixadas em estufa a 50°C por 48 horas e finalmente comparadas com os exemplares da coleção. Exemplares não existentes na coleção foram identificados e classificados segundo Wahlberg e Brower (2009), Garywood et al (2009), Canals (2003) e Lamas (2004), além da identificação por especialistas como Dr. André V. L. Freitas do Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas e o Dr. Manoel Antonio da Fonseca Costa Filho, da

Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Nas amostragens subseqüentes, quando já se adquiriu conhecimento das espécies mais comuns na região, as borboletas capturadas eram registradas por meio de fotografias, identificadas e posteriormente liberadas sendo coletadas apenas aquelas onde houvesse dúvida quanto a sua identificação.

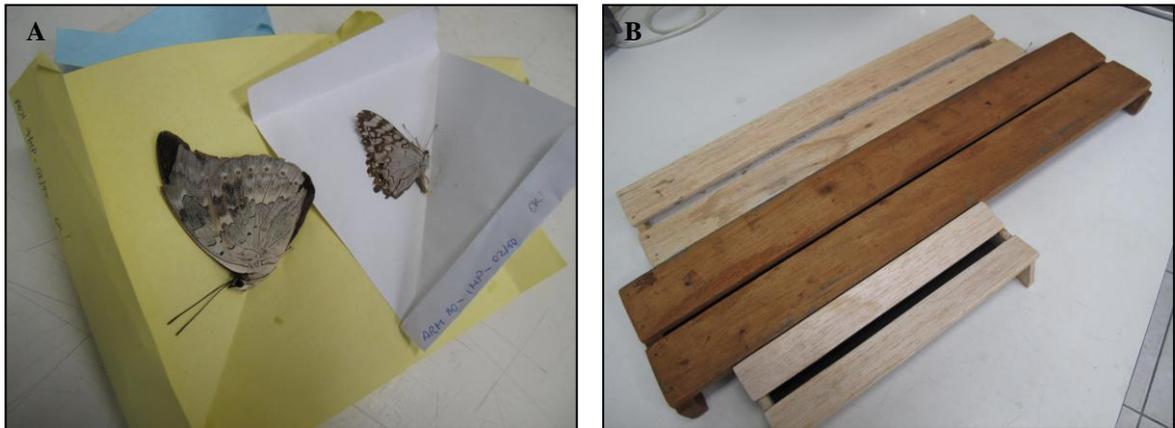


Figura 8 – (A) Envelopes utilizados para coleta das borboletas em campo. (B) Esticadeiras para montagem de lepidópteros.

2.6. Análise dos dados

Para verificar se existe diferença entre as duas áreas com níveis de impacto diferentes e na Reserva Biológica União como um todo foram analisadas a riqueza, abundância absoluta e relativa das espécies, equitabilidade de Pielou (J) e diversidade (Shannon-Wiener) através do programa Primer versão 6.1.6 (2006). Para avaliar se a riqueza e a abundância entre as duas áreas variaram significativamente comparou-se os valores obtidos por armadilha em cada uma das áreas e foi realizado o teste de Mann-Whitney no programa GrafPad InStat versão 3.05 (2000). A diversidade não pôde ser comparada por esse método por não haver suficiência amostral para uma análise consistente sendo comparadas somente mês a mês.

Utilizou-se também o programa Primer 6.1.6 (2006) para a obtenção da curva de acumulação de espécies da região de estudo aleatorizando-se 999 vezes a ordem de agrupamento das amostragens, além da obtenção de estimativas de riqueza através dos estimadores não-paramétricos de riqueza Chao 1, Chao 2 e Jacknife 1. Cada estimador utiliza uma premissa diferente:

Chao 1 – leva em consideração o número de espécies raras presentes nas amostras, aquelas representadas por apenas um indivíduo (singletons) ou por apenas dois (doubletons).

Chao 2 – baseia-se em dados de presença e ausência de espécies.

Jackknife 1 – leva em consideração o número de espécies que ocorrem somente em uma amostra.

Por fim, para descobrir se existe diferença na composição de espécies entre as duas paisagens foi calculado o índice de similaridade de Sørensen através da seguinte fórmula:

Onde:

$$I_s = \frac{2j}{a + b}$$

I_s = índice de similaridade de Sørensen;

j = número de espécies comuns a ambos os locais comparados;

a = número de espécies ocorrentes no local A;

b = número de espécies ocorrentes no local B.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Abundância, composição, riqueza e diversidade de espécies de borboletas frugívoras da Reserva Biológica União

Foram capturadas 394 borboletas frugívoras (família Nymphalidae) pertencentes a 46 espécies distribuídas em cinco subfamílias: Satyrinae (22 espécies), Biblidinae (12), Charaxinae (8), Nymphalinae (3) e Limenitidinae (1) (Tabela 4).

Hamadryas feronia foi a espécie mais abundante com 19,8% dos indivíduos capturados (n=78) seguida por *Capronnieria galesus* com 11,2% (n=44) e *Hamadryas februa* com 8,1% (n=32) (Figuras 9 e 10).

A comunidade total de borboletas foi representada por poucas espécies muito abundantes e muitas espécies raras (que foram registradas poucas vezes durante o período de estudo). Doze espécies tiveram 10 ou mais indivíduos e somaram 75,1% das capturas enquanto que as outras 34 espécies (74% ou 3/4) corresponderam a apenas 24,9% (1/4) do total de indivíduos capturados. Cerca de 33% das espécies capturadas (S=15) foram representadas por apenas um indivíduo (singletons), são elas: *Adelpha cytherea*, *Archaeoprepona amphimachus*, *Caligo idomeneus*, *Caligo illioneus*, *Callicore hydaspes*, *Dasyophthalma creusa creusa*, *Eryphanis polyxena*, *Eunica malvina albida*, *Euptychia hesione*, *Morpho aega*, *Morpho menelaus coeruleus*, *Prepona laertes*, *Prepona pylene*, *Taygetis mermeria tenebrosus*, *Taygetis rufomarginata*.

Os estimadores de riqueza não-paramétricos (valor estimado \pm desvio padrão) (Figura 11) Chao1 ($62,0 \pm 11,0$ spp), Chao2 ($66,6 \pm 13,4$ spp) e Jackknife 1 (62,3) revelaram a possibilidade de serem registradas mais espécies aumentando-se o esforço amostral. No Plano de Manejo da Reserva Biológica realizado em 2008 (MMA/ICMBio, 2008) utilizando-se de metodologia semelhante a este trabalho (amostragem com armadilha de isca por dois dias) aliado ao uso de redes entomológicas, em apenas três dias de amostragem registrou-se um total de 38 espécies de borboletas frugívoras, sendo que 20 espécies foram comuns a este estudo. Com o presente trabalho acrescentou-se mais 26 espécies não registradas anteriormente na Reserva. As 18 espécies registradas no Plano de Manejo (MMA/ICMBio, 2008) que não foram registradas nesse trabalho foram: *Dryas julia* (Fabricius, 1775), *Eresia* sp, *Euptychia libye* (Linnaeus, 1767), *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758), *Heliconius ethila narcaea* Godart, 1819, *Heliconius sara* (Fabricius, 1793), *Ithomia drymo* (Hübner, 1816), *Junonia evarete* (Cramer, 1780), *Lycorea cleobaea halia* (Godart, 1819), *Marpesia chiron*

(Fabricius, 1775), *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793), *Mechanitis polymnia casabranca* Haensch 1905, *Melinaea ludovica paraya* (Reakirt, 1866), *Philaethria dido* (Linnaeus, 1763), *Pierella lamia* (Sulzer, 1776), *Placidula euryanassa* (C. & R. Felder, 1860), *Siproeta stelenes* (Linnaeus, 1758) e *Taygetis leuctra* (Butler, 1870).

Capronniera galesus foi a única espécie registrada nas 10 amostragens efetuadas no estudo seguida por *Hamadryas feronia* e *Archaeoprepona d. demophon*, que foram registradas em nove e oito amostragens, respectivamente (Figura 12).

Tabela 4 - Lista das 46 espécies das cinco subfamílias de borboletas Nymphalidae capturadas na Reserva Biológica União/RJ de fevereiro de 2010 a maio de 2011.

Subfamília	Espécie (autor)
Satyrinae	<i>Capronniera galesus</i> (Godart, [1824])
	<i>Taygetis laches marginata</i> (Staudinger, [1887])
	<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])
	<i>Paryphthimoides melobosis</i> (Capronnier, 1874)
	<i>Archeuptychia cluena</i> (Drury, 1782)
	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Chloreuptychia arnaca</i> (Fabricius, 1776)
	<i>Chloreuptychia herseis</i> (Godart, [1824])
	<i>Pareuptychia summandosa</i> (Gosse, 1880)
	<i>Yphthimoides straminea</i> (Butler, 1867)
	<i>Euptychia hesione</i> (Sulzer, 1776)
	<i>Taygetis mermeria tenebrosus</i> (Blanchard, [1844])
	<i>Taygetis rufomarginata</i> (Staudinger, 1888)
	<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, [1825])
	<i>Opsiphanes quiteria meridionales</i> (Staudinger, 1887)
	<i>Caligo idomeneus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)
	<i>Dasyophthalma creusa creusa</i> (Hübner, [1821])
	<i>Eryphanis polyxena</i> (Meerbeel, 1775)
	<i>Morpho achiles</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Morpho aega</i> (Hübner, [1822])	
<i>Morpho menelaus coeruleus</i> (Perry, 1810)	
Biblidinae	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, [1823])
	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Hamadryas arete</i> (Doubleday, 1847)
	<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)
	<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)
	<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)
	<i>Myscelia orsis</i> (Drury, 1782)
	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)
	<i>Catonephele numilia</i> (Cramer, 1775)
	<i>Callicore hydaspes</i> (Drury, 1782)
	<i>Eunica malvina albida</i> (Jenkins, 1990)
	Charaxinae
<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	
<i>Siderone marthesia</i> (Cramer, 1777)	
<i>Agrias claudina claudina</i> (Godart, [1824])	
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	
<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, [1811])	
<i>Prepona pylene</i> (Hewitson, [1854])	
Nymphalinae	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)
Limenitidinae	<i>Adelpha cytherea</i> (Linnaeus, 1758)

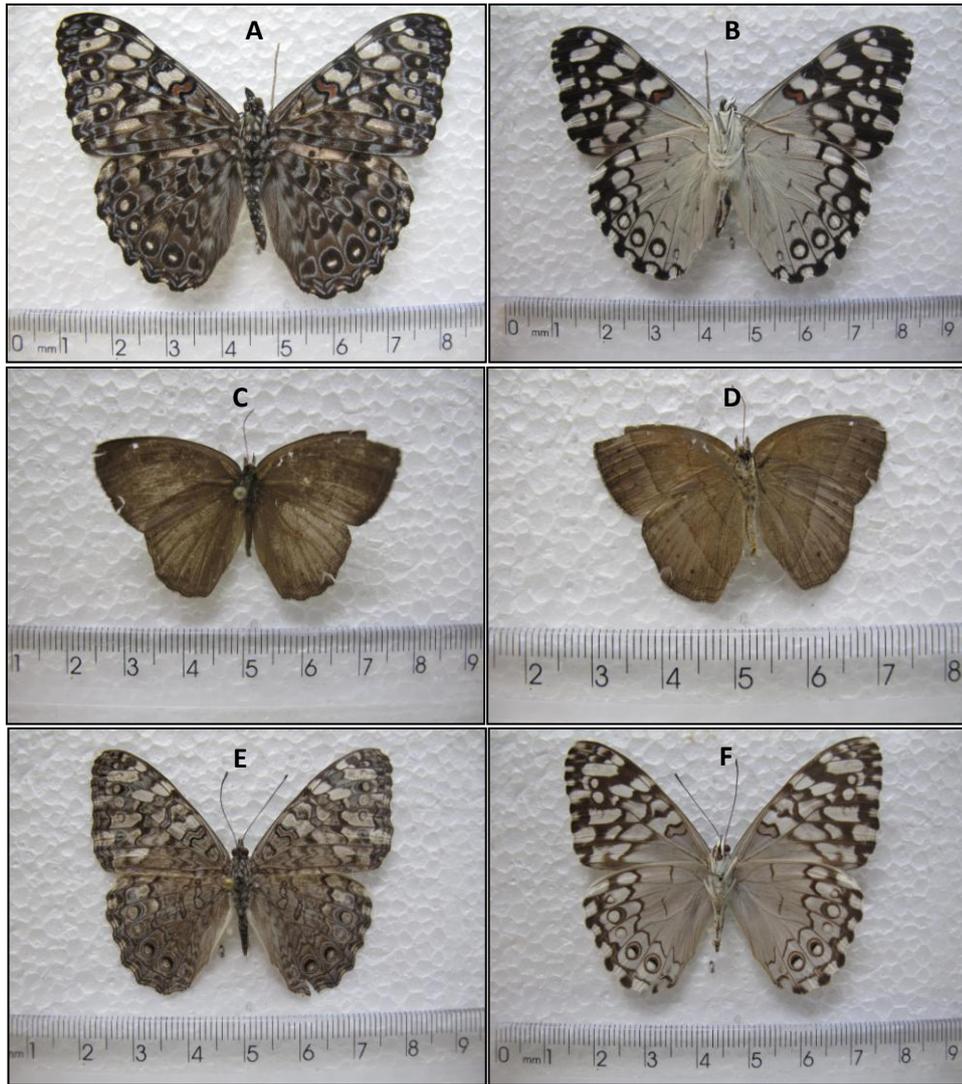


Figura 9 – Três espécies de borboletas frugívoras mais comuns na Reserva Biológica União/ RJ, capturadas no período de estudo. A) *Hamadryas feronia* (dorsal). B) *Hamadryas feronia* (ventral). C) *Capronnieria galesus* (dorsal). D) *Capronnieria galesus* (ventral). E) *Hamadryas februa* (dorsal). F) *Hamadryas februa* (ventral).

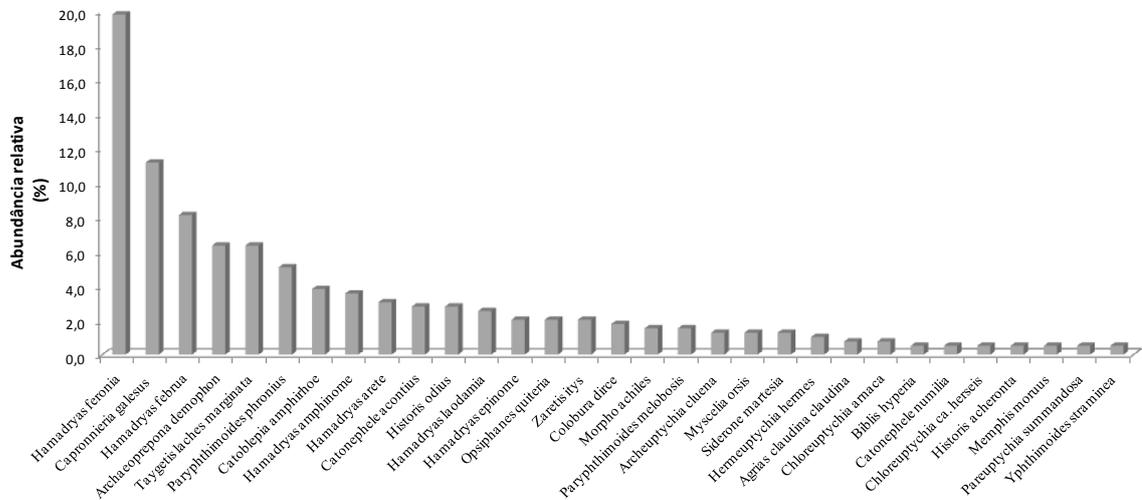


Figura 10 - Distribuição da abundância relativa das espécies de borboletas Nymphalidae, representadas por mais de um indivíduo, na Reserva Biológica União/ RJ, de fevereiro de 2010 a maio de 2011.

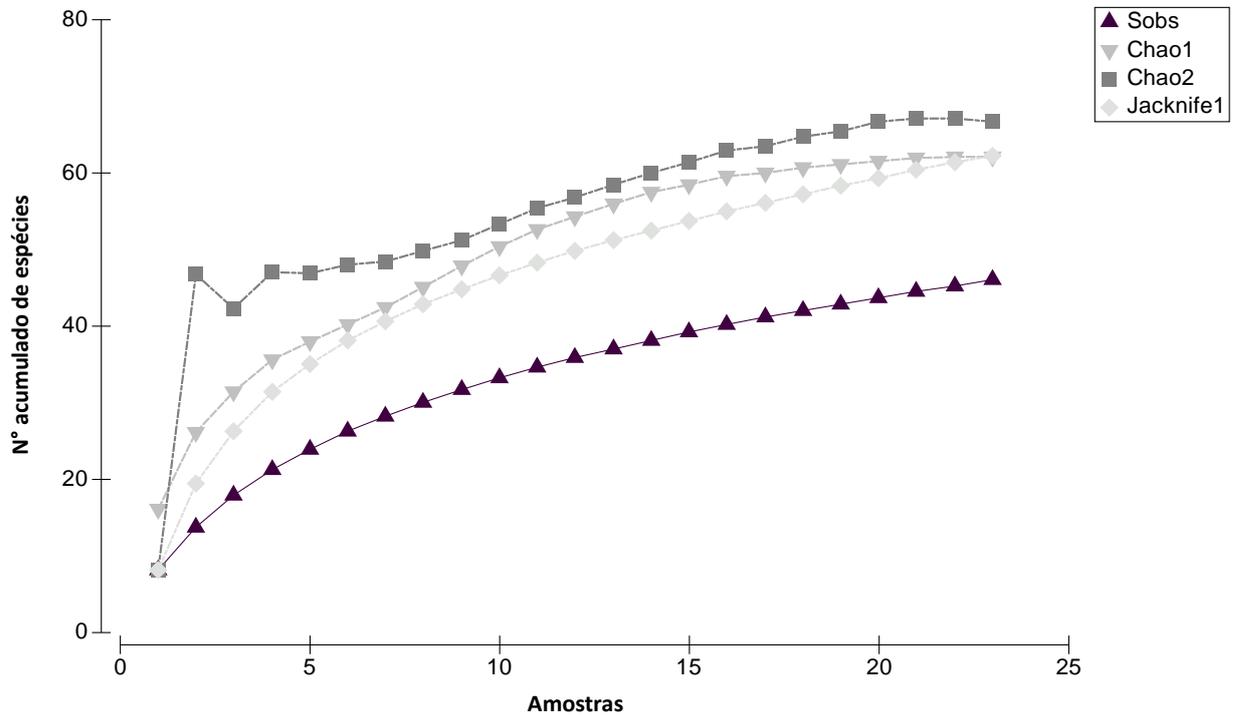


Figura 11 – Curva de acumulação de espécies (Sobs) e estimativas de riqueza das espécies calculadas através dos estimadores Chao1, Chao2 e Jackknife 1.

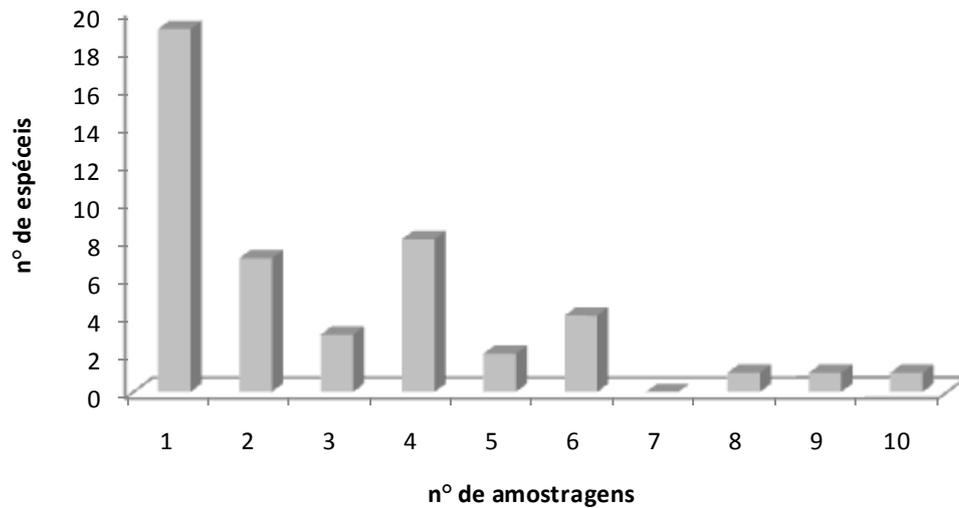


Figura 12 – Número de espécies de Nymphalidae capturadas em amostragens feitas durante o período de estudo na Reserva Biológica União. 1= espécies que foram registradas em apenas um mês de amostragem. 10= espécies que foram registradas nas 10 amostragens.

Hamadryas feronia não foi registrada em julho/2010 e *Archaeoprepona d. demophon* não foi registrada em julho nem em novembro de 2010. *Hamadryas februa*, que foi a terceira espécie mais abundante, foi registrada em apenas quatro meses de amostragens: março/2010, setembro/2010, dezembro/2010 e maio/2011. Dezenove espécies apareceram em somente um mês de amostragem: 15 foram as espécies singletons descritas anteriormente e as restantes, *Agrias claudina claudina*, *Catonephele numilia*, *Chloreuptychia arnaca* e *Pareuptychia summandosa*, que apresentaram apenas entre dois e três indivíduos.

De maneira geral, em um ano de amostragem, a abundância, riqueza e diversidade de espécies foram menores entre os meses de julho e novembro (Figura 13), quando a temperatura e pluviosidade estão em declínio, e maiores de dezembro a maio período mais quente e úmido. Esses dados corroboram os resultados de BROWN (1972) que sugere uma maior captura de espécies da família Nymphalidae durante os meses de verão em regiões tropicais. De acordo com RIBEIRO (2006) a forte relação entre a riqueza e abundância de borboletas frugívoras com a temperatura deve-se à necessidade de aquecimento de suas asas para o vôo, sendo possível encontrar mais indivíduos em atividade em dias quentes em comparação aos dias mais frios.

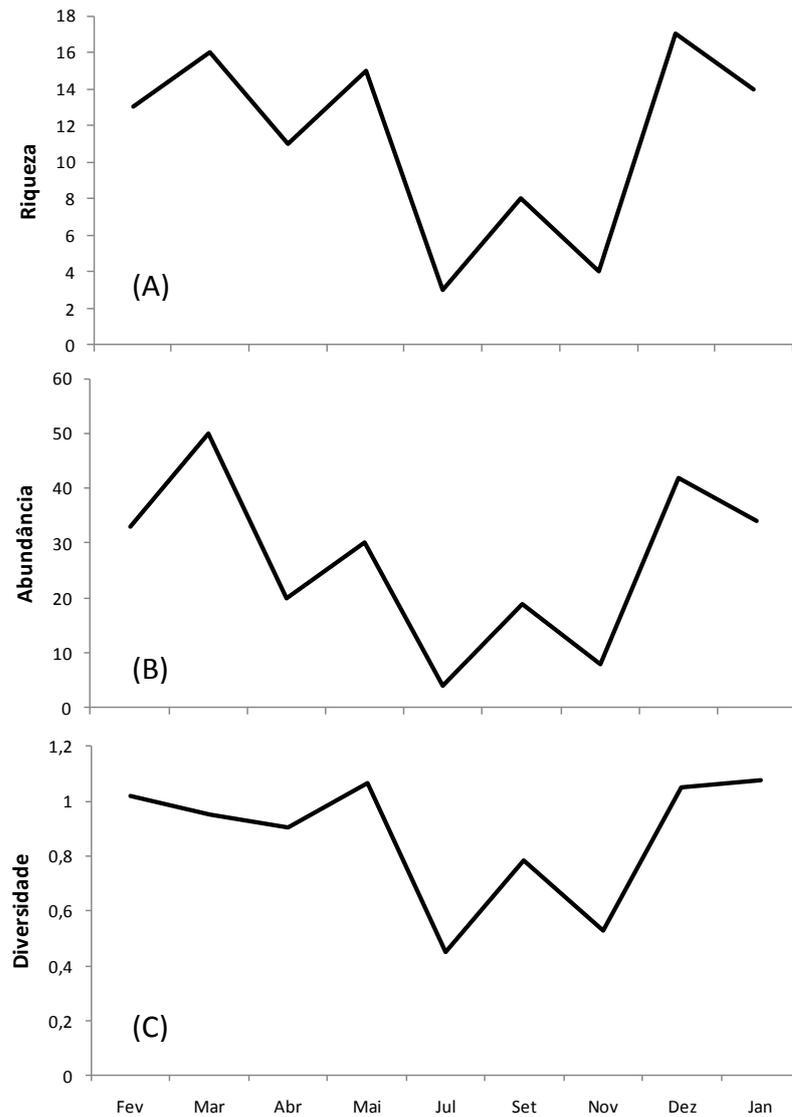


Figura 13 – Variação temporal da riqueza (A), abundância (B) e diversidade (C) de borboletas frugívoras de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011 na Reserva Biológica União, RJ. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.

3.2. Flutuação populacional das borboletas frugívoras da Reserva Biológica União

A análise da flutuação populacional das duas espécies de borboletas frugívoras mais abundantes no estudo, *Hamadryas feronia* e *Capronnieria galesus*, mostra que cada espécie responde de forma particular às variações sazonais (Figura 14). Algumas espécies podem apresentar sazonalidade, com picos de abundância em determinada estação do ano, o que pode facilitar o estudo de suas populações. *Hamadryas feronia* apresentou pico populacional no mês de março declinando nos meses seguintes até não haver mais registros de indivíduos nos meses de julho e setembro (estação seca). À medida que o clima vai ficando mais quente e úmido sua população tende a recuperar seus níveis anteriores. Já a espécie *Capronnieria galesus* registrou um pico populacional no mês de dezembro mostrando também a tendência de diminuir seus níveis populacionais nos meses mais secos. Ambas as espécies mostraram uma tendência de picos de abundância na estação úmida e declínio na estação mais seca variando apenas o mês em que isso ocorreu, ou seja, quanto mais cedo apresentaram seus picos populacionais mais cedo ocorreu também o declínio. Para analisar se uma espécie apresenta ou não sazonalidade é fundamental que a amostragem seja realizada mensalmente e por um período maior de estudo.

Brown & Freitas (2000) sugerem que espécies do gênero *Hamadryas* (pertencentes à subfamília Eurytelinae naquele estudo) se correlacionam positivamente com a temperatura, mas não encontraram correlação da temperatura com o gênero *Capronnieria* (subfamília Satyrinae), sendo suas populações mais correlacionadas (negativamente) com níveis de perturbação ou poluição. Provavelmente por esse motivo nenhum indivíduo de *Hamadryas feronia* foi registrado durante os meses mais frios na região de estudo enquanto que *Capronnieria galesus* foi registrada durante todo o ano na Reserva e a diminuição em suas populações na estação seca pode estar ocorrendo em função de fatores como a disponibilidade de recursos, por exemplo.

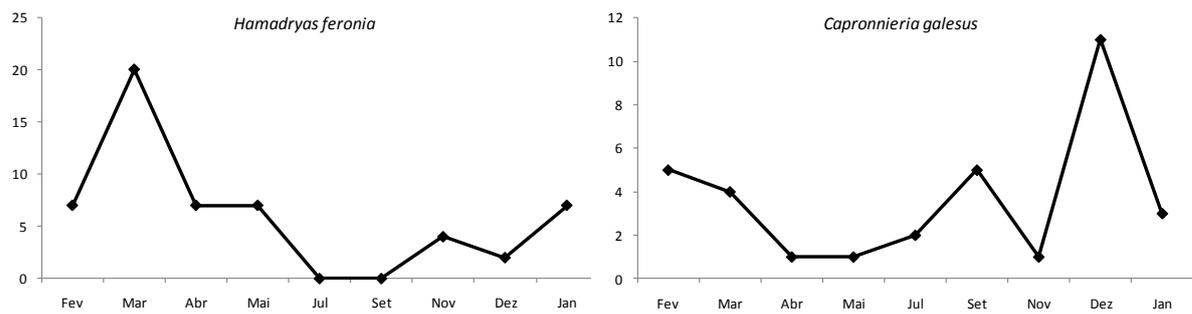


Figura 14 – Variação temporal da abundância das duas espécies de borboletas frugívoras mais abundantes na Reserva Biológica União, RJ no período de estudo, *Hamadryas feronia* e *Capronnieria galesus*. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.

3.3. Comparação da abundância, composição, riqueza e diversidade de espécies de borboletas frugívoras entre a área impactada e a área conservada

Das 394 borboletas frugívoras capturadas através das duas metodologias (amostragem de dois e de cinco dias), 287 (72,8%) foram capturadas na área impactada e 107 (27,2%) na área conservada.

As três espécies mais abundantes na área impactada foram *Hamadryas feronia* (25,1%), *Capronnieria galesus* (15,3%) e *Hamadryas februa* (11,1%), resultado que se reflete na abundância dessas espécies na Reserva Biológica como um todo (Figura 9). Na área conservada as três espécies mais abundantes foram *Catoblepia amphirhoe* (12,1%), *Archaeoprepona d. demophon* (11,2%) e *Catonephele acontius* (10,3%) (Figuras 15 e 16).

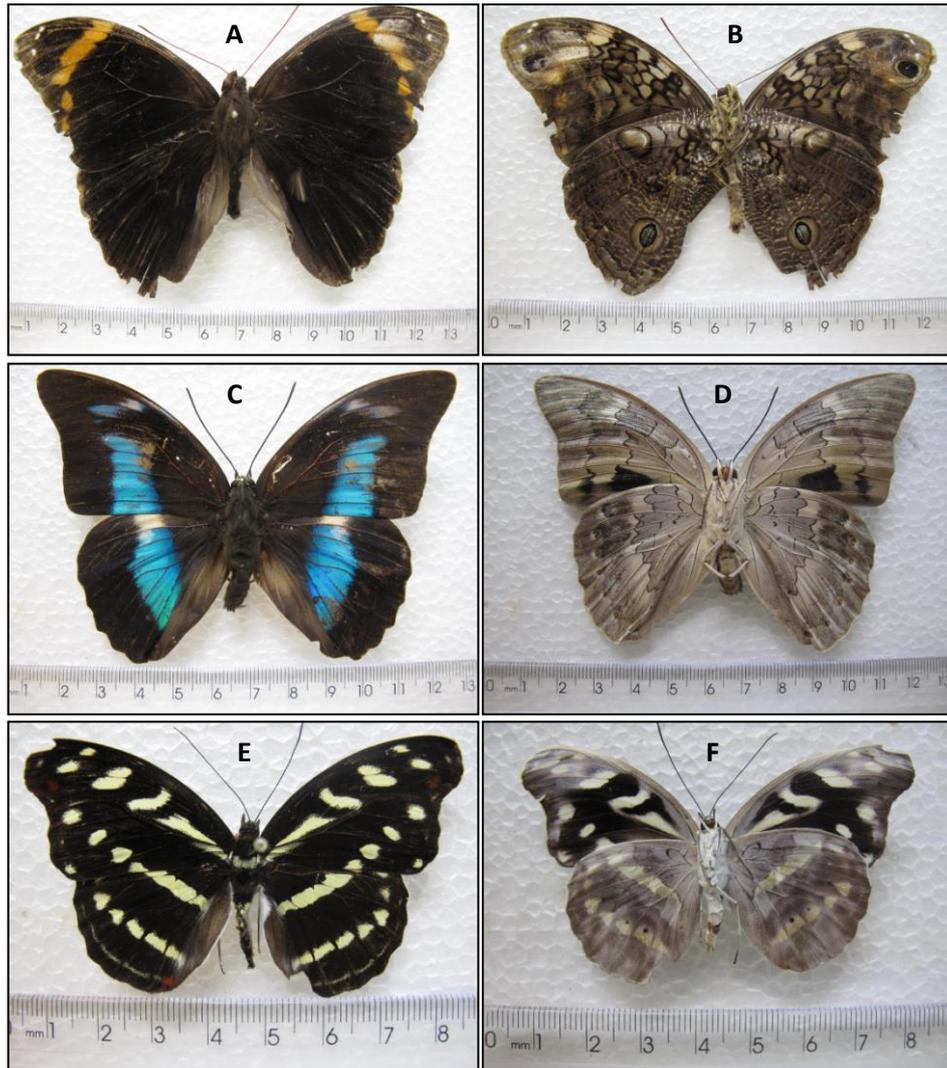


Figura 15 – Três espécies de borboletas frugívoras mais comuns na área conservada na Reserva Biológica União/RJ, capturadas no período de estudo. A) *Catoblepia amphirhoe* (dorsal). B) *Catoblepia amphirhoe* (ventral). C) *Archaeopreona demophon* (dorsal). D) *Archaeopreona demophon* (ventral). E) *Catonephele acontius* (dorsal). F) *Catonephele acontius* (ventral).

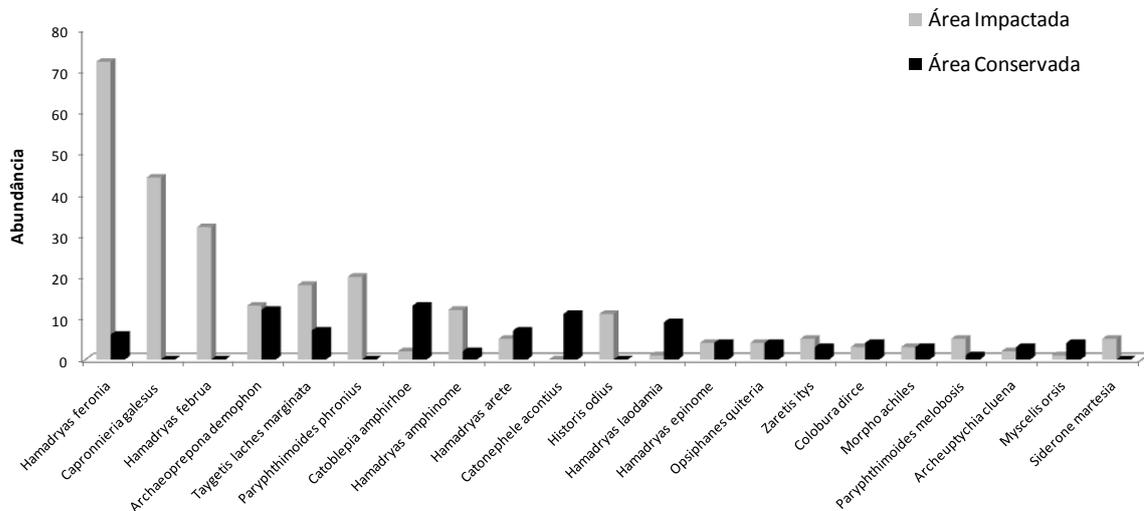


Figura 16 – Abundância absoluta de borboletas frugívoras nas áreas impactada e conservada na Reserva Biológica União, RJ no período de fevereiro de 2010 a maio de 2011 através das duas metodologias. Apenas foram consideradas espécies com mais de cinco indivíduos capturados.

O trabalho realizado em Santa Tereza, Espírito Santo por Brown & Freitas (2000) indica que *Hamadryas feronia*, *Hamadryas februa* e *Capronnieria galesus* habitam preferencialmente borda de floresta onde o recurso alimentar dessas borboletas, provavelmente em seu estágio larvar, é mais abundante - cipós (Euphorbiaceae) no caso de *Hamadryas feronia* e *Hamadryas februa* e gramíneas no caso de *Capronnieria galesus* - resultando na alta abundância dos indivíduos dessas espécies nesse ambiente. Gomes Filho (2003) sugere que para inventários rápidos em fragmentos florestais, esforços de amostragem em bordas, trilhas e/ou clareiras são suficientes para obter estimativas próximas a “riqueza total” de borboletas frugívoras. *Archaeoprepona d. demophon* é uma espécie polífaga podendo, portanto, freqüentar diferentes tipos de paisagens e *Catoblepia amphirhoe* e *Catonephele acontius* habitam preferencialmente florestas (BROWN & FREITAS, 2000).

Trabalhos de Uehara-Prado (2003) e Gonzalez (2008) sugerem que borboletas de maior tamanho corporal apresentam distribuição preferencial em paisagem conservada. Esses autores justificam que borboletas de grande porte podem apresentar maior sensibilidade a variações ambientais devido à fragmentação dos habitats, sendo indicadoras tanto diretamente dos efeitos na paisagem quando indiretamente dos efeitos em variáveis bióticas. Ainda, segundo García-Barros (apud UEHARA-PRADO, 2003) borboletas grandes tendem a possuir um maior tempo de desenvolvimento em plantas maiores ou estruturalmente mais complexas,

mas essa preferência pode ser em função tanto da planta hospedeira ou ao ambiente como um todo (hipótese a ser testada). No presente estudo foi observado que borboletas grandes como *Archaeoprepona d. demophon* e espécies dos gêneros *Morpho* e *Caligo* não mostraram preferência de distribuição em relação nenhuma das áreas. Inversamente, espécies de pequeno porte podem se tornar mais abundantes em ambientes fragmentados o que ocorreu no presente estudo com *Capronnieria galesus* que foi a segunda espécie mais abundante e foi registrada somente na área impactada. Uehara-Prado (2003) cita diversos estudos que descreveram a invariância ou aumento na abundância de espécies pequenas frente à perturbação ambiental. Porém, essa relação é uma hipótese ainda a ser testada já que a não-correlação de espécies maiores com a paisagem conservada encontrada no presente estudo pode encontrar justificativa na proximidade de ambas as áreas (~2 km) o que pode favorecer a migração de indivíduos de uma para outra e até mesmo na estrutura dessas áreas que pode não ser diferentes o bastante para mostrar algum impacto sobre essas borboletas.

Observando-se as 12 espécies mais abundantes no estudo (com 10 ou mais indivíduos) que representam 75,4% do total de indivíduos capturados, apenas duas espécies foram homogêneas nas duas paisagens, *Archaeoprepona demophon* e *Hamadryas arete*. As demais espécies mostraram uma distribuição preferencial para uma das áreas, resultando em uma similaridade relativamente baixa (índice de Sørensen =0,54) entre as duas áreas.

Excetuando-se os *singletons*, 12 espécies (26,1%) ocorreram apenas na área impactada, são elas: *Capronnieria galesus* (n=44), *Hamadryas februa* (32), *Paryphthimoides phronius* (20), *Historis odius* (11), *Siderone marthesia* (5), *Hermeuptychia hermes* (4), *Chloreuptychia arnaca* (3), *Biblis hyperia* (2), *Pareuptychia summandosa* (2), *Yphthimoides straminea* (2), *Historis acheronta* (2), *Memphis moruus* (2), enquanto que somente duas espécies (4,3%) ocorreram somente na área conservada: *Catonephele acontius* (11) e *Chloreuptychia herseis* (2). Nesta área foi observado um maior número de espécies *singletons* (10) que pode ser devido a um artefato de amostragem. Como o método de captura consistiu de atrativos alimentares, na área conservada a oferta de recursos para as borboletas tende a ser maior do que na área impactada o que reduziria a capturabilidade de cada armadilha na área conservada.

Embora 17 espécies de borboletas frugívoras fossem comuns as duas áreas (Tabela 5) algumas delas mostraram uma distribuição preferencial a uma das paisagens com uma diferença de mais de 50% em abundância como foi o caso de *Hamadryas feronia* (91,7% de diferença), *Hamadryas amphinome* (83,3%), *Paryphthimoides melobosis* (80%) e *Taygetis*

laches marginata (61,1%) para a área impactada e *Hamadryas laodamia* (88,9%), *Catoblepia ampirhoe* (84,6%), e *Myscelia orsis* para a área conservada (75%).

Tabela 5 – Lista das 17 espécies de borboletas frugívoras comuns as áreas impactada e conservada, em ordem de abundância total na Reserva Biológica União/RJ no período de estudo. IMP= área impactada; CONS=área conservada.

Espécies	IMP	CONS
<i>Hamadryas feronia</i>	72	6
<i>Archaeoprepona d. demophon</i>	13	12
<i>Taygetis laches marginata</i>	18	7
<i>Catoblepia ampirhoe</i>	2	13
<i>Hamadryas amphinome</i>	12	2
<i>Hamadryas arete</i>	5	7
<i>Hamadryas laodamia</i>	1	9
<i>Hamadryas epinome</i>	4	4
<i>Opsiphanes quiteria meridionales</i>	4	4
<i>Zaretis itys</i>	5	3
<i>Colobura dirce</i>	3	4
<i>Morpho achiles</i>	3	3
<i>Paryphthimoides melobosis</i>	5	1
<i>Archeuptychia cluena</i>	2	3
<i>Myscelia orsis</i>	1	4
<i>Agrias claudina claudina</i>	2	1
<i>Catonephele numilia</i>	1	1

Dentre as espécies que mostraram distribuição preferencial e exclusiva na área impactada, *Hamadryas feronia*, *H. amphinome*, *H. februa* e *Historis odius* são espécies conhecidas como indicadoras de ambientes impactados (SILVA, GONZÁLEZ e HERNÁNDEZ 2009; BROWN 1992). *Capronnieria galesus* pode também ser considerada como espécie indicadora de ambientes impactados, pois, no presente estudo, foi a segunda espécie mais abundante na área impactada, não havendo registros de indivíduos na área conservada. Além disso, borboletas do gênero *Hamadryas* utilizam durante seu desenvolvimento plantas hospedeiras presentes em áreas de capoeira e estágios iniciais de regeneração (SILVA, GONZÁLEZ e HERNÁNDEZ 2009), o que explicaria uma alta abundância de espécies desse gênero na área impactada.

A equitabilidade mensal entre as áreas não variou significativamente ($t=0,6581$; $N=6$; $p=0,5290$) mas há uma tendência a ser maior na área conservada (Figura 17) já que na área impactada algumas espécies foram muito abundantes. Nos meses de julho e setembro não houve suficiência amostral para o cálculo da diversidade na área conservada, sendo que em julho não foi capturado nenhum indivíduo e em setembro apenas um.

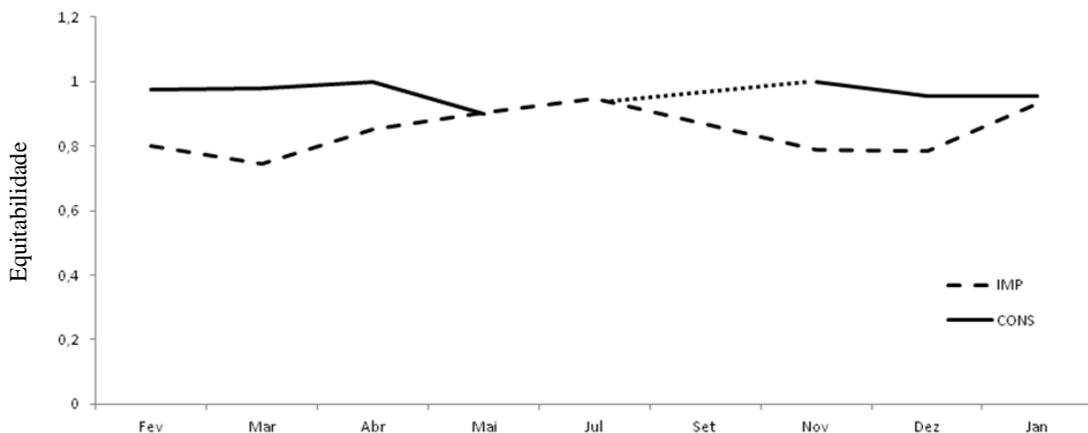


Figura 17 – Equitabilidade de espécies nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. IMP = área impactada. CONS=área conservada. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.

A área impactada foi a que apresentou também maior riqueza de espécies, pois das 46 espécies registradas no estudo, 34 delas foram capturadas nessa paisagem, enquanto 29 foram registradas na área conservada, sendo 17 comuns as duas áreas. Esse índice variou significativamente entre as duas áreas estudadas (Mann-Whitney $U=2913.0$; $p=0,0011$) bem como a abundância (Mann-Whitney $U= 2855.0$; $p=0,0006$), porém a diversidade não diferiu significativamente entre as mesmas ($t=0,7197$; $N=10$; $p=0,4882$) (Figura 18).

A riqueza foi ligeiramente superior na área conservada apenas em janeiro e fevereiro permanecendo maior na área impactada durante o restante do ano (Figura 18-A). A abundância também foi maior na área impactada na maior parte do ano (Figura 18-B).

Com relação a diversidade, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, a diversidade foi maior na área conservada. De maneira inversa, nos meses de abril a setembro esse índice foi maior na área impactada (Figura 18-C).

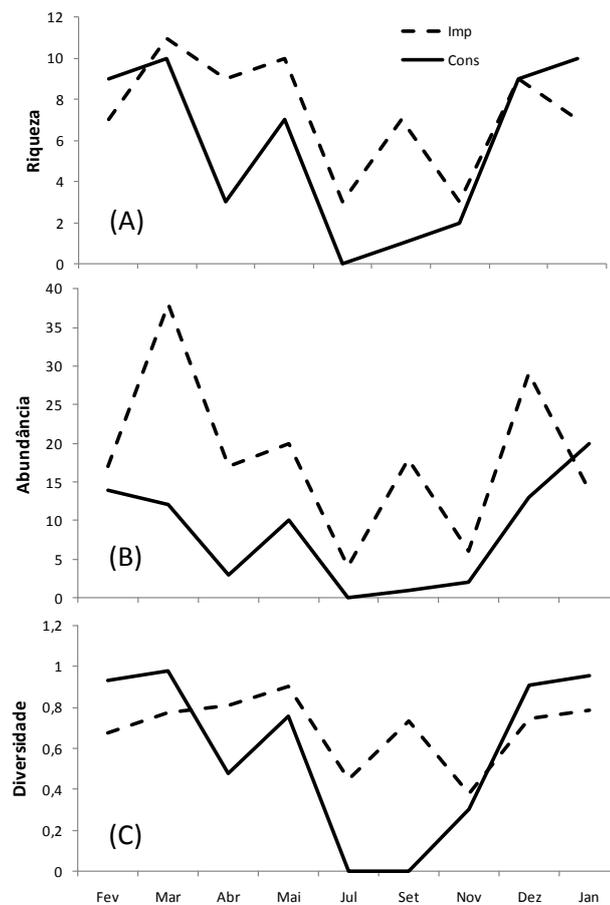


Figura 18 – Riqueza (A), abundância (B) e diversidade (C) de espécies nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. Dados obtidos através da amostragem de dois dias.

A redução natural nas populações que as espécies podem sofrer durante a estação seca é refletida também na diminuição da capturabilidade das armadilhas. Por isso, somente aquelas espécies que são mais abundantes mantêm populações viáveis na estação seca, o que justificaria uma maior diversidade neste período na área impactada.

Registros de maior riqueza e abundância de borboletas em paisagem considerada alterada têm sido encontrados em diversos trabalhos (ÖCKINGER, DANNESTAM & SMITH, 2009; UEHARA-PRADO, BROWN & FREITAS, 2007; UEHARA-PRADO et al., 2009; DEVRIES, MURRAY & LANDE, 1997). Esse padrão é explicado pela alta riqueza de espécies de plantas potencialmente hospedeiras das larvas desses insetos, presentes em ambientes ruderais, o que gera uma maior diversidade de habitats, quando comparados a áreas com floresta estabelecida. Mas, para Uehara-Prado et al. (2009), respostas a distúrbio antrópicos baseados na composição de espécies podem ser mais informativos do que aqueles baseados na riqueza ou diversidade visto que esses índices, sendo maiores em ambientes perturbados, podem dar a falsa idéia de conservação.

A maior riqueza de espécies de borboletas em áreas em processos iniciais de sucessão ecológica revela, por outro lado, a importância dos habitats de origem antrópica tais como pedreiras (BENES, KEPKA & KONVICKA, 2003) e corredores de linhas de transmissão de energia (SMALLIDGE & LEOPOLD, 1997; FORRESTER, LEOPOLD & HAFNER, 2005) para a manutenção da fauna de borboletas em alguma fase de seu desenvolvimento. Tanto as pedreiras recentemente operacionais quanto as abandonadas por um longo período oferecem oportunidade para a conservação de borboletas, além de outros animais ameaçados na Europa (BENES, KEPKA & KONVICKA, 2003). A cobertura herbácea extensiva e baixa densidade de caules lenhosos presentes em matagais nos corredores de linhas de transmissão de energia provê um habitat único para várias espécies de aves que são habitats-especialistas em declínio em todo nordeste dos Estados Unidos (CONFER & PASCOE, 2003).

Outro fator importante a ser considerado ao se avaliar o impacto desses empreendimentos na riqueza e abundância de borboletas é o grau do isolamento dessas áreas. Blair & Launer (1997) e Blair (1999) encontraram um padrão de diminuição na riqueza de espécies de borboletas ao longo de um gradiente rural-urbano, ou seja, quanto mais afastado de áreas rurais uma paisagem urbana estiver, menor será a riqueza de espécies dessa área.

3.4. Comparação da abundância, riqueza, diversidade e composição de espécies de borboletas frugívoras com a amostragem de dois e de cinco dias

Com as duas amostragens de cinco dias conseguiu-se registrar 73% (175) dos indivíduos capturados durante todo o ano com as amostragens realizadas em apenas dois dias (238 indivíduos). Além disso, as três espécies mais abundantes no estudo com a metodologia de cinco dias também foram as mais abundantes na Reserva Biológica como um todo: *Hamadryas februa*, *H. feronia* e *Capronnieria galesus* (Figura 9), variando apenas a ordem de abundância (Tabela 6).

Do total de espécies capturadas nas nove amostragens de dois dias (41), 25 espécies (61%) delas foram também amostradas, apenas, nas duas amostragens de cinco dias. Isto indica um potencial de uso dessa última metodologia para análises que dependam mais de um número representativo de indivíduos e espécies em uma comunidade do que sua variação ao longo do tempo para estudar picos populacionais, por exemplo.

Na área impactada, as três espécies capturadas em maior abundância com a metodologia de cinco dias foram *Hamadryas februa* (19,9%), *H. feronia* (17%) e *Capronnieria galesus* (11,3%) resultado ligeiramente diferente do encontrado com a amostragem de dois dias para essa área que foi *Hamadryas feronia* (29,3%), *Capronnieria galesus* (20,1%) e *Paryphthimoides phronius* (9,8%) (Figura 19) (Figura 20-A).

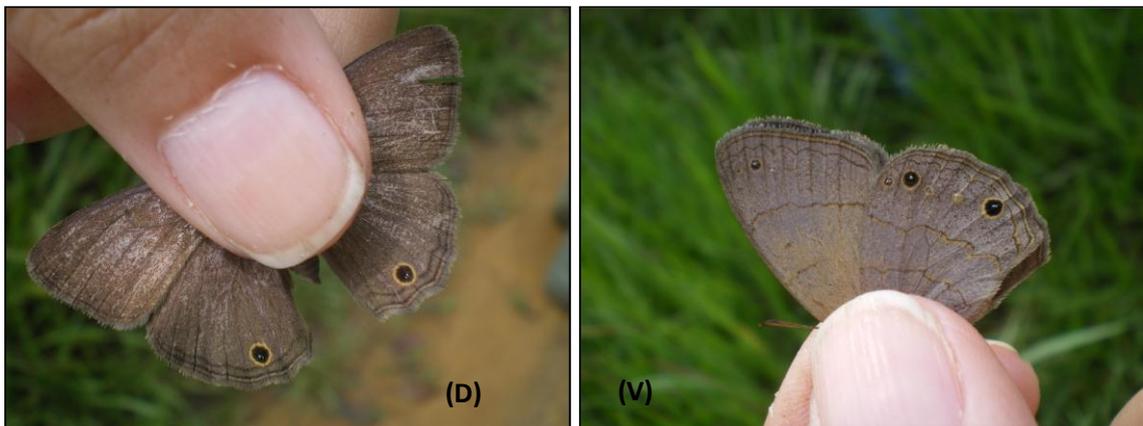


Figura 19 – *Paryphthimoides phronius*. (D)-Vista dorsal. (V)-Vista ventral.

Tabela 6 – Lista de capturas das espécies de borboletas frugívoras através das duas metodologias ao longo dos meses de amostragens na Reserva Biológica União/RJ. Os números entre parênteses correspondem à ordem de colocação das dez espécies mais abundantes em cada tipo de amostragem. A2 – Amostragem de dois dias. A5 – Amostragem de cinco dias.

Espécies	Metodologia	
	A2	A5
Hamadryas feronia	54 (1°)	24 (2°)
Capronniera galesus	33 (2°)	16 (3°)
Archaeoprepona demophon	17 (3°)	9 (6°)
Paryphthimoides phronius	16 (4°)	10 (5°)
Taygetis laches marginata	11 (5°)	16 (3°)
Catoblepia amphirhoe	10 (6°)	5 (8°)
Catonephele acontius	9 (7°)	2 (10°)
Opsiphanes quiteria	8 (8°)	0
Hamadryas epinome	7 (9°)	1
Historis odius	6 (10°)	6 (7°)
Zaretis itys	6 (10°)	2 (10°)
Colobura dirce	5	2 (10°)
Hamadryas februa	5	28 (1°)
Hamadryas laodamia	5	5 (8°)
Hamadryas arete	3	9 (6°)
Morpho achiles	3	3 (9°)
Hamadryas amphinome	2	12 (4°)
Hermeuptychia hermes	2	2 (10°)
Pareuptychia summandosa	2	2 (10°)
Agrias claudina claudina	0	3 (9°)
Chloreuptychia arnaca	0	3 (9°)

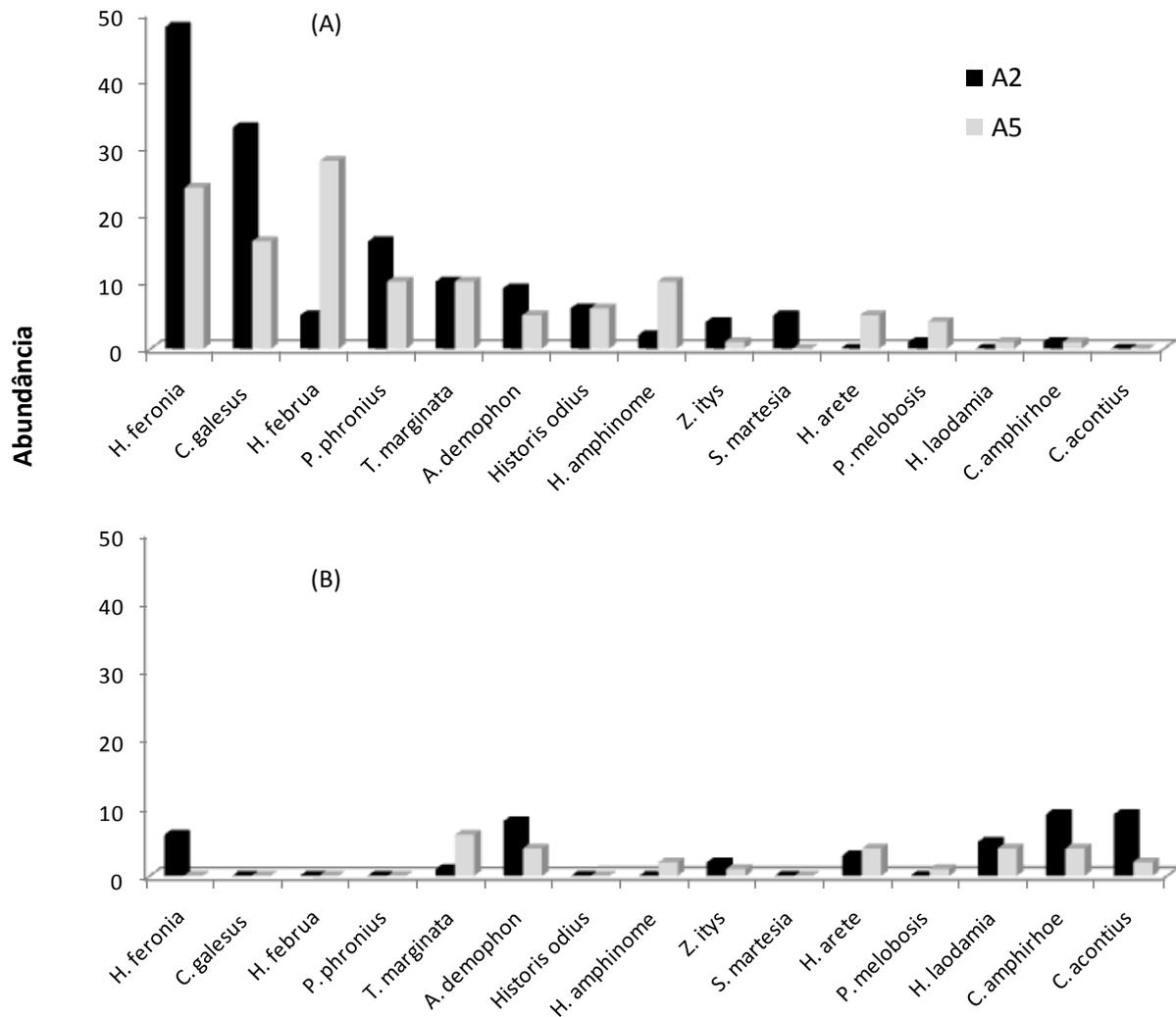


Figura 20 – Comparação de abundância absoluta nas duas áreas de estudo na Reserva Biológica União/RJ com relação aos dois tipos de amostragens, (A2) - Amostragens de dois dias e (A5) – Amostragens de cinco dias. (A) Área impactada. (B) Área conservada. Estão representadas as espécies mais abundantes em relação às duas metodologias.

Na área conservada os resultados obtidos não foram similares comparando-se as duas metodologias (Figura 20-B). Na amostragem de cinco dias a espécie mais abundante, *Taygethis laches marginata* (Figura 21-1), apresentou apenas seis indivíduos (17,6%) e outras quatro espécies registraram quatro indivíduos (11,8%): *Archaeopreona d. demophon* (Figura 15-2), *Hamadryas arete*, *H. laodamia* (Figura 21-2,3) e *Catoblepia amphirhoe* (Figura 15-1). Já na amostragem de dois dias, a espécie *Taygethis laches marginata* apresentou apenas um indivíduo e as espécies *Archaeopreona d. demophon* e *Catoblepia amphirhoe* apresentaram abundância relativa maior do que na amostragem de cinco dias. Uma explicação para esse fato pode ser os períodos escolhidos para a realização das amostragens com cinco dias

(setembro/2010 e maio/201) já que estas duas espécies mostraram tendência a serem mais abundantes entre os meses de dezembro e março.

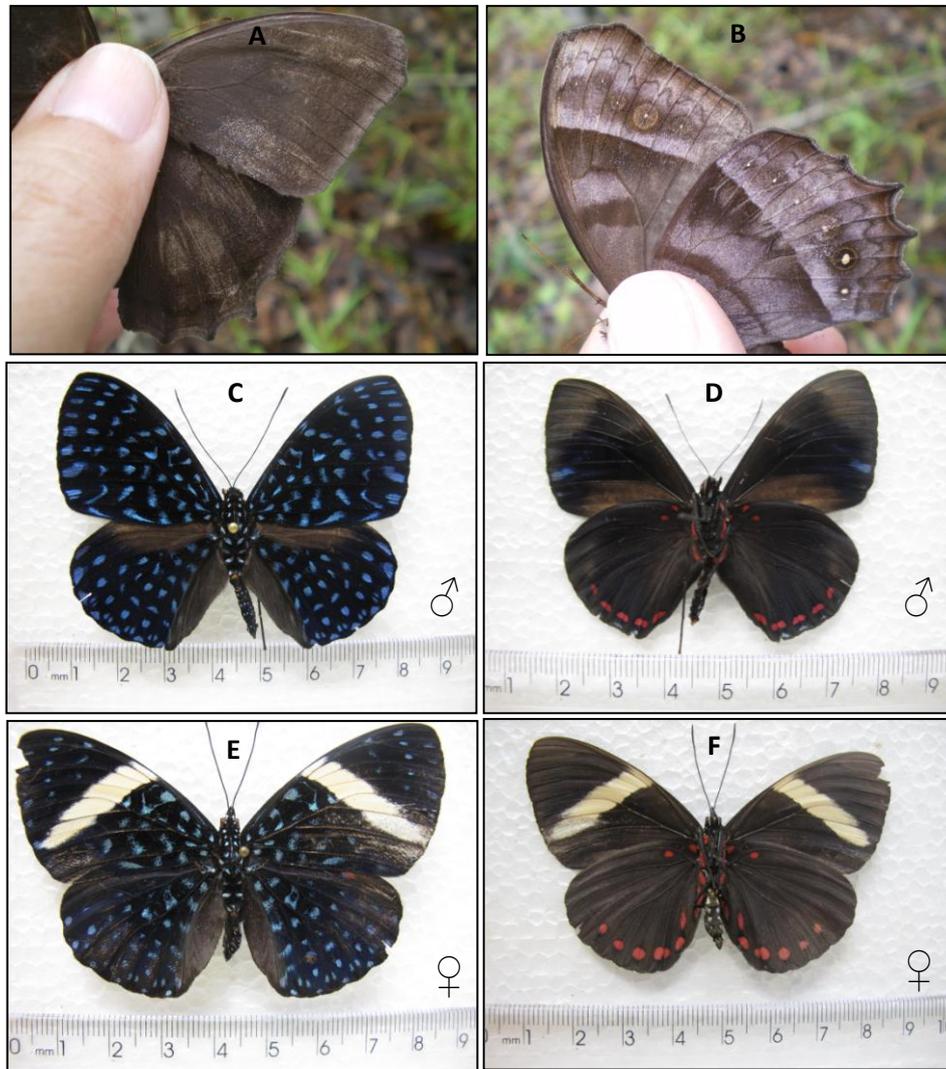


Figura 21 – Espécies mais abundantes na amostragem de cinco dias. A) *Taygethis laches marginata* (dorsal). B) *Taygethis laches marginata* (ventral). C) *Hamadryas arete* (dorsal); D) *Hamadryas arete* (ventral). E) *Hamadryas laodamia* (dorsal). F) *Hamadryas laodamia* (ventral).

Na área impactada, a equitabilidade foi um pouco menor com a metodologia de dois dias ($J'=0,7398$) em comparação com a de cinco ($J'=0,8101$) devido a maior dominância de duas espécies, *Hamadryas feronia* e *Capronniera galesus*, que tiveram abundância relativa de 29,3% e 20,1%, respectivamente. Os três dias adicionais de amostragem para área impactada levou a uma maior equitabilidade devido ao maior número de espécies capturadas. A equitabilidade na área conservada não variou entre as duas metodologias (dois dias= 0,9013; cinco dias= 0,9144).

As espécies que não foram capturadas na amostragem de cinco dias em relação a amostragem de dois dias somaram de 16 espécies (34,8%). Contudo, cabe ressaltar que essas espécies foram, em geral, raras na Reserva, isto é, com abundância de, no máximo, 10 indivíduos.

O tempo de permanência das iscas no campo (esforço de captura por amostragem) parece ser um fator importante na atração das borboletas visto que, na amostragem de cinco dias, a maioria das borboletas foram capturadas entre o 3° e o 5° dias de armadilhas no campo. Na armadilhagem de setembro de 2010, por exemplo, foram capturados apenas 19 indivíduos pertencentes a oito espécies nas primeiras 48 horas contra 54 indivíduos de 21 espécies nas 72 horas subsequentes. O mesmo aconteceu em maio de 2011 quando nas primeiras 48 horas, que correspondem a armadilhagem de dois dias, foram registrados, apenas, seis indivíduos de quatro espécies contra 96 indivíduos de 20 espécies que apareceram nos três dias subsequentes. Além disso, com os três dias adicionais de armadilhagem cinco espécies diferentes foram registradas: duas em setembro de 2010 (*Archaeoprepona amphimachus* e *Chloreuptychia arnaca*) e três em maio de 2011 (*Agrias claudina claudina*, *Callicore hydaspes* e *Catonephele numilia*). Essas cinco espécies foram registradas, apenas, a partir das amostragens com cinco dias.

Agrias claudina claudina (Figura 22) é uma espécie considerada vulnerável para o estado do Rio de Janeiro em função da caça para uso como adorno devido a sua beleza. Segundo Otero *et al.* (2000) a última observação foi em Guapimirim há mais de 20 anos. Este fato reforça a adoção da armadilhagem por cinco dias em um programa de monitoramento ambiental, além desse tipo de metodologia também ser satisfatória ao demonstrar a estrutura da comunidade de borboletas na região mesmo sendo feita em apenas duas épocas do ano.



Figura 22 – *Agrias claudina claudina*. (D)-Vista dorsal. (V)-Vista ventral.

3.5. Espécies de borboletas frugívoras para o biomonitoramento da Unidade de Conservação

Segundo o Plano de Ação Nacional para Conservação de Lepidópteros (MMA/ICMBio, 2011), 49% das espécies de fauna ameaçadas estão presentes em unidades de conservação federais o que indica a necessidade de estabelecer uma diretriz de conservação de espécies ameaçadas, coadunada com o ciclo de gestão das unidades de conservação federais.

O monitoramento ambiental em longo prazo da Reserva Biológica União utilizando as borboletas frugívoras como indicadores de biodiversidade de plantas permitirá acompanhar a evolução da regeneração natural da floresta na paisagem a partir da comparação da comunidade na área impactada com a da área conservada. O aumento na riqueza ou abundância de espécies de borboletas que utilizem como recurso espécies pioneiras pode sugerir uma análise mais aprofundada desses recursos, por exemplo, se advém de espécies de plantas invasoras ou não. O estabelecimento e crescimento de espécies invasoras pode inibir o estabelecimento de espécies nativas devido à maior capacidade de dispersão de sementes daquelas espécies (MARTINS, 2009). Nesse sentido, mesmo áreas próximas a formações vegetais pré-existentes, como é o caso da área impactada estar a apenas 2 km da área conservada, podem não ser suficientes para garantir a germinação de sementes de espécies nativas e a regeneração natural da floresta estaria comprometida. Neste ponto, técnicas de manejo são fundamentais para a restauração do ecossistema. Para o SNUC (2000) a restauração é a *restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original*. Segundo Durigan (apud AMADOR, 2003) restauração de ecossistemas é a denominação que se tem atribuído ao desafio de, por meio de

interferências planejadas, reconstruir a estrutura e criar condições para que se restabeleçam também os processos ecológicos naturais de cada ecossistema.

O ponto de partida para a restauração de florestas é a sucessão natural (AMADOR, 2003), ou seja, a substituição de espécies que ocorre num local quando acontece algum tipo de distúrbio onde espécies pioneiras adaptadas a ambientes perturbados vão sendo gradativamente substituídas por outras conforme a comunidade atinja sua estrutura e composição originais (RICKLEFS, 2001). Mas quando a sucessão natural está comprometida, como no caso de espécies exóticas, pode-se alavancar a sucessão, por exemplo, com o rápido recobrimento da área com espécies (herbáceas, arbustivas ou arbóreas) de crescimento rápido - as pioneiras - ou com o plantio de espécies dispersas por animais, que podem contribuir muito no fluxo gênico e na dispersão de sementes diversas.

Neste trabalho foi possível verificar que a composição de espécies da área conservada foi diferente da área impactada contendo, esta última, espécies como *Capronniera galesus* e *Hamadryas feronia* que foram muito abundantes nessa paisagem podendo ser consideradas indicadoras de ambientes impactados. Essas espécies de borboletas são características dessa região do Brasil em áreas em estágios iniciais de sucessão, como bordas e/ou clareiras. O monitoramento dessas espécies por um longo período pode indicar se a área está se recuperando quando abundância dessas borboletas se mantiver ou mesmo diminuir, sendo substituídas por outras espécies de borboletas que foram encontradas na área conservada, como por exemplo, a espécie *Catoblepia amphirhoe* ou *Archaeoprepona d. demophon*. Caso aumente sua abundância ou apareçam outras espécies, deve-se verificar com maior profundidade a causa do desequilíbrio.

Desde 2003, a administração da Reserva conseguiu junto às concessionárias de fornecimento de energia elétrica que possuem as linhas de transmissão que cortam a área da Reserva Biológica a diminuição de 48,6 ha da área roçada nas faixas de servidão dessas torres o que corresponde a um ganho de 77% de área das faixas de servidão para a regeneração florestal (PEIXOTO & COSTA-JUNIOR, 2004). A continuidade do monitoramento dessas áreas fornecerá dados que indiquem se a regeneração natural está ocorrendo ou se é necessário algum manejo para acelerar a recuperação local.

Em última análise, com o monitoramento de borboletas frugívoras podemos avaliar também as condições para a atração de outros animais da fauna visto que borboletas fazem parte de uma cadeia alimentar onde dentre seus predadores podemos citar pássaros e mamíferos como morcegos, por exemplo. Esses animais atraídos por alimentos fazem seu

papel ecológico na polinização e/ou dispersão de sementes de espécies arbóreas favorecendo o aumento da complexidade ambiental da área.

3.6. Custo do monitoramento

Uma das variáveis importantes para a implantação do instrumento “monitoramento” no sistema de gestão ambiental é o custo envolvido no processo. O monitoramento ambiental da Reserva Biológica envolveu despesas com diárias, deslocamento, aquisição e manutenção das armadilhas e preparo das iscas (Tabela 7). Uma comparação da relação custo/benefício entre os dois tipos de metodologia e armadilhagem utilizada nesse trabalho, de dois e de cinco dias, mostrou que a metodologia de cinco dias resultou em um custo menor (R\$ 3486,70) do que a metodologia de dois dias (R\$ 5636,60) apesar de permanecer durante um período maior no campo. Ela tem a vantagem de ser feita em apenas duas estações do ano o que viabiliza um menor custo operacional, pois se concentram os esforços de amostragem em períodos de mudança de estação onde as populações desses insetos sofrem algum tipo de influência.

A amostragem de dois dias por mês pode ser utilizada quando o foco é estudar a variação temporal das borboletas, como suas populações estão se comportando ao longo das estações e comparar com dados climáticos como temperatura e precipitação ao longo do ano. Porém, mesmo para esse fim propõe-se utilizar além da metodologia com armadilhas de iscas outros métodos adicionais como o uso de redes entomológicas, por exemplo, para amostrar uma quantidade maior de indivíduos e de espécies de borboletas, frugívoras ou nectívoras.

Tabela 7 – Comparação entre os custos operacionais da metodologia de dois dias e de cinco dias para o monitoramento ambiental durante o período de ano de estudo. *Valor de armadilha baseado no site Bioquip products (www.bioquip.com) – Item de catálogo nº 1423. Valor original em dólar. Convertido para Real a uma cotação de R\$1,50. **Percurso considerando partida e chegada na Ilha do Fundão/UFRJ. ***Na armadilhagem de dois dias, como foi necessário trocar as iscas após 24 horas, utilizou-se as dependências da Rebio para a pernoite dos pesquisadores resultando em apenas uma viagem para a Reserva.

GASTOS - ARMADILHAGEM DE DOIS DIAS		GASTOS - ARMADILHAGEM DE CINCO DIAS	
1. Aquisição das armadilhas		1. Aquisição das armadilhas	
Quantidade	20	Quantidade	20
Valor unitário (R\$)*	53,9	Valor unitário (R\$)*	53,9
Manutenção (R\$)	100	Manutenção (R\$)	50
TOTAL (R\$)	1178,00	TOTAL (R\$)	1128,00
2. Preparo das iscas		2. Preparo das iscas	
Banana p/armadilhagem (Kg)	10	Banana p/armadilhagem (Kg)	15
Valor por Kg (R\$)	1,79	Valor por Kg (R\$)	1,79
Aguardente (L)	1,5	Aguardente (L)	2,25
Valor (R\$)	7,5	Valor (R\$)	12,5
Armadilhagens	9	Armadilhagens	2
TOTAL (R\$)	228,6	TOTAL (R\$)	78,7
3. Deslocamento		3. Deslocamento	
Percurso Ida e volta (Km)**	300	Percurso Ida e volta (Km)**	300
Nº idas para troca de iscas e checagem***	1	Nº idas para troca de iscas e checagem	3
Gasto com combustível por viagem (R\$)	110,00	Gasto com combustível por viagem (R\$)	110,00
Armadilhagens	9	Armadilhagens	2
TOTAL (R\$)	990,00	TOTAL (R\$)	660,00
4. Diárias		4. Diárias	
Pessoas	3	Pessoas	3
Alimentação diária média/pessoa (R\$) ^a	30,00	Alimentação diária média/pessoa (R\$) ^a	30,00
Dias necessários	2	Dias necessários	3
Dias totais de armadilhagens	18	Dias totais de armadilhagens	6
TOTAL (R\$)	3240,00	TOTAL (R\$)	1620,00
TOTAL (R\$)	5636,60	TOTAL (R\$)	3486,70

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de bioindicadores no monitoramento ambiental requer um conhecimento básico sobre a biologia, taxonomia e ecologia desses organismos para saber quais fatores podem ou não influenciar a dinâmica de suas populações e fazer o melhor delineamento amostral e as análises mais adequadas dos seus resultados.

Um monitoramento ambiental eficiente deve ser realizado durante alguns anos para garantir a compreensão efetiva da dinâmica no ambiente de estudo e verificar se ações de manejo são necessárias para garantir os objetivos propostos no Plano de Manejo para aquela Unidade de Conservação.

Borboletas frugívoras funcionam como ferramenta para a gestão, pois indicam alterações na biodiversidade local mudando a composição de espécies e abundância de indivíduos de acordo com o grau de impacto. *Hamadryas feronia* e *Capronnieira galesus* podem ser consideradas indicadoras de ambientes impactados. Já na área conservada não foi observada nenhuma tendência em espécies indicadoras desse ambiente, pois não apresentou abundância significativa de nenhuma espécie. Além disso, esses insetos permitem a utilização de uma metodologia padronizada, com a utilização de armadilhas de iscas, que pode ser reproduzida em qualquer área que se deseje avaliar e comparar resultados.

A utilização da armadilhagem de cinco dias em apenas duas estações do ano (início da estação seca e início da estação úmida) foi capaz de amostrar mais da metade das espécies capturadas durante nove meses com esforço de dois dias de armadilhagem. Sugere-se que a opção por duas amostragens de cinco dias seria suficiente para descrever satisfatoriamente a estrutura da comunidade de borboletas frugívoras para fins de monitoramento anual da composição, riqueza, abundância ou diversidade de espécies, comparações entre áreas com diferentes graus de conservação, entre outros objetivos. A relação custo/benefício também se mostrou mais favorável e operacional com esse tipo de metodologia.

A amostragem de dois dias pode ser utilizada para amostrar aquelas espécies que não são abundantes, mas podem de alguma forma apresentar informações importantes do ambiente de estudo. A captura da espécie *Agrias claudina claudina* em apenas um mês de amostragem não nos fornece dados relevantes de abundância ou flutuação de suas populações na região porém, como é uma espécie considerada ameaçada no Estado do Rio de Janeiro, seu registro foi importante para subsidiar possíveis estudos futuros da dinâmica de suas populações na região e acompanhar a evolução da recuperação da espécie garantindo assim investimentos em pesquisa e monitoramento na Reserva. Assim, tanto no caso de *Agrias c. claudina* como de outras espécies específicas de estudo, faz-se necessárias amostragens com pequenos intervalos de tempo, concentradas, quando sua ocorrência temporal é conhecida, na estação ou estações de reprodução da espécie. Além disso, é claro, há necessidade de pesquisas sobre recursos alimentares (plantas hospedeiras) utilizados por essa espécie, seja pelos adultos ou, principalmente, pelas larvas para aumentar as chances de um manejo com sucesso.

A época do ano escolhida para a amostragem de cinco dias também é relevante para a utilização desse tipo de metodologia, pois algumas espécies podem apresentar picos de abundância em apenas algumas épocas do ano. Sugere-se realizar uma avaliação durante o

período mínimo de um ano antes de se estabelecer quais meses poderiam ser utilizados para realizar a amostragem de cinco dias baseado nos objetivos do monitoramento.

Um fator importante é que áreas impactadas por atividades humanas precisam estar próximas a uma matriz intacta ou pouco alterada para garantir taxas significativas de imigração e emigração da população local. Percebe-se que ambientes com algum impacto antrópico podem não ser totalmente incompatíveis com a presença de unidades de conservação sendo possível a sustentação de populações viáveis de determinadas espécies da fauna, algumas até mesmo ameaçadas de extinção, dependendo da estrutura da matriz ao redor dessas áreas e do tipo de empreendimento instalado. Portanto deve-se levar em consideração no licenciamento desse tipo de empreendimento, seja ele corretivo ou não, a presença de áreas que possam fornecer populações que ajudem a mitigar o impacto da sua instalação.

Por último, com base nos resultados obtidos no presente trabalho sugere-se um protocolo simples para o monitoramento da Reserva Biológica, contendo informações sobre como construir ou adquirir armadilhas de isca, como preparar a isca e um modelo de formulário de campo (Anexo 6 e 7).

5. CONCLUSÃO

Os dados obtidos com esse trabalho corroboram a utilização de borboletas frugívoras no monitoramento de áreas impactadas por atividades antrópicas, pois oferece um retorno confiável de dados para análises comparativas espaciais e temporais, além da adoção de um protocolo simples e barato com a amostragem de cinco dias. O monitoramento contínuo, o conhecimento da ecologia das espécies de borboletas e o padrão diferencial de distribuição delas nas áreas amostradas pode fornecer subsídios importantes para ações de manejo e gestão dessa Unidade de Conservação. A realização desse protocolo em outras unidades é fortemente recomendada para se obter dados mais robustos sobre a dinâmica desses organismos e seu uso no monitoramento.

6. REFERÊNCIAS

AMADOR, D. B. Restauração de Ecossistemas com Sistemas Agroflorestais. In: Kageyama, P. Y. et al (org.). **Restauração de ecossistemas naturais**. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF. Botucatu, SP. 2003. Disponível em: <<http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/14.pdf>>. Acesso em 15/11/2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para Uso**. Rio de Janeiro. ABNT. 2004. 27 p.

BENES, J.; KEPKA, P.; KONVICKA, M. Limestone quarries as refuges for European xerophilous butterflies. **Conservation Biology** 17:1058–1069. 2003.

BLAIR, R.B. Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? **Ecol. Appl.** 6, 164–170. 1999.

BLAIR, R.B.; LAUNER, A.E. Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. **Biol. Conserv.** 80, 113–125. 1997.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de agosto de 2002. **Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e dá outras providências**. Poder Executivo, Brasília, DF, 22 ago. 2002. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm >. Acesso em 18 ago. 2011.

_____. Decreto nº 5.566, de outubro de 2005. **Dá nova redação ao caput do art. 31 do Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002 que regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC**. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 out. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2005/Decreto/D5566.htm >. Acesso em 18 ago. 2011.

_____. Instrução Normativa nº003, de maio de 2003. **Lista das Espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mai. 2003. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/179/ arquivos/179_05122008034002.pdf >. Acesso em 14 jun. 2011.

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.71-118, 2000. Disponível em: <
http://www.melloleitao.locaweb.com.br/boletim/arquivos/11_12/Artigo5_Boletim_11_12.pdf
 > Acesso em: 02 fev. 2011.

BROWN JR., K.S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. p. 142-186. In: Morellato, L. P. C. (org.). **Historia Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas, São Paulo, Editora da UNICAMP/FAPESP, 1992, 321 p.

_____. Maximizing daily butterfly counts. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 26, n. 3, p. 183–196. 1972.

_____. Paleoecology and regional patterns of evolution in neotropical forest butterflies. In: PRANCE, G.T. (ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York, New York, USA. Columbia University Press, p. 255-308. 1982.

CAMPHORA, A.L.; MAY, P.H. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **Megadiversidade**. v.2, n.1 - 2, p. 24 - 38, 2006. Disponível em: <
http://www.conservacao.org/publicacoes/files_mega2/valorizacao.pdf> Acesso em 23 mai. 2011.

CANALS, G.R. **Butterflies of Misiones – Texts, photographs and drawings**. Buenos Aires, Argentina, editora L.O.L.A, 2003. 492 p.

CONFER, J. L.; PASCOE, S.M. Avian communities on utility right-of-way and other managed shrublands in the northeastern United States. **Forest Ecology and Management** 185:193–205. 2003.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. **Hotspots**. 2005. Disponível em:
 <<http://www.conservation.org.br/como/index.php?id=8>>. Acesso em 13/11/2011.

CRUZ, D.D.; MELLO, M.A.R.; VAN SLUYS, M. Phenology and floral visitors of two sympatric Heliconia species in the Brazilian Atlantic forest. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, 201(7). p.519-527. 2006.

DALE, V.H.; BEYELER, S.C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecol. Indic.** 1:3–10. 2001.

DEVRIES, P.J. **The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae**. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1987. 327 p.

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**, 62, 343–364. 1997.

DIXON, P.M.; OLSEN, A.R.; KAHN, B.M. Measuring trends in ecological resources. **Ecol. Appl.** 8:225–27. 1998.

FOGLIATTI, M.C. et al. **Sistema de Gestão Ambiental para empresas**. Rio de Janeiro. Editora Interciência: 2008. 122 p.

FORRESTER, J.A.; LEOPOLD, D.J.; HAFNER, S.D. Maintaining critical habitat in a heavily managed landscape: Effects of power line corridor management on Karner blue butterfly (*Lycia melissa samuelis*) habitat. **Restor. Ecol.** 13, 488–498. 2005.

FURLANETTI, P.R.R.; SETTE, I.M.S.; LOUZADA, J.N.C. A comunidade de borboletas frugívoras em fragmentos florestais conectados e desconectados por corredores: influência na diversidade, composição e tamanho corpóreo. 2007. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. **Anais...** Minas Gerais: SEB. Disponível em: < <http://seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1475.pdf>> Acesso em 30 ago.2011.

GARYWOOD & LEHMAN; CARTER & CARTER. **Butterflies of Southern Amazonia – A Photographic Checklist of Common Species**. Texas, USA, RiCalé publishing, 2º ed., 2009, 373 p.

GATTI, G. **Perfil da Unidade de Conservação-Brasil. Reserva Biológica União**. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2005. Disponível em: <http://internet.boticario.com.br/Internet/staticfiles/Fundacao/pdf/RB_Uniao_2003_perfil.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2011.

GILBERT, L.E. Food web organization and the conservation of neotropical diversity. In: SOULÉ, M.E.; WILCOX, B.A. (eds). **Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective**. Sunderland, Massachusetts, USA. Sinauer Associates, p. 11-34. 1980.

_____. The biology of butterfly communities.. In: VANE-WRIGHT, R.I.; ACKERY, P.R. (eds). **The biology of butterflies**. Princeton, New Jersey, USA. Princeton University Press, p. 41-54. 1984.

GOMES FILHO, A. **A comunidade de borboletas frugívoras da Reserva de Santa Genebra, Campinas, SP, com ênfase na flutuação populacional de *Anaea ryphea* (Cramer) (Nymphalidae: Charaxinae) e sua relação com as plantas hospedeiras**. 2003. 184 p. Tese (Doutorado em Ecologia)- Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP,2003.

GONZALEZ, W.R.S. **Diversidade de borboletas nymphalidae no parque municipal da lagoa do peri: Espécies de floresta ombrófila densa, de restinga e de áreas reflorestadas com *pinus***. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas)-

Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 2008.

HURLBERT, S.H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology** 52 (4): 578-586. 1971.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Pesquisa e monitoramento**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/pesquisa-e-monitoramento/monitoramento>> Acesso em: 10 dez 2011.

LAMAS, G. Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea. *In*: HEPPNER, J. B. (ed.). **Atlas of Neotropical Lepidoptera**. Association for Tropical Lepidoptera, Inc. Scientific Publishers. 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.

LAUSCH, A.; HERZOG, F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. **Ecological Indicators** 2: 3-15. 2002.

LAYRARGUES, P.P. Sistema de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. **RAE - Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 40, n° 2, P. 80-88, Abr./Jun. 2000. Disponível em <<http://www.rae.br/artigos/990.pdf>> Acesso em: 02 Fev. 2009.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology** 19, 640–645. 2005.

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas: ações em Áreas de Preservação Permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, 2009. 270p.

MAY, P. H., LUSTOSA, M. C., VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro, Elsevier. 2003. 318p.

MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews** 73, 181-201. 1998.

MIELKE, O.H.H.; CASAGRANDE, M.M. Papillonoidea e hesperioidea (lepidoptera) do parque estadual do morro do diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 14 (4): 967-1001. 1997.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Conservação da Biodiversidade**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em 02 fev. 2011.

MMA/IBAMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. 135p. 2002.

MMA/ICMBio. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Biológica União**. Rio de Janeiro, maio de 2008.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio. **Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros**. Brasília. 2011.124 p. (Série Espécies Ameaçadas, 13).

MURPHY, D.D.; FREAS, K.E.; WEISS, S.B. An environment-metapopulation approach to population viability analysis for a threatened invertebrate. **Conservation Biology** 4:41-51. 1990.

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403: 845–853. 2000.

NASCIMENTO, A.C.P. **Produção e aporte de nutrientes da serrapilheira em um fragmento de mata atlântica na Reserva Biológica União, RJ: efeito de borda**. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia)-Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2005.

NIEMI, G. J.; MCDONALD, M. E. Application of ecological indicators. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 35: 89–111. 2004.

ÖCKINGER, E.; DANNESTAM, A.; SMITH, H.G. The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. **Landscape and Urban Planning** 93:31–37. 2009.

OTERO, L.S. et al. Invertebrados Terrestres. In: BERGALLO, H.G et al. **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Ed. UERJ, 2000. 166p.

PEIXOTO, G. L.; COSTA JUNIOR, W. J. Linhas de transmissão de energia em Unidade de Conservação: a experiência da reserva biológica União, Rio de

Janeiro, Brasil. 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 4, 2004, Curitiba. **Anais...** Paraná, Trabalhos Técnicos, Pp. 392-8. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza / Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação.

PYLE, R.M. Butterfly eco-geography and biological conservation in Washington. **Atala** 8:1-26. 1980.

RIBEIRO, D.B. **A guilda de borboletas frugívoras em uma paisagem fragmentada no alto Paraíba-SP**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, M.C. et al. **Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. *Biological Conservation* 142: 1141–1153. 2009.

RICKETTS, T.; IMHOFF, M. Biodiversity, urban areas, and agriculture: locating priority ecoregions for conservation. **Conserv. Ecol.** 8. 2003. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol8/iss2/art1>>. Acesso em 15 mar. 2011.

RICKLEFS, R.M. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 2001. 503p.

RODRIGUES, P. J. F. P. **A Vegetação na Reserva Biológica União e os Efeitos de Borda na Mata Atlântica Fragmentada**. 2004. 153 f. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia)- Campos dos Goytacazes- RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2004.

SILVA, G.C.; GONZÁLES, W.S.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Borboletas frugívoras da família Nymphalidae para uso como indicadoras ecológicas em programas de monitoramento do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. 2009. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3, 2009, São Lourenço. **Anais...** Minas Gerais: SEB. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_clae/335.pdf> Acesso em 30 ago.2010.

SMALLIDGE, P.J.; LEOPOLD, D.J. Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscapes. **Landscape Urban Plan.** 38, 259–280. 1997.

SMEETS, E.; WETERINGS, R. Environmental indicators: typology and overview. **Tech.Rep.** 25, Eur. Environ. Agency, Copenhagen, Den. 1999. Disponível em: <http://www.geogr.uni-jena.de/fileadmin/Geoinformatik/projekte/brahmatwinn/Workshops/FEEM/Indicators/EEA_tech_rep_25_Env_Ind.pdf>. Acesso em 25 mai. 2011.

SNUC. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Lei nº 9.985, de julho de 2000. Poder Executivo, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em 18 ago. 2011.

UEHARA-PRADO, M. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) como indicadoras de fragmentação florestal no Planalto Atlântico Paulista. 2003. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Ceará: SEB.

UEHARA-PRADO, M. **Efeito de fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista**. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2003.

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

_____. Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do morro grande e região de caucaia do alto, cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, volume 4 (número 1). 2004.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K.S.; FREITAS, A.V.L. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecol Biogeogr** 16: 43–54. 2007.

WAHLBERG, N. and BROWER, A.V.Z. 2009. **Nymphalidae Rafinesque 1815. Brush-footed Butterflies**. Version 15 September 2009 (under construction). Disponível em: <<http://tolweb.org/Nymphalidae/12172/2009.09.15> >

YOUNG, H.P. Preservação ambiental: Uma retórica no espaço ideológico da manutenção do capital. **Revista FAE** 4(3):15-24. 2001.

ANEXOS

ANEXO 1 – GLOSSÁRIO DE TERMOS ECOLÓGICOS

Abundância – medida baseada no número de indivíduos de uma espécie, tipo de organismos ou unidades orgânicas.

Área de capoeira - Vegetação aberta com forração de gramíneas e outras ervas; árvores e arbustos esparsamente distribuídos.

Artefato de amostragem – alguma característica do método utilizado na amostragem que pode induzir interpretações errôneas.

Biota – conjunto de fauna e flora.

Co-evolução – ocorrência de atributos geneticamente determinados (adaptações) em duas ou mais espécies selecionadas pelas interações mútuas controladas por estes atributos.

Coleção entomológica – conjunto de insetos obtidos em pesquisas de campo e mantidos em local adequado para consulta e/ou exposição.

Composição de espécies - espécies que estão presentes em um determinado local.

Comunidade – Associação de populações interagindo, normalmente definida pela natureza de sua interação ou pelo lugar no qual elas vivem.

Curva de acumulação de espécies – ferramenta utilizada para verificar se a amostragem foi adequada para caracterizar a composição de espécies de um local. Caracteriza-se pelo número de espécies capturadas ao longo das amostragens.

Diversidade Shannon-Wiener – número de táxons numa área ou região específica. Também, uma medida da variedade de táxons numa comunidade que considera a abundância relativa de cada uma.

Dossel – camada superior da vegetação de uma floresta.

Ecossistema – todas as partes do mundo físico e biológico que interagem.

Efeito de borda – são as modificações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos observadas na área de contato do fragmento de vegetação com a matriz circundante, tornando essa área mais suscetível a estress hídrico, ventos fortes, temperaturas extremas etc ocasionando danos a biota da região.

Equitabilidade - as medidas de equitatividade buscam quantificar a desigualdade apresentada opostamente por uma comunidade em que todas as espécies são igualmente comuns.

Espécie polífaga – sinônimo de onívora.

Espécies generalistas – espécies com uma ampla preferência de alimentos ou habitats.

Espécies pioneiras - Espécies cuja estratégia de estabelecimento e desenvolvimento estão associados a extremos períodos de exposição a luz, sendo intolerantes à sombra, possuem crescimento muito rápido e vida curta, sua reprodução é precoce, podendo ser subanual, são generalistas quanto à polinizadores, e regeneram a partir do banco de sementes do solo.

Faixa de servidão - faixa de segurança sinalizada que acompanha na superfície o percurso das torres de transmissão.

Floresta Ombrófila Densa - A característica ombrotérmica está presa aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25oC) e de alta precipitação bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos).

Flutuação populacional – oscilação do tamanho populacional em função do tempo.

Guilda - grupo de organismos, dentro de uma comunidade, que utilizam da mesma forma dos mesmos tipos de recursos por terem nichos semelhantes.

Lianas – vegetação fixa ao solo, sem sustentação própria, apoiando-se em outros vegetais para alcançar grande altura através de contorções e enrolamentos.

População – conjunto de indivíduos de uma espécie que ocupa uma determinada área, mantendo intercâmbio de informações genéticas.

Riqueza - número de espécies numa determinada área.

Ruderal – locais com detritos, entulho e lixo altamente perturbados.

Sucessão ecológica – substituição de populações num habitat através de uma progressão regular até um estado estável.

Táxon – grupo de organismos em qualquer nível, com alguma identidade formal. Ex. família.

REFERÊNCIAS:

BATALHA, B. et al. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: CNPQ/FAPESP/Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1º ed. 1987. 271 p.

RICKLEFS, R.M. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 2001. 503p.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Glossário**. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br/gloss.htm>. Acesso em 17 nov.2011.

ANEXO 2 - ABUNDÂNCIA GERAL DAS 46 ESPÉCIES DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS CAPTURADAS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO, RJ. SET 1- AMOSTRAGEM DE DOIS DIAS; SET 2- CORRESPONDE AOS TRÊS DIAS ADICIONAIS DA AMOSTRAGEM DE CINCO DIAS (A5).

ESPÉCIES	FEV	MAR	ABR	MAI	JUL	SET 1	SET 2	NOV	DEZ	JAN	MAI-A5	Total
<i>Agrias claudina claudina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Adelpha chitheria</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Archaeoprepona amphimachus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Archaeoprepona demophon</i>	3	4	3	3	0	1	5	0	2	1	3	25
<i>Archeuptychia cluena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5
<i>Biblis hyperia</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Caligo idomeneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Caligo illioneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Callicore hydaspes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Capronnieria galesus</i>	5	4	1	1	2	5	4	1	11	3	7	44
<i>Catoblepia amphirhoe</i>	1	0	1	0	0	0	0	2	3	3	5	15
<i>Catonephele acontius</i>	2	0	0	4	0	0	1	0	1	2	1	11
<i>Catonephele numilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Chloreuptychia amaca</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Chloreuptychia ca. herseis</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Colobura dirce</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
<i>Dasyophthalma c. creusa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eryphanis polyxena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Eunica malvina albida</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euptychia hesione</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hamadryas amphinome</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	10	14
<i>Hamadryas arete</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	7	12
<i>Hamadryas epinome</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	8
<i>Hamadryas februa</i>	0	2	0	0	0	1	4	0	2	0	23	32
<i>Hamadryas feronia</i>	7	20	7	7	0	0	9	4	2	7	15	78
<i>Hamadryas laodamia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	5	10
<i>Hermeuptychia hermes</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	4
<i>Historis acheronta</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Historis odius</i>	0	0	1	2	0	1	4	0	0	2	1	11
<i>Memphis moruus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Morpho achiles</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2	6
<i>Morpho aega</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Morpho m. coeruleus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Myscelia orsis</i>	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5
<i>Opsiphanes quiteria</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	1	2	0	8
<i>Pareuptychia summandosa</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Paryphthimoides melobosis</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	6
<i>Paryphthimoides phronius</i>	0	1	0	1	0	6	4	0	8	0	0	20
<i>Prepona laertes</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Prepona pylene</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Siderone martesia</i>	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Taygetis laches marginata</i>	0	3	1	2	0	2	4	0	3	0	10	25
<i>Taygetis mermeria tenebrosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Taygetis rufomarginata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ypthimoides straminea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Zaretis itys</i>	3	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	8

ANEXO 4 - ABUNDÂNCIA GERAL DAS 46 ESPÉCIES DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS CAPTURADAS NA ÁREA CONSERVADA DA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO, RJ. SET 1- AMOSTRAGEM DE DOIS DIAS; SET 2- CORRESPONDE AOS TRÊS DIAS ADICIONAIS DA AMOSTRAGEM DE CINCO DIAS (A5).

Espécies	Área Conservada											TOTAL
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set 1	Set 2	Nov	Dez	jan/11	Mai -A5	
<i>Agrias claudina claudina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Adelpha cytherea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Archaeoprepona amphimachus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Archaeoprepona demophon</i>	2	1	1	1	0	0	4	0	2	1	0	12
<i>Archeuptychia cluena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
<i>Biblis hyperia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caligo idomeneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Caligo illioneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Callicore hydaspes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capronnieria galesus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Catoblepia amphirhoe</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	3	3	4	13
<i>Catonephele acontius</i>	2	0	0	4	0	0	1	0	1	2	1	11
<i>Catonephele numilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Chloreuptychia arnaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chloreuptychia ca. herseis</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Colobura dirce</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Dasyophthalma c. creusa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eryphanis polyxena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Eunica malvina albida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euptychia hesione</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hamadryas amphinome</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Hamadryas arete</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	7
<i>Hamadryas epinome</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
<i>Hamadryas februa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hamadryas feronia</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	0	6
<i>Hamadryas laodamia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	9
<i>Hermeuptychia hermes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Historis acheronta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Historis odius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Memphis moruus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Morpho achilles</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>Morpho aega</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Morpho m. coeruleus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Myscelis orsis</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Opsiphanes quiteria</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
<i>Pareuptychia summandosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paryphthimoides melobosis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Paryphthimoides phronius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prepona laertes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prepona pylene</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Siderone martesia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taygetis laches marginata</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	7
<i>Taygetis mermeria tenebrosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Taygetis rufomarginata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ypthimoides straminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zaretis itys</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3

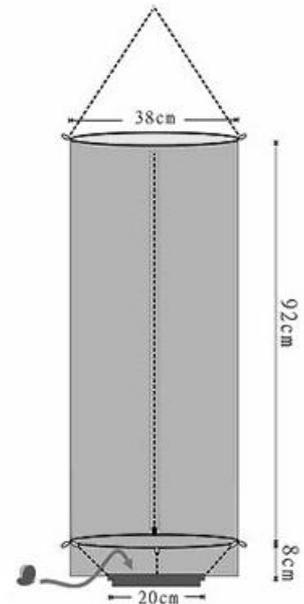
ANEXO 5 – ABUNDÂNCIA DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NAS DUAS ÁREAS ESTUDADAS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO/RJ ATRAVÉS DE CADA METODOLOGIA. A2 - AMOSTRAGEM DE DOIS DIAS. A5 – AMOSTRAGEM DE CINCO DIAS.

Espécies	Metodologia	
	A2	A5
Hamadryas feronia	54	24
Capronniera galesus	33	16
Archaeoprepona demophon	17	9
Paryphthimoides phronius	16	10
Taygetis laches marginata	11	16
Catoblepia amphirhoe	10	5
Catonephele acontius	9	2
Opsiphanes quiteria	8	0
Hamadryas epinome	7	1
Historis odius	6	6
Zaretis itys	6	2
Archeuptychia cluena	5	0
Colobura dirce	5	2
Hamadryas februa	5	28
Hamadryas laodamia	5	5
Siderone martesia	5	0
Myscelia orsis	4	1
Hamadryas arete	3	9
Morpho achilles	3	3
Hamadryas amphinome	2	12
Hermeuptychia hermes	2	2
Pareuptychia summandosa	2	2
Yphthimoides straminea	2	0
Adelpha chitheria	1	0
Biblis hyperia	1	1
Caligo idomeneus	1	0
Caligo illioneus	1	0
Chloreuptychia ca. herseis	1	1
Dasyophthalma c. creusa	1	0
Eryphanis polyxena	1	0
Eunica malvina albida	1	0
Euptychia hesione	1	0
Historis acheronta	1	1
Memphis moruus	1	1
Morpho aega	1	0
Morpho m. coeruleus	1	0
Paryphthimoides melobosis	1	5
Prepona laertes	1	0
Prepona pylene	1	0
Taygetis mermeria tenebrosus	1	1
Taygetis rufomarginata	1	0
Agrias claudina claudina	0	3
Archaeoprepona amphimachus	0	1
Callicore hydaspes	0	1
Catonephele numilia	0	2
Chloreuptychia arnaca	0	3

ANEXO 6 – PROPOSTA DE PROTOCOLO DE MONITORAMENTO

- 1) **Definição da área de estudo.** Definir as áreas a serem monitoradas. Sugere-se sempre ter uma área em bom estado de conservação para servir de “controle” em relação às área impactada.
- 2) **Definição dos meses de amostragem.** Escolher duas épocas do ano para realizar a amostragem. Pode ser uma na estação seca e outra na estação úmida. Evitar dias com muita chuva.
- 3) **Materiais para armadilhagem.**

- 20 armadilhas de isca conforme medidas ao lado*;
- 20 pratos descartáveis;
- Balde para estoque da isca;
- Espátula para pegar a isca;
- Envelopes para acomodar borboletas capturadas (Figura 8);
- Máquina fotográfica;
- Cordas para prender as armadilhas;
- 10 Kg de bananas d’água bem maduras;
- 2 litros de cachaça.



*armadilha pode ser adquirida através do site:

[HTTP://www.bioquip.com](http://www.bioquip.com)

4) Preparo da isca.

- Com 48 horas de antecedência, amassar as bananas com a cachaça e colocar dentro do balde para fermentar. Pode-se usar fermento biológico para acelerar o processo de fermentação.

5) Montagem da armadilha nas áreas de estudo.

- Pendurar as armadilhas a cerca de 1,50 - 2,0m do solo utilizando as cordas para prendê-las às árvores. 10 armadilhas devem ser colocadas na área “controle” e 10 na área impactada;
- Colocar isca suficiente para cobrir a superfície do prato que será inserido na parte inferior da armadilha conforme figura acima;
- Anotar data, local e outros dados necessários no formulário de campo (anexo 7).
- Deixar uma distância de cerca de 50m entre as armadilhas (para maiores detalhes ver item 2 – Materiais e Métodos).

Obs: Pode-se usar um nº maior de armadilhas de acordo com o tamanho da área que se deseja monitorar.

- 6) **Periodicidade.** Deixar as armadilhas por cinco dias no campo, tomando o cuidado de substituir as iscas por novas a cada 48 horas. A cada troca de iscas, registrar os indivíduos capturados, fotografar aqueles que não se tem certeza da identificação e/ou coletar nos envelopes para identificação por especialistas. Conservar os indivíduos coletados em freezer.

- 7) **Análise dos dados.** Comparar a riqueza, abundância e composição de espécies entre as áreas monitoradas. Atentar para as espécies indicadoras dos respectivos ambientes.

