
Rodrigo Nogueira de Vasconcelos

**Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras em
fragmentos de Floresta Atlântica e em plantações de
eucalipto no extremo Sul da Bahia**

Salvador

2008

Rodrigo Nogueira de Vasconcelos

**Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras em
fragmentos de Floresta Atlântica e em plantações de
eucalipto no extremo Sul da Bahia**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Federal da
Bahia, para obtenção de Título de Mestre
em Ecologia e Biomonitoramento.

Orientador(a): Márcio Zikán Cardoso.

Salvador

2008



Vasconcelos, Rodrigo Nogueira de

Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras em fragmentos florestais de Mata Atlântica e em plantações de eucalipto no extremo Sul da Bahia.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia

1. Borboletas Frugívoras 2. Fragmentos Mata Atlântica 3. Plantações de eucalipto

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Blandina Felipe Viana

Prof. Dr. Ronaldo Bastos Francini

Prof. Dr. Márcio Zikán Cardoso

Dedico esse trabalho a dois
grandes expoentes do Naturalismo
no Brasil, por suas contribuições
à Lepidopterologia: Professores
Johann Becker e Luiz Soledade
Otero (Museu Nacional)
(in memoriam).

“A verdade que eu reverencio é a modesta verdade da ciência, a verdade relativa, fragmentada, provisória, sempre sujeita a retoques, à correção, a arrependimento... a verdade à nossa dimensão pois, contrariamente duvido da – e a odeio – verdade absoluta, verdade total e definitiva, a verdade com “V” Maiúsculo, que é a base de todos os sectarismos, de todos os fanatismos e de todos os crimes”. Jean Rostand - Direito de ser naturalista (Trecho traduzido por Luiz Soledade Otero 1985).

Agradecimentos

Ao Professor Márcio Zikán Cardoso, pela atenção, paciência, conselhos, apoio, amizade e dedicação, apesar da distância, muito obrigado pela confiança e orientação. Ao grande amigo e companheiro Sidnei Sampaio (*Pyriglena atra*) por mostrar o caminho da pesquisa, direcionar os meus esforços ao entendimento das questões ligados a complexidade das borboletas, ensinar o verdadeiro valor do trabalho de campo, além da amizade, ajuda, conselhos e por excelentes debates sobre questões ecológicas, obrigado pela presença nos momentos mais imprescindíveis. A Elaine Cambuí, primeiramente, por insistir e convencer a mim que estava no caminho correto ao iniciar os estudos com as borboletas; por emprestar sua inteligência, idéias, vibração, insistência e dinamismo em todos os momentos deste trabalho, inclusive nas atividades de campo; pelo calor desprendido por você nas discussões sobre a complexidade de temas em ecologia, por aturar meus destemperos, por estar presente em todos os momentos de minha vida, sem exceção, nos últimos oito anos, por ocupar uma parcela incondicional dos meus sentimentos, obrigado por estar ao meu lado. Aos meus pais pelo apoio em todos os momentos, pela educação, formação de caráter, desde o início de minha existência e por acreditar em meu trabalho. Ao Professor João Becker (Johann Becker) (*in memoriam*), pelos momentos inesquecíveis em que nos recebeu em sua residência, pelas aulas de ecologia de borboletas, pela amizade, que saudade. Ao professor Luiz Soledade Otero (*in memoriam*) pela oportunidade de acompanhá-lo em campo, logo na primeira vez que iniciei meus estudos com as borboletas, e por mostrar

que a filosofia faz o homem se tornar melhor. Ao Alexandre Soares (Museu Nacional) pela ajuda e paciência em responder prontamente as nossas mensagens e questionamentos. Aos professores Keith Spalding Brown Jr e André Lucci Freitas pela confirmação e identificação dos espécimes de borboletas, muito obrigado. Ao Márcio Uehara Prado pelas dicas na utilização do índice de substituição de espécies, ao professor Jorge Bizarro pela amizade e auxílio na identificação das borboletas, em especial os Charaxinae; aos professores Luíz Augusto Mazzarolo e Marcelo Napoli pela liberação do uso das instalações do Museu de Zoologia para triagem e depósito do material biológico; ao Professor Francisco Barros pelas aulas sobre a rotina do Programa Primer, em especial sobre Bio-Env, ao professor Paulo Mafalda pelas valiosas dicas sobre estatística multivariada. A todos os pesquisadores que estiveram presentes durante as coletas de campo, por proporcionar o aprendizado dos diversos grupos faunísticos (besouros, abelhas, sapos, lagartos). Aos Professores Pedro Rocha e Blandina Felipe Viana por terem proporcionado a participação no projeto Ecologia de Paisagens no Extremo Sul da Bahia. Ao Solom Xavier pela ajuda em campo durante a coleta de dados e amizade de longas datas. A empresa Veracel Celulose pelo suporte logístico e permissão para a realização deste projeto. A todos os amigos da Estação Veracruz especialmente, Luciano Cabral, Alessandro, Sr. Jonas, Catão Pataxó, Sara e Denise. À Fapesb pela bolsa de mestrado. À todos os colegas do mestrado, principalmente aqueles que acharam que eu era apenas um louco, dado meu entusiasmo, frente a complexidade das questões ecológicas. E principalmente aos membros do "Hotscops" um grande abraço.

Índice

Introdução geral	10
Referências bibliográficas.....	17
Manuscrito. Revista <i>Biological Conservation</i>	26
Página de título.....	27
Abstract.....	28
Resumo	29
1.0 Introdução.....	30
2.0 Material e métodos.....	33
2.1 Área de estudo	33
2.2 Delineamento amostral	34
2.3 Amostragem da fauna de borboletas frugívoras	35
2.4 Mensuração das variáveis ambientais	36
2.5 Análise dos dados.....	37
2.5.1 Estrutura da comunidade de borboletas.....	37
2.5.2 Diferenças da composição de espécies de borboletas e a estrutura do habitat entre os elementos da paisagem	38
2.5.3 Ordenação da composição de espécies e das variáveis estruturais do habitat.....	39
2.5.4 Correlação entre as variáveis ambientais e a composição da comunidade de borboletas frugívoras	40
2.5.5 Investigação das variáveis mais associadas a comunidades de borboletas e as espécies mais associadas aos elementos da paisagem	41
3.0 Resultados	42
3.1 Composição da comunidade de borboletas	42

3.2 Estrutura do habitat	45
3.3 Correlação entre variáveis estruturais do habitat e a composição de espécies de borboletas.....	46
4.0 Discussão	47
4.1 As borboletas frugívoras e os componentes da paisagem.....	41
4.2 Estrutura do habitat e a comunidade de borboletas frugívoras	50
4.3 Papel das monoculturas de eucalipto para a comunidade de borboletas frugívoras	52
5.0 Agradecimentos	55
6.0 Referências bibliográficas.....	56
7.0 Tabelas	69
8.0 Figuras	81
9.0 Anexo: guia para autores da revista <i>Biological Conservation</i>	88

1

2 **Introdução geral**

3 Comunidades biológicas em florestas tropicais apresentam grande
4 riqueza de espécies, associada a sistemas complexos, principalmente se
5 comparadas às florestas temperadas (Pianka, 1983). Estudos empíricos
6 dessas comunidades têm contribuído com vários aspectos teóricos ligados à
7 dinâmica e manutenção da estrutura de comunidades nesses ambientes
8 (DeVries, 1988; Beccaloni e Gaston, 1995; DeVries et al., 1997; Shahabuddin e
9 Terborgh, 1999; Ramos, 2000; Valladares e Salvo, 2001; Wirth et al., 2001;
10 Beck et al., 2002).

11 Os insetos representam um dos principais componentes dos
12 ecossistemas terrestres, pela participação em vários processos biológicos,
13 como polinização, dispersão e predação de sementes, decomposição de
14 matéria orgânica, entre outros, auxiliando na sua manutenção e funcionamento
15 (Didham et al., 1996; Schowalter, 2000). As comunidades de insetos na região
16 Neotropical vivem em ambientes compostos de um mosaico de paisagens
17 formado por diferentes tipos de sistemas antrópicos, interligados com habitats
18 primitivos de variados tamanhos, formas e grau de perturbação e estão
19 distribuídos de forma não uniforme (Seifert, 1984; Brown Jr, 1991). Por razões
20 diversas (facilidade de captura, grande diversidade, taxonomia moderadamente
21 bem resolvida) é cada vez maior o número de investigações que utilizam os
22 insetos como modelos para estudos com padrões de riqueza de espécies,
23 diversidade, endemismos, monitoramento de mudanças ambientais, entre
24 outros (Fisher, 1998; DeVries e Walla, 2001). Entre os insetos, as borboletas

25 (Lepidoptera) representam um dos grupos mais conhecidos e estudados com
26 relação aos padrões da diversidade da biota terrestre, além de serem indicados
27 como modelo para caracterização da estrutura de comunidades de insetos
28 (Robbins e Opler, 1996; DeVries e Walla, 2001). Em termos gerais, constituem
29 duas guildas bem distintas: nectarívoras, que se alimentam de néctar; e
30 frugívoras, que se alimentam de frutos fermentados e da seiva de árvores
31 (Ruszczyk, 1986; DeVries, 1987). Este último grupo, muito diverso e bem
32 representado em florestas tropicais, está, Taxonomicamente, entre os mais
33 conhecidos de todas as borboletas, representando 40-55% do total da riqueza
34 de espécies nas florestas tropicais (DeVries et al., 1997; DeVries e Walla,
35 2001).

36 Trabalhos realizados em florestas tropicais, em especial na Costa Rica e
37 Equador, investigando a estrutura da comunidade de borboletas frugívoras,
38 demonstraram que há uma organização em escala vertical e temporal. Em
39 escala vertical podemos encontrar uma estratificação definida, ou seja, grupos
40 com espécies de dossel ou de sub-bosque, com um grau de sobreposição. Em
41 escala temporal podemos encontrar uma variação na riqueza e abundância
42 associada à sazonalidade, em particular a pluviosidade (períodos secos e
43 chuvosos) (DeVries, 1988; DeVries et al., 1997; DeVries e Walla, 1999; 2001).

44 Embora ainda incipientes têm-se visto no Brasil, um aumento no número
45 de estudos com comunidades de borboletas, como por exemplo, Brown Jr e
46 Freitas (2000 a, b), que compararam vários sítios da Mata Atlântica e sugeriram
47 que a riqueza de borboletas pode ser influenciada por fatores locais
48 relacionados ao clima, topografia, vegetação, grau de perturbação,

49 temperatura, solos e conectividade. Pinheiro e Ortiz (1992) encontraram
50 variações na riqueza e diversidade ao longo de um gradiente vegetacional,
51 sugerindo que fatores ambientais locais poderiam estar influenciando a
52 distribuição das espécies nesse gradiente. Ramos (2000), estudando uma
53 comunidade de borboletas frugívoras na Amazônia, identificou crescimentos na
54 riqueza e diversidade proporcionais ao grau de perturbação do ambiente.

55 Diante do contexto global de crescente destruição das florestas tropicais,
56 torna-se cada vez mais importante medidas que visem avaliar a riqueza e
57 diversidade de espécies, tanto para o entendimento das comunidades bem
58 como para sua conservação (DeVries et al., 1997). Neste contexto, as
59 borboletas têm se mostrado como um modelo ideal para grandes amostras em
60 estudos em longo prazo para análises da biodiversidade (DeVries e Walla,
61 2001), podendo ainda ser utilizadas como estimadores da riqueza total no
62 ambiente (Brown Jr e Freitas, 2000a). Em se tratando de borboletas frugívoras
63 soma-se a isso a facilidade para coleta e identificação (DeVries & Walla, 2001).
64 Contudo, os estudos realizados em florestas tropicas com insetos,
65 especialmente com borboletas, estão concentrados em inventários rápidos e
66 com pequenas amostras, geralmente com dados não comparáveis (DeVries,
67 1988; DeVries et al., 1997; DeVries e Lande, 1999; DeVries e Walla, 1999;
68 2001).

69 Em geral, a conversão de habitats para prática da agricultura (Jeanneret
70 et al., 2003), pecuária (Dean, 1995), sistemas agroflorestais (Cunningham et al.,
71 2005; Mcneely e Schroth, 2006; Barlow et al., 2007a, b, c) e centros urbanos
72 (McIntyre, 2000; Brown Jr e Freitas, 2002; Koh e Sodhi, 2004), tem tornado

73 áreas florestais nativas, antes quase contínuas, em remanescentes menores e
74 cada vez mais isolados (Olifiers e Cerqueira, 2006; Pires et al., 2006). Nas
75 ultimas décadas, paisagens em áreas tropicais têm sido largamente
76 convertidas e dominadas por agrossistemas com monoculturas anuais (milho,
77 arroz, feijão, algodão, soja) e perianuais de corte para extração de celulose
78 (silvicultura) (Power, 1996). Entre diversos países do mundo o Brasil ocupa o
79 sétimo lugar entre os líderes em áreas plantadas, especialmente do gênero
80 *Eucalyptus*, representando quase 5 milhões de hectares (FAO, 2001).

81 A Floresta Atlântica é reconhecida como a quarta área mais importante
82 (“hotspot”) do globo para conservação da biodiversidade (Myers et al., 2000).
83 Esta importância baseia-se na alta riqueza de espécies e nos significativos
84 níveis de endemismo da sua flora e fauna, entre os mais elevados do mundo,
85 associados ao elevado grau de fragmentação dos ecossistemas florestais, com
86 remanescentes atualmente reduzidos a menos de 7% de sua extensão original
87 (Brown Jr e Brown, 1992; Myers et al., 2000). A sub-região da Floresta
88 Atlântica no sul da Bahia, em especial o extremo Sul, constitui-se em um dos
89 mais importantes centros de endemismo de plantas, borboletas e vertebrados
90 da Floresta Atlântica (Brown Jr, 1991; Conservation International, 2000). Um
91 dos resultados do longo processo de ocupação humana no litoral brasileiro,
92 especialmente da Bahia foi a formação de paisagem complexa formada de um
93 mosaico de tipologias vegetacionais composta de fragmentos florestais de
94 diferentes tamanhos, formatos e graus de alteração associadas a uma matriz
95 de formações abertas como pastos, embora atualmente em algumas áreas seja

96 dominada por plantações de Eucalipto em lugar das áreas de pasto (Dean,
97 1995).

98 A intensidade da perturbação é um importante fator ecológico que afeta a
99 diversidade e riqueza de espécies das comunidades (Connell, 1978). Acredita-
100 se que a diversidade e riqueza de espécies tendem a sofrer redução em níveis
101 altos de perturbação, pelo decréscimo das taxas de colonização e persistência
102 de espécies nestes ambientes e em baixos níveis de perturbação, pela
103 dominância das espécies competidoras e melhor adaptadas a menores
104 variações do habitat (Ramos, 2000).

105 Os habitats podem ser afetados por perturbações naturais, através de
106 eventos ligados a aberturas de clareiras (Hill et al., 2001), queimadas (Thonicke
107 et al., 2001), tempestades, inundações, secas e interações interespecíficas
108 (Brown Jr, 1991; Sousa, 1984) ou antrópicas, que correspondem às
109 modificações do uso da terra para atividades humanas. (Hamer et al., 1997; Hill
110 e Hamer, 2004). Entre as perturbações antrópicas podemos destacar os efeitos
111 deletérios dos processos associados à fragmentação, que têm como
112 conseqüências a divisão e a perda de habitats (Franklin et al., 2002), aumento
113 do efeito de borda (Fletcher Jr, 2005), diminuição do tamanho das manchas e
114 redução da conectividade entre áreas (Fahrig, 2003). Sendo assim, os efeitos
115 da fragmentação podem atuar na diminuição da riqueza e diversidade de
116 espécies em diferentes escalas de tempo. Em curto prazo, através da perda
117 imediata de espécies durante o processo que originou a fragmentação e, em
118 longo prazo, através dos efeitos de insularização das manchas de habitats
119 (Paglia et al., 2006).

120 Em uma paisagem fragmentada, fatores que aumentem a conectividade
121 entre manchas podem ser essenciais na redução dos efeitos de insularização.
122 Em particular, matrizes que possibilitem um aumento na percolação seriam
123 mais úteis que aquelas que as reduzem. Em função da sua complexidade
124 estrutural, maior tempo de residência, e rápido aumento em extensão do
125 número de áreas cultivadas, as plantações do gênero *Eucalyptus* poderiam ser
126 uma alternativa interessante para a manutenção das comunidades em
127 paisagens fragmentadas se comparadas a outros agrossistemas (Barlow et al.,
128 2007b), como plantações anuais ou pastagens. Neste contexto surge a
129 necessidade de se avaliar como essas plantações se comportam em função da
130 manutenção do fluxo biológico entre manchas de habitat e o quanto suportam
131 de riqueza e diversidade de espécies se comparadas aos ambientes naturais.
132 Em paisagens altamente fragmentadas como a do extremo sul da Bahia, as
133 plantações de eucalipto podem ser uma possível alternativa para a substituição
134 dos pastos e áreas agrícolas de espécies anuais. Para tanto, torna-se
135 necessário avaliar como a comunidade de borboletas furgívoras pode ser
136 mantida nessas plantações e como estas podem influenciar processos
137 ecológicos (p.ex. dispersão) em áreas mais conservadas, circundadas por
138 esses ambientes (Power, 1996). No entanto existe uma escassez de
139 informação relacionada a ecossistemas manejados, especialmente em relação
140 a plantações de *Eucalyptus* (Ramos, 2000; Barlow et al., 2007a, b, c).

141 Desta forma este estudo representa um dos primeiros conjuntos
142 consistentes de dados acerca do papel dos eucaliptais para a manutenção da
143 das comunidades de borboletas frugívoras em um ambiente de Floresta

144 Atlântica. Para tanto verificamos como as comunidades de borboletas
145 frugívoras são estruturadas, quais suas relações com variáveis estruturais do
146 habitat (microhabitat e microclima), a existência de diferenças na composição
147 de espécies e variáveis estruturais do habitat entre os elementos amostrados.

149 Referências bibliográficas

150 Barlow, J., Araujo, I.S., Overal, W.L., Gardner, T.A., Mendes, F.d.S., Lake, I.R.,
151 Peres, C.A., 2007a. Diversity and composition of fruit-feeding butterflies in
152 tropical *Eucalyptus* plantations. *Biodiversity and Conservation* 12.

153

154 Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa,
155 J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M.,
156 Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcom, J.R., Martins,
157 M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, S., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal,
158 W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da
159 Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007b. Quantifying the biodiversity value of
160 tropical primary secondary, and plantation forest. *Proceedings of the*
161 *National Academy of Sciences* 104, 18555-18560.

162

163 Barlow, J., Overal, W.L., Araujo, I.S., Gardner, T.A., Peres, C.A., 2007c. The
164 value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding
165 butterflies in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology* 44, 1001-
166 1012.

167

168 Beccaloni, G.W., Gaston, K.J., 1995. Predicting the species richness of
169 neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as
170 indicators. *Biological Conservation* 71, 77-86.

171 Beck, J., Schulze, C.H., Lindenmair, K.E., Fielder, K., 2002. From forest to
172 farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on
173 Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 18, 33-51.
174

175 Brown Jr, K.S., 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as
176 indicators, In *The conservation of insects and their habitats.* eds N.M.
177 Collins, C.D. Thomas, pp. 349-404. Academic Press, London.
178

179 Brown Jr, K.S., Brown, G.G., 1992. Habitat alteration and species loss in
180 Brazilian forests, In *Tropical deforestation and species extinction.* eds T.C.
181 Whitmore, J.A. Sayer, pp. 129-142. Chapman & Hall, London.
182

183 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2000a. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for
184 Landscape Conservation. *Biotropica* 32, 934-956.
185

186 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa
187 Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova*
188 *Série)* 11/12, 71-118.
189

190 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2002. Butterfly communities of urban forest
191 fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability,
192 environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect*
193 *Conservation* 6, 217-231.

194 Connell, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science
195 199, 1302-1310.

196

197 Conservação Internacional do Brasil, 2000. Avaliação e ações prioritárias para
198 a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos/.
199 Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de
200 Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São
201 Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.

202

203 Cunningham, S.A., Floyd, R.B., Weir, T.A., 2005. Do *Eucalyptus* plantations
204 host an insect community similar to remnant *Eucalyptus* forest? Austral
205 Ecology 30, 103-117.

206

207 Dean, W., 1995. With broadax and firebrand: The destruction of the Brazilian
208 Atlantic Forest. University of California Press Berkeley.

209

210 DeVries, P.J., 1987. The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History,
211 Volume I: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press

212

213 DeVries, P.J., 1988. Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a
214 Costa Rican rainforest. Journal of Research on the Lepidoptera 26, 98-
215 108.

216

217 DeVries, P.J., Murray, D., Lande, R., 1997. Species diversity in vertical,
218 horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community
219 in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62,
220 343-364.
221

222 DeVries, P.J., Walla, T.R., 1999. Species diversity in spatial and temporal
223 dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforest.
224 *Biological Journal of the Linnean Society* 68, 333-353.
225

226 DeVries, P.J., Lande, R., 1999. Associations of co-mimetic ithomiine butterflies
227 on small spatial and temporal scales in a neotropical rainforest. *Biological*
228 *Journal of the Linnean Society* 67, 73-85.
229

230 DeVries, P.J., Walla, T.R., 2001. Species diversity and community structure in
231 neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean*
232 *Society* 74, 1-15.
233

234 Didham, R.K., Ghazoul, J., Nigel, E.S., Davis, A.K., 1996. Insects in fragmented
235 forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11, 255-
236 260.
237

238 Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review*
239 *of*
240 *Ecology, Evolution, & Systematics* 34, 487-515.

241

242 FAO, 2001. Global Forest Resources Assessment 2000. FAO. www.fao.org,
243 Rome, Italy.

244

245 Fisher, B.L., 1998. Insect behavior and ecology in conservation: preserving
246 functional species interactions. *Annals of the Entomological Society of*
247 *America* 91, 155-158.

248

249 Fletcher Jr, R.J., 2005. Multiple edge effects and their implications in
250 fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology* 74, 342-352.

251

252 Franklin, A., B., Barry, R.N., George, T.L., 2002. What is habitat fragmentation?
253 *Studies in Avian Biology* 25, 20-29.

254

255 Hamer, K.C., Hill, J.K., Lace, L.A., Langan, A.M., 1997. Ecological and
256 biogeographical effects of forest disturbance on tropical butterflies of
257 Sumba, Indonesia. *Journal of Biogeography* 24, 67-75.

258

259 Hill, J.K., Hamer, K.C., Tangah, J., Dawood, M., 2001. Ecology of tropical
260 butterflies in rainforest gaps. *Oecologia* 128, 294-302.

261

262 Hill, J.K., Hamer, K.C., 2004. Determining impacts of habitat modification on
263 diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of*
264 *Applied Ecology* 41, 744-754.
265

266 Jeaneret, P., Schupbach, B., Pfiffner, L., Walter, T., 2003. Arthropods reaction
267 to landscape and habitat features in agricultural landscape. *Landscape*
268 *Ecology* 18, 253-263.
269

270 Koh, L.P., Sodhi, N.S., 2004. Importance of reserves, fragments, and parks for
271 butterfly conservation a tropical urban landscape. *Ecological Applications*
272 14, 1695-1708.
273

274 McIntyre, N.E., 2000. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action.
275 *Annals of the Entomological Society of America* 93, 825-835.
276

277 Mcneely, J.A., Schroth, G., 2006. Agroforestry and biodiversity conservation -
278 tradicional practices, present dynamics, and lessons for the future.
279 *Biodiversity and Conservation* 15, 549-554.
280

281 Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J.,
282 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403, 853-
283 858.
284

285 Olifiers, N., Cerqueira, R., 2006. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e
286 ecológicos, In *Biologia da conservação: essências*. eds C.F.D. Rocha,
287 H.G. Bergallo, M.V. Sluys, M.A.S. Alves. RiMa editora, São Carlos.

288

289 Paglia, A.P., Fernandez, F.A.S., De Marco Jr, P., 2006. Efeitos da
290 fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações,
291 quantos indivíduos e serão eles suficientes?, In *Biologia da conservação:*
292 *essências*. eds C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys, M.A.S. Alves.
293 RiMa editora, São Carlos.

294

295 Pianka, E.R., 1983. *Evolutionary ecology*. Harper and Row, Inc, New York.

296

297 Pinheiro, C.E.G., Ortiz, J.V.C., 1992. Communities of fruit-feeding butterflies
298 along a vegetation gradient in central Brazil. *Journal of Biogeography* 19,
299 505-511.

300

301 Pires, A.S., Fernandez, F.A.S., Barros, C.S., 2006. Vivendo em um mundo em
302 pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e
303 populações animais, In *Biologia da conservação: essências*. eds C.F.D.
304 Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys, M.A.S. Alves, pp. 231-260. RiMa
305 editora, São Carlos.

306

307 Power, A.G., 1996. Arthropod diversity in forest patches and agroecosystems of
308 tropical landscapes, In Forest patches. eds J. Schelhas, R. Greenberg, pp.
309 91-110. D.C, Island Press, Washington.
310

311 Ramos, F.A., 2000. Nymphalid butterfly communities in an amazonian forest
312 fragment. Journal of Research on the Lepidoptera 35, 29-41.
313

314 Robbins, R.K., Opler, P.A., 1996. Butterfly diversity and a preliminary
315 comparison with bird and mammal diversity, In Biodiversity II,
316 Understanding and Protecting Our Biological Resources. eds D.E. Wilson,
317 M.L. Reaka-Kudla, E.O. Wilson, pp. 69-82. Joseph Henry Press,
318 Washington.
319

320 Ruszczyk, A., 1986. Hábitos alimentares de borboletas adultas e sua
321 adaptabilidade ao ambiente urbano. Revista Brasileira de Biologia 46,
322 419-427.
323

324 Schowalter, T.D., 2000. Insects as regulators of ecosystem processes, In Insect
325 Ecology: An Ecosystem Approach ed. T.D. Schowalter, pp. 389-412.
326 Academic press.
327

328 Seifert, R.P., 1984. Does competition structure communities? Field studies on
329 tropical Heliconia insect community, In Ecological communities:
330 Conceptual issues and the evidence. eds D.R. Strong, D. Simberloff, L.G.

331 Abele, A.B. *Thistle*, pp. 54-63 Princeton University Press, Princeton, New
332 Jersey.

333

334 Shahabuddin, G., Terborgh, J.W., 1999. Frugivorous butterflies in Venezuelan
335 forest fragments: abundance, diversity and the effects of isolation. *Journal*
336 *of Tropical Ecology* 15, 703-722.

337

338 Sousa, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual*
339 *Review of Ecology and Systematics* 15, 353-391.

340

341 Thonicke, K., Venevsky, S., Stephen., S., Cramer, W., 2001. The role of fire
342 disturbance for global vegetation dynamics: coupling fire into a Dynamic
343 Global Vegetation Model. *Global Ecology and Biogeographic* 10, 661-677.

344

345 Valladares, G., Salvo, A., 2001. Community dynamics of leafminers (Diptera:
346 Agromyzidae) and their parasitoids (Hymenoptera) in a natural habitat
347 from Central Argentina. *Acta Oecologica* 22, 301- 309.

348

349 Wirth, R., Weber, B., Ryel, R.J., 2001. Spatial and temporal variability of canopy
350 structure in a tropical moist forest. *Acta Oecologica* 22, 235-244.

Manuscrito.

Revista “*Biological Conservation*”

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS EM
FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA E EM PLANTAÇÕES DE
EUCALIPTO NO EXTREMO SUL DA BAHIA.**

Rodrigo N. Vasconcelos *

Márcio Z. Cardoso * *

* Correspondência do autor: Tel. (71) 3251-0876
Email: rodrigodevasconcelos@yahoo.com.br
Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento
Universidade Federal da Bahia

* * Centro de Biociências
Campus Universitário
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
CEP: 59072-970 - Brasil
Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento
Universidade Federal da Bahia
Avenida Ademar de Barros, Ondina, Salvador, Bahia
CEP: 40170-290

1 **Titulo:** ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS
2 EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA E EM PLANTAÇÕES DE
3 EUCALIPTO NO EXTREMO SUL DA BAHIA.

4 **Tipo de artigo:** artigo de pesquisa

5 **Palavras-chave:** borboletas, perturbação, eucalipto, Floresta Atlântica.

6 **Correspondência do autor:** Mestrando Rodrigo N. Vasconcelos

7 **Instituição correspondente do autor:** Universidade Federal da Bahia

8 **Primeiro autor:** Rodrigo N. Vasconcelos

9 **Ordem dos autores:** Rodrigo N. Vasconcelos., Cardoso, M. Z.

10 **Abstract:** The current rate of biodiversity loss, caused, among other things, by
11 the negative effects of habitat loss and fragmentation in tropical environments
12 like the Atlantic rainforest, has heightened the scientific interest in
13 understanding the distribution and organization of ecological communities in
14 fragmented landscapes. In this study, frugivorous butterflies were used as a
15 model aimed at characterizing perturbation levels in a landscape mosaic
16 composed mainly by eucalyptus plantations and Atlantic rainforest fragments in
17 an area in the southern tip of the state of Bahia, Brazil. The goals of the study
18 were to describe the structure of the frugivorous butterfly communities and
19 relate species composition patterns with habitat structure variables. The study
20 area consisted of four replicate units of the three landscapes units: (i) mature
21 Eucalytus stands (6 Year-old), (ii) moderately conserved forest fragments,
22 isolated by cattle pasture and (iii) a large (colocar a area aqui) preserved tract
23 of original forest (RPPN Veracruz). Four collecting periods, with an average
24 duration of 10 days, were conducted by using traps with fermenting fruit bait.
25 Data on habitat structure and microclimate variables were gathered in each
26 sampling unit. In total, 6171 individuals were collected, belonging to 67 species.
27 In general, the Eucalyptus plantations sustained smaller species richness, with
28 an extremely generalist butterfly fauna. This indicates a distinct unit, not only
29 regarding community structure but also with regards to the environmental
30 variables. There was a strong correlation between habitat structure variables
31 and the community composition with the highest correlation values being found
32 with relative humidity, temperature and foliage height density .It is suggested
33 that the data obtained in this study could be used to aid in policies regarding
34 reforestation and landscape management.

35

36

37 **Titulo:** ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS
38 EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA E EM PLANTAÇÕES DE
39 EUCALIPTO NO EXTREMO SUL DA BAHIA.

40 **Tipo de artigo:** artigo de pesquisa

41 **Palavras-chave:** borboletas, perturbação, eucalipto, Floresta Atlântica.

42 **Correspondência do autor:** Mestrando Rodrigo N. Vasconcelos

43 **Instituição correspondente do autor:** Universidade Federal da Bahia

44 **Primeiro autor:** Rodrigo N. Vasconcelos

45 **Ordem dos autores:** Rodrigo N. Vasconcelos., Cardoso, M. Z.

46 **Resumo:** O atual ritmo de diminuição da biodiversidade imposta, além de
47 outros fatores, pelas forças deletérias da perda e fragmentação de habitats em
48 ambientes tropicais, em especial a Floresta Atlântica, tem ampliado o interesse
49 dos estudiosos na investigação da distribuição e organização das comunidades
50 ecológicas nas paisagens fragmentadas. Neste estudo foram utilizadas
51 borboletas frugívoras como um modelo para a caracterização dos níveis de
52 perturbação em uma paisagem composta por plantações de eucaliptos e
53 fragmentos de Floresta Atlântica no extremo sul da Bahia. Os objetivos do
54 estudo foram descrever a estrutura da comunidade de borboletas frugívoras e
55 relacionar os padrões da composição de espécies com as variáveis estruturais
56 do habitat. A área de estudo consistiu em quatro réplicas de três unidades de
57 paisagem: (i) plantações maduras (6 anos) de eucalipto, (ii) fragmentos
58 moderadamente conservados, isolados por pastagens e (iii) uma grande (área?)
59 remanescente de mata contínua preservada (RPPN Veracruz). Quatro coletas,
60 com duração média de 10 dias foram feitas usando armadilhas de frutas em
61 fermentação. Dados de estrutura habitat e variáveis microclimáticas foram
62 também coletados em cada uma das unidades de coleta. Foram capturados
63 6171 indivíduos, distribuídos em 67 espécies. No geral, os eucaliptos
64 suportaram uma menor riqueza de espécies, se comparado com os ambientes
65 naturais mantendo uma fauna de borboletas frugívoras altamente generalista,
66 formando um ambiente bastante distinto, não apenas em função da
67 composição de espécies, mas também em relação às variáveis ambientais.
68 Encontrou-se uma forte relação entre as variáveis estruturais do habitat e a
69 composição de espécies de borboletas, onde as variáveis umidade relativa,
70 temperatura e densidade folhagem apresentaram maiores valores de
71 correlação para a comunidade geral. As informações geradas neste estudo
72 poderão representar uma importante ferramenta na discussão de políticas de
73 reflorestamento e manejo da paisagem.

74
75

76 **1.0 Introdução**

77 A manutenção da diversidade biológica é um dos principais desafios
78 para ecólogos e conservacionistas no mundo atual (Hunter, 1996; Primack e
79 Rodrigues, 2001). Neste sentido, a compreensão da influência das
80 perturbações naturais e antropogênicas na estrutura das comunidades naturais
81 (Sousa, 1984, Pickett et al., 1989) e, em particular, aquela das regiões tropicais
82 (Terborgh, 1992), assume um papel importante em estudos de ecologia e
83 biologia da conservação. Em particular, a fragmentação e conversão de
84 habitats naturais representam um dos principais processos de perturbação
85 antrópica que ameaçam a persistência das comunidades no tempo e espaço,
86 pois freqüentemente, leva a uma diminuição da riqueza e diversidade de
87 espécies (Fahrig, 2003; Paglia et al., 2006).

88 Dentre os insetos, as borboletas são indicadas como modelos para
89 caracterização de níveis de perturbação em paisagens (Kremen, 1992; Brown
90 Jr, 1997; Ramos, 2000; DeVries e Walla, 2001). Razões para isso incluem além
91 da alta diversidade de espécies, sensibilidade às variações físicas dos habitats,
92 curto ciclo de vida, baixa resiliência, estreita relação com suas plantas
93 hospedeiras e facilidade de coleta e identificação (Robbins e Opler, 1996;
94 Brown Jr, 1997; Brown Jr e Freitas, 2000a; DeVries e Walla, 2001). Trabalhos
95 recentes têm avaliado a estrutura e dinâmica de borboletas em diversos
96 ambientes no Brasil. Pinheiro e Ortiz (1992) sugeriram que fatores ambientais
97 locais influenciam a distribuição, riqueza e diversidade de borboletas em
98 gradientes de vegetação no Cerrado, já Brown Jr e Freitas (2000 a, b)
99 avaliaram a influência de fatores locais na riqueza de espécies em várias áreas

100 de Mata Atlântica e Uehara-Prado et al. (2007) avaliaram a relação entre
101 fragmentação e diversidade de borboletas na Floresta Atlântica. Embora estes
102 estudos tenham descrito importantes padrões da estrutura da comunidade de
103 borboletas em paisagens em florestas tropicais, existem ainda relativamente
104 poucos estudos que tenham investigado as variações na distribuição da
105 riqueza e abundância no tempo e espaço (Pinheiro e Ortiz, 1992; Brown Jr e
106 Freitas, 2000a, b, 2002; Uehara-Prado et al., 2007).

107 As florestas tropicais, por sua complexa estruturação e elevados graus
108 de endemismo, são um dos sistemas naturais mais ricos do planeta (Wilson,
109 1997). Hoje reduzida a menos de 7% de sua cobertura original e,
110 conseqüentemente, com ambientes altamente fragmentados, a Floresta
111 Atlântica brasileira representa uma das áreas mais importantes de
112 biodiversidade ameaçada no mundo (Brown Jr e Brown, 1992; Myers et al.,
113 2000). A sub-região da Floresta Atlântica, no extremo sul do estado da Bahia,
114 representa uma área de grande importância biológica, por ser um importante
115 centro de endemismos para diversos organismos, tais como plantas (Thomas
116 et al., 1998), borboletas e vertebrados (Brown Jr, 1991; Conservação
117 Internacional, 2000).

118 Nas últimas décadas, esta região vem sofrendo intenso processo de
119 conversão de suas áreas naturais, especialmente pelos ciclos de exploração e
120 extrativismo, estabelecidos já desde o período colonial (Dean, 1995). Estas
121 paisagens vêm sendo convertidas e dominadas por agrossistemas, em
122 especial, as monoculturas de eucalipto (*Eucalyptus*) para produção de celulose,
123 ocupando o lugar dos pastos associados à pecuária, antes dominantes nessa

124 região (Dean, 1995). Esta rápida expansão das monoculturas no Brasil já
125 passou de 17 milhões de hectares na década de 80 para 70 milhões em 2000,
126 ocupando o sétimo lugar entre os líderes mundiais em áreas plantadas (FAO,
127 2001).

128 Em princípio, em função de sua maior complexidade estrutural, maior
129 tempo de residência e rápido aumento em extensão do número de áreas
130 cultivadas (Barlow et al., 2007b), as plantações do gênero *Eucalyptus* poderiam
131 ser uma alternativa mais interessante de manutenção de conectividade na
132 paisagem fragmentada do extremo sul da Bahia do que outras atividades
133 agrícolas como pastos ou plantações com espécies anuais. Neste contexto,
134 torna-se necessário avaliar como os padrões de diversidade de espécies
135 nativas são mantidos nessas monoculturas, e como estas podem influenciar
136 processos ecológicos (p.ex. dispersão) em áreas mais conservadas,
137 circundadas por esses ambientes (Power, 1996). No entanto, pouco se sabe
138 sobre a diversidade de borboletas em ecossistemas manejados com espécies
139 exóticas, tais como o eucalipto. As poucas informações disponíveis são fruto de
140 alguns estudos na Amazônia como Ramos (2000) e Barlow et al. (2007a, b, c)
141 que de forma geral apresentaram respostas semelhantes ao que se refere a
142 uma maior riqueza e diversidade de espécies de borboletas, em áreas não
143 manejadas por plantações de eucalipto.

144 Neste sentido os objetivos do presente estudo são: descrever a estrutura
145 da comunidade de borboletas frugívoras; avaliar as diferenças da composição
146 da comunidade e das variáveis ambientais (micro-habitat, micro-clima) entre os
147 elementos da paisagem; testar a existência de relação entre as variáveis

148 estruturais do habitat e a composição de espécies; verificar a existência de
149 variação temporal na comunidade (substituição de espécies) e suas diferenças
150 entre os elementos da paisagem, descrever quais variáveis estruturais do
151 habitat melhor se correlacionam com a comunidade de borboletas frugívoras e
152 suas subfamílias.

153

154 **2.0 Material e métodos**

155 **2.1 Área de estudo**

156 O presente estudo é parte de um projeto intitulado “Ecologia de paisagem
157 no extremo Sul da Bahia”, realizado na RPPN Estação Veracruz (9°56’34”S e
158 38°59’17”W) e em áreas circunvizinhas, pertencentes à empresa Veracel
159 Celulose S.A., entre os municípios de Eunápolis e Porto Seguro, na região sul
160 do estado da Bahia (Figura 1).

161 O clima da região é classificado, de acordo com o sistema de Köppen,
162 como Af - chuvoso, quente e úmido, sem estação seca, apresentando
163 temperaturas elevadas, com baixa amplitude, com temperatura média anual de
164 22,9°C, com temperatura média máxima de 27,9°C e média mínima de 18,9°C
165 (Veracel Celulose, 2007). Possui precipitação anual elevada, apresentando
166 valores anuais médios de 1.788 mm, bem distribuída durante todo o ano, sem
167 déficit hídrico anual. Topograficamente, é uma região caracterizada por
168 extensos platôs relativamente planos, recortados por vales, associados a
169 córregos (Veracel Celulose, 2007).

170 A RPPN Estação Veracruz é considerada a maior reserva particular de
171 Floresta Atlântica do Brasil, representando um significativo bloco de floresta

172 primária, com perímetro superior a 35 km, com cerca de 6.069 ha. Os demais
173 remanescentes florestais circunvizinhos à reserva encontram-se em diversos
174 estados de regeneração que variam do nível avançado (3.927 ha),
175 intermediário (2.746 ha) e inicial (6.291 ha) e estão localizados, na sua grande
176 maioria, em áreas de vale, também podendo ser encontrados em platôs
177 (Veracel Celulose, 2007).

178 Todos esses remanescentes estão circundados por uma matriz composta,
179 em sua maior parte, por grandes blocos de monoculturas de *Eucalyptus*
180 (70.762 ha) em áreas de platôs. Essas plantações exibem uma grande
181 variabilidade estrutural em decorrência da diversidade de clones usados, que
182 proporcionam diferentes níveis de desenvolvimento de sub-bosque e copa das
183 árvores (Veracel Celulose, 2007).

184

185 **2.2 Delineamento amostral**

186 Todas as amostragens foram realizadas nas áreas de platô. A escolha se
187 deu por uma uniformização dos tratamentos, bem como por necessidades
188 logísticas. Foram escolhidas quatro réplicas, perfazendo um total de doze
189 unidades amostrais, dos seguintes elementos da paisagem (Figura 1).

190 **Mata Principal (M)** – corresponde ao remanescente da RPPN Estação
191 Veracruz, contendo duas unidades amostrais localizadas no interior do
192 fragmento (M1 e M2) e as outras duas (M3 e M4) em porções adjacentes a
193 eucaliptais, na borda norte da reserva.

194 **Fragmentos florestais (F)** - Foram selecionados fragmentos com
195 tamanho entre 100 e 250 ha, em estágio intermediário de sucessão, por serem
196 este os mais freqüentes na paisagem.

197 **Eucaliptais (E)** - As áreas escolhidas (talhões) apresentaram clones
198 distintos em avançado estágio de desenvolvimento (pelo menos seis anos de
199 idade), com o objetivo de evidenciar o que potencialmente seja o melhor
200 estágio de desenvolvimento desse componente para a fauna em função de sua
201 variabilidade estrutural e funcional.

202

203 **2.3 Amostragem da comunidade de borboletas frugívoras**

204 Foram realizadas quatro incursões a campo, com duração de 8 a 10 dias
205 consecutivos, nos meses de março, junho e outubro de 2003 e janeiro de 2004.

206 As borboletas frugívoras foram amostradas utilizando o método de captura
207 passiva.

208 Em cada unidade amostral foram colocadas de três a cinco armadilhas
209 do modelo Van Someren-Rydon (DeVries, 1988) localizadas a 60 metros da
210 borda, distantes 10 m entre si e suspensas a 1,5 m do solo.

211 Como isca foi utilizada banana pura em estágio de fermentação por no
212 mínimo dois dias. Todas armadilhas foram vistoriadas diariamente e suas iscas
213 foram repostas quando necessário, a fim de garantir a atratividade. Os
214 espécimes coletados foram depositados na coleção científica do Museu de
215 Zoologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

216

217

218 **2.4 Mensuração das variáveis ambientais**

219 Nas mesmas unidades amostrais onde ficaram dispostas as armadilhas
220 de amostragem de fauna, foram estabelecidos três transectos paralelos,
221 perpendiculares à borda da unidade, com espaçamento de 20m entre eles. Em,
222 cada transecto, foram marcados 12 pontos distantes 10m entre si, perfazendo
223 um total de 36 pontos por unidade amostral. As variáveis ambientais foram
224 coletadas ou mensuradas nestes pontos. As variáveis foram classificadas em
225 variáveis de microhabitat, as quais foram mensuradas em apenas uma única
226 excursão, e variáveis de microclima, que foram mensuradas diariamente, em
227 todas as quatro incursões a campo, ao longo dos 10 dias de amostragem em
228 variados horários do dia, seguindo a ordem de sorteios. Os valores das
229 variáveis ambientais utilizados nas análises representam a média das 36
230 estações de coleta.

231 As variáveis de microhabitat foram: **distância média de plantas**
232 **lenhosas** (D. árvores), mensurada usando o método do quadrante centrado
233 (Krebs, 1999), tendo como centro cada um dos 36 pontos de coleta, num raio
234 de 1,5 metros; **perímetro do tronco** (P. tronco), também baseado no método
235 do quadrante centrado, onde as quatro árvores mais próximas do centro do 36
236 pontos de coleta, foram mensuradas a 1,5 metro do solo, totalizando 144
237 medições por unidade; **densidade da folhagem** (Df), foram efetuadas 36
238 medidas para os seguintes estratos da vegetação: 0-5 metros de altura, 5-10,
239 10-15, 15-20, 20-25 e >25 m. A direção e distância dos locais de amostra foram
240 determinados a partir de sorteios descritos por Malcolm (1995). Os valores por
241 estrato foram atribuídos segundo uma escala ordinal (1 a 4), que representam

242 os intervalos 0-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100%; **densidade do estrato**
243 **herbáceo** – (D. herb), cuja estimativa foi feita em um círculo de 1,5 m de raio
244 com centro em cada dos pontos da grade de coleta. Os valores atribuídos
245 seguiram a escala ordinal acima descrita, levando em conta a área do círculo
246 coberta por herbáceas.

247 As variáveis de microclima mensuradas em nosso estudo foram
248 **temperatura do ar** (Temp); **umidade relativa do ar** (Umid) e **luminosidade**
249 (Lux).

250

251 **2.5 Análise dos dados**

252 **2.5.1 Estrutura da comunidade de borboletas**

253 Com base nos dados de captura em cada unidade amostral, calculou-se
254 a abundância relativa e a riqueza de espécies, que descrevem a composição
255 da comunidade de borboletas frugívoras. Os valores utilizados na análise
256 equivalem à soma das quatro incursões a campo.

257 A estimativa da variação temporal da comunidade de borboletas
258 frugívoras foi efetuada através do índice de substituição de espécies (segundo
259 Russel, et. al.,1995).

260
$$T_n = \frac{E_n + I_n}{S_y + S_{y+n}},$$

261 onde E_n é o número de espécies que desaparecem no intervalo de tempo n , I_n
262 é o número de espécies presentes no mesmo período n , S_y é o número de
263 espécies no primeiro intervalo de tempo y e S_{y+n} é o número de espécies do
264 segundo período. Os resultados do índice são expressos em porcentagem.

265 A hipótese nula de igualdade dos valores para o índice de substituição
266 de espécies entre os elementos da paisagem foi testada usando a análise de
267 variância (ANOVA), seguido do teste de comparações múltiplas Tukey –
268 Kramer, com o uso do programa estatístico INSTAT (GraphPad - Instat, 1999).
269 Para esse procedimento foram utilizados os seis valores de cada elemento,
270 fruto das comparações par a par entre os quatro períodos de coleta. Antes de
271 realizar os testes acima descritos, foi testada a normalidade e
272 homocedasticidade através dos testes Kolmogorov-Smirnov, e Bartlett,
273 respectivamente.

274

275 **2.5.2 Diferenças da composição de espécies e da estrutura do habitat** 276 **entre os elementos da paisagem**

277 A fim de avaliar a diferença entre os elementos da paisagem em função
278 da composição de espécies de borboletas e das variáveis estruturais do habitat,
279 utilizou-se o teste não paramétrico de Procedimento de Permutação de
280 Resposta Múltipla (MRPP – “Multi-Response Permutation Procedures”),
281 utilizando o programa PCORD for Windows versão 4.0 (McCune e Grace,
282 2002). Este método não exige as premissas de normalidade multivariada e
283 homogeneidade de variâncias, sendo apropriado para dados de comunidades
284 biológicas (McCune e Grace, 2002). Para investigação da composição de
285 espécies foi utilizada a matriz bruta dos dados para construção da matriz de
286 dissimilaridade com distância de Sorensen (Bray-Curtis). As variáveis
287 ambientais sofreram transformação do tipo $\log(x+1)$, com o objetivo de
288 padronizar as escalas em que as variáveis foram mensuradas.

289 **2.5.3 Ordenação da composição de espécies e das variáveis estruturais**
290 **do habitat**

291 As principais variações da composição da comunidade de borboletas
292 frugívoras e a presença de gradientes entre os componentes da paisagem
293 amostrados foram visualizadas a partir da extração de dois vetores de
294 ordenação da composição de espécies, através do Escalonamento
295 Multidimensional Não Métrico (NMS – “Non Metric Multidimensional Scaling”)
296 (McCune e Grace, 2002), utilizando o programa PCord for Windows versão 4.0.
297 Este método aplica-se para dados não normais ou arbitrariamente
298 descontínuos, pois não exige as premissas de linearidade entre as variáveis
299 (McCune & Grace, 2002).

300 Foram utilizadas duas matrizes de composição de espécies: uma
301 transformada, dividindo-se cada valor de abundância pelo somatório da coluna
302 correspondente [$n_{\text{transformado}} = n/\text{soma}(n)$] (abundância relativa), de modo que
303 todas as áreas amostradas ficassem com pesos similares na solução das
304 análises; outra usando dados de presença e ausência. Para a construção da
305 matriz de dissimilaridade objetivando a extração dos eixos de ordenação foram
306 utilizadas a distância de Sorensen, para a matriz transformada e a distância
307 Euclidiana, para a matriz de presença e ausência. Os parâmetros de
308 configuração para as ordenações foram os seguintes: 999 randomizações dos
309 dados reais, 0.0001 como critério de estabilidade, 500 como o número de
310 interações para avaliar a estabilidade da ordenação, 100 como o número
311 máximo de interações e, por fim, como passo inicial da extração dos eixos,
312 0.20. O padrão da estrutura da ordenação e sua intensidade foi avaliada

313 através de um teste interno de Monte Carlo com 999 randomizações,
314 comparando-se o estresse calculado na ordenação da matriz original e a
315 distribuição de estresses gerados na ordenação das matrizes randomizadas
316 (McCune e Grace, 2002). A probabilidade de associação entre os valores de
317 estresse da redução de dimensionalidade dos eixos reduzidos da matriz da
318 composição de espécies (distância euclidiana) e a matriz original (distância de
319 Sorensen) foram avaliados a partir do teste de correlação de Mantel com 999
320 randomizações avaliadas a partir do índice de correlação (r^2).

321 Para detecção do gradiente de perturbação entre os componentes da
322 paisagem a partir das variáveis ambientais, empregou-se uma Análise de
323 Componentes Principais (PCA – Principal Components Analysis),
324 correlacionando as variáveis de microhabitat e microclima entre as doze
325 unidades amostrais. Foram extraídos os 10 primeiros vetores de ordenação,
326 com base numa matriz de correlação com distância Euclidiana e rotação
327 Varimax, utilizando o programa PCORD for Windows versão 4.0 (McCune e
328 Grace, 2002). Para melhor interpretação dos gradientes, utilizou-se os vetores
329 de ordenação com autovalores acima de 1.0 (McCune e Grace, 2002).

330

331 **2.5.4 Correlação entre variáveis ambientais e a composição da** 332 **comunidade de borboletas frugívoras**

333 A possível associação entre a composição de espécies de borboletas
334 frugívoras e as variáveis de microhabitat e microclima foi verificada através de
335 testes de permutação do tipo Mantel, utilizando a correlação de Spearman
336 (“*Relate Test*”). As matrizes dos testes de permutação foram confeccionadas

337 usando as distâncias de Bray-Curtis para os dados de composição de espécies
338 e Euclidiana para os dados ambientais transformados em $\log(x+1)$. Para esta
339 análise foi utilizado o programa PRIMER (“Plymouth Routines In Multivariate
340 Ecological Research”) versão 6 (Clarke e Warwick, 2001).

341

342 **2.5.5 Investigação das variáveis mais associadas a comunidades de** 343 **borboletas e as espécies mais associadas aos elementos da paisagem**

344 As correlações entre as variáveis ambientais, tanto individualmente
345 como no conjunto com a comunidade de borboletas frugívoras, foram
346 investigadas usando a análise Bio-Env (PRIMER). A porcentagem de
347 contribuição das espécies foi responsável em determinar a similaridade entre
348 as réplicas de mesmo elemento da paisagem, assim como para dissimilaridade
349 entre estes elementos, através da Análise de Similaridade de Percentagem –
350 SIMPER (Clarke e Gorley, 2001; Clarke e Warwick, 2001). Estas análises
351 foram geradas a partir do programa PRIMER versão 6 (Clarke e Warwick,
352 2001).

353 Adotou-se como nível de significância um valor de alfa de 0,05,
354 aplicando-se a correção de Bonferroni (ajuste estatístico do alfa para
355 comparações múltiplas), para análises de MRPP relacionadas à composição da
356 comunidade de borboletas frugívoras e as variáveis ambientais, dividindo-se o
357 nível de significância por 4 para cada análise acima (Magnusson, 2003).

358

359

360

361 **3.0 Resultados**

362 **3.1 Composição da comunidade de borboletas**

363 Foram capturados 6.171 indivíduos, distribuídos em 67 espécies,
364 pertencentes a seis subfamílias de Nymphalidae, durante um esforço de
365 amostragem 2.040 armadilhas/dia (Tabela 1).

366 O número de espécies capturadas na Mata de referência (M), Fragmento
367 (F) e Eucalipto (E), foi 41, 58, 49, respectivamente. Os eucaliptais
368 apresentaram 10 espécies em comum com os fragmentos e apenas uma
369 espécie em comum com a Mata. Já os fragmentos apresentaram três espécies
370 em comum com a Mata. Em todo o conjunto, 33 espécies foram encontradas
371 em comum nos três elementos da paisagem. Os fragmentos apresentaram o
372 maior número de espécies exclusivas (11), seguidos pelos eucaliptais (5) e
373 Mata (3) (Figura 2). Os eucaliptais apresentaram o maior número de indivíduos
374 capturados (4.515), seguidos pelos fragmentos (1.351) e Mata (305).

375 As dez espécies mais abundantes representaram cerca de 77.2% de
376 todos os indivíduos capturados, sendo que as cinco espécies mais abundantes
377 foram *Ypthimoides sp*, *Pharneuptychia pharella*, *Taygetis virgilia*, *Pareuptychia*
378 *interjecta* e *Parypthimoides poltys* (Tabela 1).

379 A subfamília com o maior número de indivíduos capturados foi Satyrinae,
380 representando 70% do total de indivíduos capturados, seguida por Biblidinae
381 com 19%, Charaxinae com 4%, Brassolinae com 2%, Nymphalinae 5% e
382 Morphinae com apenas 1% (Tabelas 1).

383 O elemento da paisagem que apresentou a maior média do índice de
384 substituição de espécies ao longo do período de coleta foi a Mata de referência,

385 com 42.3% de substituição, seguida pelos eucaliptais com 31.8% e os
386 fragmentos com 25.3% (Figura 3). Esta substituição foi significativamente
387 diferente entre estes elementos ($F= 13.2$, $p= 0.0006$). A taxa de substituição foi
388 significativamente diferente entre Mata e fragmentos ($q= 7.2$, $p< 0.001$) e entre
389 Mata e eucaliptais ($q= 4.2$, $p< 0.005$). Não houve diferença significativa entre os
390 fragmentos e eucaliptais ($q= 2.6$, $p> 0.05$).

391 A ordenação da comunidade de borboletas frugívoras através do NMS
392 apresentou um estresse mediano (7.0) para os dois eixos extraídos. O teste de
393 Monte Carlo mostrou-se significativo ($p= 0.001$), revelando que essa ordenação
394 é mais forte do que esperado ao acaso. O resultado da correlação de Mantel
395 para a ordenação entre a matriz da composição e os escores dos dois eixos
396 extraídos após a ordenação ($r^2= 0.95$; $p= 0.001$), sugere que a matriz de
397 composição possui uma estrutura forte. A partir dessa ordenação foi verificado
398 que as comunidades dos elementos da paisagem analisados formam grupos
399 distintos (Figura 4a), sugerindo a presença de um gradiente de perturbação
400 (Eucalipto-Fragmento-Mata).

401 A presença de um gradiente na ordenação das espécies de borboletas
402 frugívoras mostra que muitas espécies apresentam-se associadas a certos
403 elementos da paisagem (Figura 5). Essa ordenação indica que as 10 espécies
404 mais abundantes estiveram mais associadas a um dos extremos dos dois eixos
405 extraídos pelo NMS. As espécies mais ligadas aos eucaliptais foram
406 *Ypthimoides sp*, *P. pharella*, *P. interjecta*, *P. poltys* e *Ypthimoides renata*. Já
407 as espécies *Myscelia orsis*, *Colobura dirce* e

408 *Hamadryas epinome* estiveram associadas principalmente às áreas de Mata e
409 fragmentos e, por fim, *Hamadryas amphinome* e *T. virgilia* estiveram
410 associadas às regiões intermediárias entre os eixos da ordenação (Figura 5).

411 O resultado da ordenação baseada na matriz de presença e ausência
412 das espécies apresentou um estresse mediano de 14, Monte Carlo com
413 $p=0.001$ e Correlação de Mantel $r^2= 0.93$; $p= 0.001$, detectando resultados
414 semelhantes a ordenação da matriz da composição relativizada, no que se
415 refere às formações de grupos distintos entre os elementos da paisagem
416 (Figura 4b).

417 A análise de permutação MRPP mostrou que existem diferenças
418 significativas na composição de espécies de borboletas. ($T= -5.51$; $p= 0.0003$)
419 entre os elementos da paisagem. Foram detectadas diferenças significativas ao
420 se comparar a composição de espécies entre Mata e Eucalipto ($T= -4.39$; $p =$
421 0.005), Mata e Fragmento ($T= -2.86$; $p= 0.01$) e Fragmento e Eucalipto ($T= -$
422 4.24 ; $p= 0.005$).

423 Segundo a análise do SIMPER, os eucaliptais apresentaram a maior
424 similaridade média entre as réplicas, seguidos pelos fragmentos e Matas
425 (Tabela 2).

426 As três espécies que mais contribuíram para a similaridade entre as
427 réplicas de cada elemento foram: para os eucaliptais *Ypthimoides sp*,
428 *P. pharella* e *T. virgilia*, para os fragmentos *M. orsis*, *Hamadryas epinome* e *T.*
429 *virgilia*, ao passo que para as Matas as maiores contribuições foram de
430 *Catonephele acontius*, *C. dirce* e *M. orsis* (Tabela 2).

431 A dissimilaridade média entre os elementos da paisagem (SIMPER) foi
432 maior entre Mata e Eucalipto, onde as três espécies que mais contribuíram
433 para essa diferença foram *Ypthimoides sp.1*, *P. pharella* e *C. acontius*.

434 A diferença entre Fragmento e Eucalipto foi de 65.4%, com as
435 contribuições de *Ypthimoides sp1*, *P. pharella* e *M. orsis* e entre Mata e
436 Fragmento, com destaque para *C. acontius*, *Pseudodebis euptychidia* e
437 *C. dirce* (Tabela 3).

438

439 **3.2 Estrutura do habitat**

440 O conjunto das variáveis de microhabitat e microclima (Tabela 4) variou
441 significativamente entre os elementos da paisagem (MRPP: $T = -5.50$; $p =$
442 0.0004). Diferenças significativas foram encontradas entre Mata e Eucalipto ($T =$
443 -4.46 ; $p = 0.005$) e entre Fragmento e Eucalipto ($T = -4.43$; $p = 0.005$). A
444 comparação entre Mata e Fragmento apresentou uma diferença marginalmente
445 significativa ($T = -3.20$; $p = 0.01$).

446 Para representar o gradiente entre os elementos da paisagem e suas
447 réplicas foram utilizados os dois primeiros eixos (maiores autovalores acima de
448 1) extraídos do PCA que explicaram 82,8% de toda a variação dos dados
449 originais (Tabela 5), evidenciando a presença de gradientes distintos entre
450 Mata, Fragmento e Eucalipto (Figura 6). O PC1, que explicou 71% da variação
451 dos dados, no qual, os maiores coeficientes positivos estiveram associados à
452 luminosidade, temperatura e distância média de plantas lenhosas, que
453 aumentaram no sentido da Mata para o Eucalipto. Os maiores coeficientes
454 negativos foram associados às variáveis ligadas a densidade de folhagem (15-

455 20, 20-25 e 10-15 metros), que decresceram da Mata para o Eucalipto. O eixo
456 PC2, que explicou 11.8% da variação, representa um gradiente que parte do
457 Fragmento, passando pelas Mata e Eucalipto, com os maiores coeficientes
458 positivos associados à densidade de herbáceas, temperatura e perímetro de
459 troncos, e coeficientes negativos associados à densidade de folhagem acima
460 de 25 metros, umidade e distância entre árvores (Tabela 6).

461

462 **3.3 Correlação entre as variáveis estruturais do habitat e a composição de** 463 **espécies**

464 Foi detectada uma significativa correlação entre a matriz de variáveis
465 ambientais e a de composição de espécies de borboletas frugívoras (Rho: 0.80;
466 $p = 0.001$), indicando que diferenças estruturais do habitat têm uma forte
467 influência na composição da comunidade de borboletas frugívoras na área de
468 estudo.

469 Através das análises do BIO-ENV foi possível identificar quais variáveis,
470 ou o conjunto delas, estão mais associadas com a estrutura da comunidade de
471 borboletas (Tabela 7). Para o conjunto completo da comunidade, as duas
472 variáveis que mais estiveram correlacionadas individualmente com a sua
473 estrutura foram densidade de folhagem (15-20) ($p=0.78$) e luminosidade
474 ($p=0.76$). A melhor combinação de variáveis ambientais com maior coeficiente
475 de correlação para a comunidade no total foi umidade, temperatura e
476 densidade de folhagem (5-10), (15-20), (20-25) ($p=0.87$) (Tabela 7).

477 Quando avaliado ao nível das subfamílias, luminosidade representou a
478 primeira variável mais fortemente correlacionada com Biblidinae,

479 Brassolinae/Morphinae, Charaxinae e Satyrinae, mas não com Nymphalinae
480 que teve associação com densidade de folhagem >25 metros. Em termos da
481 segunda variável, Satyrinae apresentou uma forte correlação com temperatura,
482 ao contrário das demais subfamílias, que obtiveram forte associação com as
483 densidades de folhagem (5-10), (10-15) e (20-25) (Tabela 7). A combinação
484 das variáveis Densidade de folhagem (20-25) e temperatura foram as que
485 apresentaram melhor ajuste com as subfamílias (Tabela 7).
486 Brassolinae/Morphinae ($Rho= 0.86$) apresentou maior valor de correlação,
487 através das variáveis temperatura, densidade de folhagem (5-10), (20-25) e
488 >25) e distância entre árvores, seguido das subfamílias: Biblidinae ($\rho= 0.84$),
489 Satyrinae ($\rho= 0.70$), Charaxinae ($\rho= 0.43$) e Nymphalinae ($\rho=0.36$) (Tabela 7).

490

491 **4.0 Discussão**

492 **4.1 As borboletas frugívoras e os componentes da paisagem**

493 Padrões na diferença da composição de espécies de borboletas e suas
494 distribuições ao longo de diferentes habitats em paisagens (Uehara et al.,
495 2007), em resposta a variáveis estruturais do habitat, têm sido descrito em
496 vários estudos (Kremen, 1992; Brown Jr e Freitas, 2000a, b, 2002; Ramos,
497 2000; Bobo et al., 2006), revelando uma ampla associação das espécies de
498 borboletas e suas subfamílias a habitats com variados graus de perturbação
499 (Kremen, 1992; Sptizer et al., 1997; Brown e Freitas, 2000a,b, 2002; Ramos,
500 2000; Barlow, et al. 2007 a, b; Bobo, et al., 2006).

501 Estes estudos têm enfatizado como as borboletas frugívoras constituem
502 um excelente modelo para caracterização da paisagem (Kremen, 1992; Brown
503 Jr e Freitas, 2000a, Uehara et al., 2007), o que corrobora, com os resultados
504 de nosso estudo, no qual conseguimos detectar diferenças significativas entre
505 os elementos da paisagem amostrados.

506 Dentre os trabalhos que recentemente investigaram a associação das
507 subfamílias de borboletas frugívoras em diferentes habitats, Ramos (2000),
508 Barlow et al. (2007a) e Uehara et al. (2007) encontraram que as subfamílias
509 Biblidinae e Charaxinae e algumas espécies abundantes de Satyrinae estão
510 mais associadas a habitats mais perturbados. No entanto, analisando em uma
511 escala mais ampla, Brown e Freitas (2000a, b; 2002) sustenta que a riqueza de
512 espécies de Satyrinae tende a responder negativamente a perturbações. Já
513 para Brassolinae, Nymphalinae e Morphinae não houve consonância em
514 relação à resposta à perturbação, diferindo entre esses estudos.

515 Essas informações não foram diferentes dos resultados encontrados
516 neste estudo, inclusive em se tratando da subfamília Satyrinae que de maneira
517 geral esteve fortemente associada a ambientes mais perturbados, certas
518 espécies foram exclusivas a certos elementos da paisagem a exemplo *P.*
519 *euptychidia* que esteve associada à Mata, *Erichthodes erichtho*, *Taygetis*
520 *laches* e *Cissia terrestris* associadas aos fragmentos e *Hermeuptychia hermes*
521 e *Y. renata* aos eucaliptais.

522 Possíveis explicações para as diferenças nas respostas das subfamílias
523 podem estar relacionadas a diferentes fatores, tais como o grau de dominância
524 de algumas subfamílias (Brown Jr e Brown, 1992), sazonalidade (Wolda, 1978),

525 ou características intrínsecas de cada habitat, tais como fatores físicos (Barlow,
526 2007,a) e histórico de perturbação (Brown Jr e Freitas, 2000,a), estrutura da
527 paisagem (Turner, 1989), ou ainda a escala onde os estudos são realizados
528 (Hill e Hamer, 2004).

529 No geral em nosso estudo as espécies mais abundantes como
530 *Ypthimoides sp* e *P. pharella*, tiveram uma grande participação na
531 diferenciação dos eucaliptais dos demais elementos da paisagem, embora
532 espécies como *C. acontius* e *P. euptychidia* não tenham estado entre as 10
533 espécies mais abundantes tiveram, no entanto, uma importante contribuição
534 para diferenciar a Mata do Fragmento. Espécies como *P. poltys* e *H. hermes*
535 não contribuíram para distinguir o Fragmentos da Mata, pois estiveram
536 fortemente associadas apenas com os eucaliptais sendo importantes
537 indicadores de áreas perturbadas. Espécies poucos abundantes ou raras
538 encontradas em nosso estudo como *Agrias claudina*, *Tigridia acesta* e *Narope*
539 *sp* não apareceram nas contribuições acima descritas, mas estiveram
540 associadas a ambientes menos perturbados, fazendo com que possam ser
541 consideradas importantes indicadoras de conservação ambiental em nosso
542 estudo. No entanto espécies pouco abundantes ou raras são muitas vezes
543 desconsideradas ou tem pouca participação na maioria das análises
544 estatísticas multivariadas (Clarck e Gorley, 2001; McCune e Grace, 2002;
545 Cheng, 2004), no entanto, podem trazer um diferencial nas respostas das
546 comunidades aos variados níveis de perturbação.

547

548

549 **4.2 Estrutura do habitat e a comunidade de borboletas frugívoras**

550 Nossos resultados indicam que os elementos da paisagem foram
551 diferentes entre si não apenas no que se refere à composição de espécies,
552 mas também em relação às variáveis estruturais do habitat.

553 Nas últimas décadas trabalhos vêm tentando elucidar como a estrutura e
554 a qualidade do habitat afetam as comunidades de borboletas (Brown Jr, 1991;
555 Kremen, 1992; Pinheiro e Ortiz, 1992; Hamer et al., 1997; Brown Jr e Freitas,
556 2000 a, b, 2002; Fermon et al., 2000; Ramos, 2000; Bergman et al., 2004;
557 Veddeler et al., 2005; Bobo et al., 2006; Barlow et al., 2007a, b), no entanto
558 ainda assim, são escassos em paisagens dominadas por eucaliptais (Ramos,
559 2000; Barlow et al. 2007a). Nosso estudo detectou uma forte relação entre as
560 variáveis de microhabitat e microclima e padrões da comunidade de borboletas
561 frugívoras. Essas variáveis estruturais do habitat foram importantes tanto para
562 as comunidades como um todo, assim como ao nível das subfamílias
563 individualmente. Tanto individual ou de forma combinada, temperatura,
564 luminosidade, umidade e as densidades de folhagem entre estratos foram as
565 variáveis que apresentaram maiores valores de correlação com os parâmetros
566 de estrutura das comunidades.

567 Condições microclimáticas como temperatura, umidade e luminosidade
568 freqüentemente exercem uma forte influência na diversidade, abundância e
569 riqueza de espécies de borboletas (Gilbert e Singer, 1975; Fermon et al., 2000),
570 pois agem diretamente ou indiretamente no desenvolvimento e manutenção
571 dos recursos para larvas e adultos (Ehrlich e Raven, 1964; Fermon et al., 2000).
572 Essas variáveis podem alterar a disponibilidade e qualidade das plantas

573 hospedeiras, néctar, pólen, frutos apodrecidos, podendo até mesmo fazer com
574 que as taxas de predação e parasitismo aumentem nas populações (Gilbert e
575 Singer, 1975; Blau, 1980). Hill et al. (2001) mostraram que ambientes com
576 maior incidência de luz, provenientes das mudanças na cobertura do dossel,
577 tais como clareiras naturais, podem interferir diretamente nas distribuições das
578 borboletas. Fermon et al. (2000) mostraram que condições microclimáticas
579 influenciaram não apenas a diversidade, mas também a abundância das
580 espécies de borboletas e de suas plantas alimento. No estudo de Barlow et al.
581 (2007a), temperatura foi uma variável importante não só para a comunidade
582 total, mas também para as subfamílias Brassolinae, Charaxinae, Nymphalinae
583 e Satyrinae. Por outro lado, Dolia et al. (2007) não encontraram relação entre
584 as variáveis microclimáticas e a comunidade geral, mas sim entre esta e a
585 cobertura de dossel. No entanto, o grau de cobertura do dossel pode influir,
586 direta, ou indiretamente, em perfis de temperatura, umidade e luminosidade no
587 habitat, afetando a abundância total e riqueza de espécies.

588 Ao nível de microhabitat, as variáveis de densidade de folhagem
589 representam uma importante medida de complexidade estrutural (MacArthur,
590 1964), já que descrevem o desenvolvimento do estrato vertical dentro dos
591 habitats (August, 1983). Tanto o aumento da complexidade como da
592 heterogeneidade podem promover uma maior diversidade de espécies em
593 decorrência da maior possibilidade de especializações de nichos em uma
594 mesma unidade de espaço (August, 1983). Diversos estudos vêm apontando
595 que as borboletas estão estruturadas verticalmente a depender do nível de
596 complexidade dos habitats (DeVries et al., 1997; DeVries e Walla, 2001;

597 Fermon et al., 2005; Molleman et al., 2006). Apesar de não termos feito coletas
598 no dossel, podemos perceber que a comunidade de borboletas frugívoras teve
599 uma forte associação com todos os níveis de densidade de folhagem
600 mensurados. As subfamílias Charaxinae e Nymphalinae estiveram associadas
601 à densidade de folhagem superior a dez metros, sendo que esses resultados
602 são similares aos de DeVries e Walla (2001), que encontraram inúmeras
603 espécies dessas duas subfamílias presentes em grande parte no dossel. O
604 mesmo padrão não foi encontrado para as demais subfamílias, provavelmente
605 porque muitas espécies encontradas em nosso estudo usam tanto o dossel
606 como o sub-bosque, sendo essa característica bastante comum nas
607 comunidades tropicais (DeVries et al., 1997; DeVries e Walla, 2001).

608

609 **4.3 Papel das monoculturas para comunidade de borboletas frugívoras**

610 O uso de culturas florestadas, como o eucalipto, poderia, em princípio,
611 ser visto com uma alternativa ao uso de plantações anuais ou pecuária e,
612 recentemente, um estudo sugere que este potencial pode ser realizável em
613 uma área da Amazônia (Barlow et al., 2007a) Um dos principais argumentos
614 favoráveis às expansões das monoculturas refere-se à possibilidade desses
615 habitats fornecerem bons serviços ecossistêmicos como seqüestro de carbono
616 (McNeely e Schroth, 2006; Hartemink, 2005). No entanto o conhecimento sobre
617 o real papel desses habitats e seus efeitos na diversidade local e regional ainda
618 são escassos (Cunningham et al., 2005), especialmente ao que se refere às
619 monoculturas de *Eucalyptus* (Ramos, 2000; Barlow et al., 2007b, c). Nossos
620 resultados apontam que esses ambientes não conseguem promover à

621 manutenção da riqueza de espécies se comparado aos ambientes naturais,
622 resultados similares aos encontrados na Amazônia (Ramos, 2000; Barlow et al.,
623 2007 a, b).

624 No estudo de Barlow et al. (2007c) foram avaliados como 15 diferentes
625 grupos faunísticos se comportaram em um ambiente de plantações de
626 *Eucalyptus* cercadas por Floresta Amazônica. As respostas foram diferentes
627 entre os grupos. Por exemplo, borboletas, aves, anfíbios e árvores
628 apresentaram menor riqueza nas plantações de *Eucalyptus*, enquanto que
629 abelhas euglossíneas, aranhas e pequenos mamíferos tiveram níveis similares
630 de riqueza de espécies para os eucaliptos, fragmentos e mata primária.

631 Comparando os trabalhos realizados na mesma paisagem em que foi
632 desenvolvido este estudo, lagartos e anfíbios de folhiço não apresentaram
633 diferença da composição entre os três elementos da paisagem, enquanto para
634 abelhas euglossíneas e artrópodes em geral, a diferença não foi detectada
635 entre fragmento e eucaliptais (Dantas, dados não publicados; Tinoco, dados
636 não publicados; Melo, dados não publicados). Parte das diferentes respostas
637 entre os organismos pode ser atribuída ao tipo de matriz que na paisagem
638 estudada na Amazônia é constituída pela floresta primária, enquanto que na
639 região da Floresta Atlântica a matriz predominante é formada por atividades
640 agrícolas.

641 A substituição temporal das espécies pode ser usada como um
642 importante descritor da estrutura das comunidades, assim como um importante
643 preditor da integridade dos ambientes naturais (DeVries et al., 1997; Molleman
644 et al., 2006; Hamer et al., 2005). Em nosso trabalho a Mata apresentou maiores

645 índices de substituição de espécies que as plantações. Isto pode estar
646 associado ao fato que os eucaliptais serem temporal e espacialmente mais
647 homogêneos do que áreas com vegetação nativa, visto que são parcelas
648 extensas com árvores de mesma idade e regime contínuo de manejo, o que,
649 supostamente, favorece a estabilidade de populações locais (Knops et al.,
650 1999).

651 Por outro lado, a razão da substituição de espécies do fragmento ter sido
652 menor que a encontrada nos eucaliptais pode ser decorrente de seu maior
653 isolamento, visto que eram circundados por pastos. Sugere-se que quanto mais
654 distinta for a matriz em relação aos fragmentos, menor a probabilidade de fluxo
655 de organismos, promovendo uma diminuição na manutenção de espécies
656 menos tolerantes a variações ambientais na matriz e os impactos do efeito de
657 borda (Lawton et al., 1998; Gascon et al., 1999).

658 As diferenças encontradas nas monoculturas de eucalipto em relação
659 aos ambientes mais conservados foram tanto em termos da estrutura do
660 habitat, como em relação a estrutura da comunidade de borboletas. Contudo,
661 assim como nos resultados de Ramos (2000) e Barlow et al. (2007a, b, c),
662 verificamos que os eucaliptais promovem a manutenção de uma fauna de
663 borboletas frugívoras generalistas, associadas a ambientes abertos, capazes
664 de se manter e usar esses ambientes alterados. Neste sentido, os eucaliptais
665 podem promover conectividade entre manchas de habitats para alguns grupos
666 restritos de borboletas,

667 O presente estudo representa um dos primeiros estudos que analisou de
668 que forma ambientes como as monoculturas de eucalipto podem contribuir para

669 manutenção de comunidade de borboleta em paisagens da Floresta Atlântica.
670 Esperamos que este possa contribuir em políticas de reflorestamento e manejo
671 da paisagem. No entanto torna-se ainda necessário um conhecimento mais
672 aprofundado a cerca dos limiares da estrutura da paisagem e suas relações
673 com os padrões de dispersão e colonização das espécies de borboletas, assim
674 como de outros grupos faunísticos nas manchas de habitats naturais para que
675 possamos compreender melhor a dinâmica destas comunidades.

676

677 **5.0 Agradecimentos**

678 Gostaríamos de agradecer a empresa Veracel Celulose pelo apoio
679 logístico, ao professor Pedro Rocha pela coordenação e delineamento amostral,
680 a FAPESB pela concessão da bolsa e aos especialistas Keith Spalding Brown
681 Junior, André Lucci Freitas e Jorge Bizarro pela identificação do material
682 biológico, ao Museu de Zoologia da UFBA e os responsáveis pela coleção
683 Marcelo Napoli e Luiz Augusto Mazzarolo pelo depósito dos espécimes
684 coletados.

685 **6.0 Referências bibliográficas**

686 August, P.V., 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in
687 structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64, 1495-1507.

688

689 Barlow, J., Overal, W.L., Araujo, I.S., Gardner, T.A., Peres, C.A., 2007a. The
690 value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding
691 butterflies in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology* 44, 1001-
692 1012.

693

694 Barlow, J., Araujo, I.A., Overal, W.L., Gardner, T.A., Mendes, F.d.S., Lake, I.R.,
695 Peres, C.A., 2007b. Diversity and composition of fruit-feeding butterflies in
696 tropical *Eucalyptus* plantations. *Biodiversity and Conservation* 12.

697

698 Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa,
699 J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M.,
700 Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcom, J.R., Martins,
701 M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, S., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal,
702 W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da
703 Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007c. Quantifying the biodiversity value of
704 tropical primary secondary, and plantation forest. *Proceedings of the*
705 *National Academy of Sciences* 104, 18555-18560.

706

707 Bergman, K.-O., Askling, J., Ekberg, O., Ignell, H., Wahlman, H., Milberg, P.,
708 2004. Landscape effects on butterfly assemblages in an agricultural region.
709 *Ecography* 27, 619-628.
710

711 Bobo, K.S., Waltert, M., Fermon, H., Jokagbor, J., Muhlenberg, M., 2006. From
712 forest to farmland: butterfly diversity and habitat associations along a
713 gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. *Journal of Insect*
714 *Conservation* 10, 29-42.
715

716 Blau, W.S., 1980. The effect of environmental disturbance on a tropical butterfly
717 population. *Ecology* 61, 1005-1012.
718

719 Brown Jr, K.S., 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as
720 indicators, In *The conservation of insects and their habitats.* eds N.M.
721 Collins, C.D. Thomas, pp. 349-404. Academic Press, London.
722

723 Brown Jr, K.S., Brown, G.G., 1992. Habitat alteration and species loss in
724 Brazilian forests, In *Tropical deforestation and species extinction.* eds T.C.
725 Whitmore, J.A. Sayer, pp. 129-142. Chapman & Hall, London.
726

727 Brown Jr, K.S., 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical
728 forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect*
729 *Conservation* 1, 25-42.
730

731 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2000a. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for
732 Landscape Conservation. *Biotropica* 32, 934-956.
733

734 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa
735 Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova*
736 *Série)* 11/12, 71-118.
737

738 Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2002. Butterfly communities of urban forest
739 fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability,
740 environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*
741 6, 217-231.
742

743 Cheng, C.-C., 2004. Statistical approaches on discrimination spatial variation of
744 species diversity. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 45, 339-346.
745

746 Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2001. *Primer v5: user manual/tutorial*. Primer-E,
747 Plymouth.
748

749 Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in marine communities: an*
750 *approach to statistical analysis and interpretation* 2edn. Primer-E,
751 Plymouth.
752

753 Conservação Internacional do Brasil, 2000. Avaliação e ações prioritárias para
754 a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos/.
755 Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de
756 Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São
757 Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.

758

759 Cunningham, S.A., Floyd, R.B., Weir, T.A., 2005. Do *Eucalyptus* plantations
760 host an insect community similar to remnant *Eucalyptus* forest? *Austral*
761 *Ecology* 30, 103-117.

762

763 Dean, W., 1995. *With broadax and firebrand: The destruction of the Brazilian*
764 *Atlantic Forest*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
765 442 pp.

766

767 DeVries, P.J., Murray, D., Lande, R., 1997. Species diversity in vertical,
768 horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community
769 in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62,
770 343-364.

771

772 DeVries, P.J., Walla, T.R., 2001. Species diversity and community structure in
773 neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean*
774 *Society* 74, 1-15.

775

776 Dolia, J., Devy, M.S., Aravind, N.A., Kumar, A., 2007. Adult butterfly
777 communities in coffee plantations around a protected area in the Western
778 Ghats, India. *Animal Conservation* 11, 26-34.
779

780 Ehrlich, P.R., Raven, P.H., 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution.
781 *Evolution* 18, 586-608.
782

783 FAO, 2001. Global Forest Resources Assessment 2000. FAO. www.fao.org,
784 Rome, Italy.
785

786 Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review*
787 *of Ecology, Evolution, & Systematics* 34, 487-515.
788

789 Fermon, H., Waltert, M., Larsen, T.B.D., Dall'Asta, U., Muhlenberg, M., 2000.
790 Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding
791 nymphalidae butterflies in south-eastern Côte d'Ivoire. *Journal of Insect*
792 *Conservation* 4, 173-189.
793

794 Gascon, C., Lovejoy, T.E., Bierregaard Jr, R.O., Malcom, J.R., Stouffer, P.C.,
795 Vasconcelos, H.L., Laurance, W.F., Zimmerman, B., Tocher, M., Borges,
796 S., 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants.
797 *Biological Conservation* 91, 223-229.
798

799 Gilbert, L.E., Singer, M.C., 1975. Butterfly Ecology. Annual Review of Ecology
800 and Systematics 6, 365-397.
801

802 Graphpad-Instat, S., 1999. The Instat guide to choosing and interpreting
803 statistical tests: a manual for GraphPad InStat, Version 3.0. Oxford
804 University Pres, San Diego.
805

806 Hamer, K.C., Hill, J.K., Lace, L.A., Langan, A.M., 1997. Ecological and
807 biogeographical effects of forest disturbance on tropical butterflies of
808 Sumba, Indonesia. Journal of Biogeography 24, 67-75.
809

810 Hamer, K.C., Hill, J.K., Mustafa, N., Benedick, S., Sherratt, T.N., Chey, V.K.,
811 Maryati, M., 2005. Temporal variation in abundance and diversity of
812 butterflies in Bornean rain forests: opposite impacts of logging recorded in
813 different seasons. Journal of Tropical Ecology 21, 417-425.
814

815 Hartemink, A.E., 2005. Plantation agriculture in the tropics: Environmental
816 issues. Outlook on Agriculture 34, 11-21.
817

818 Hill, J.K., Hamer, K.C., Tangah, J., Dawood, M., 2001. Ecology of tropical
819 butterflies in rainforest gaps. Oecologia 128, 294-302.
820

821 Hill, J.K., Hamer, K.C., 2004. Determining impacts of habitat modification on
822 diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of*
823 *Applied Ecology* 41, 744-754.

824

825 Hunter Jr, M.L., 1996. *Fundamentals of Conservation Biology*. Blackwell
826 Science, Cambridge, Massachusetts, USA.

827

828 Knops, J.M.H., Tilman, D., Haddad, N.M., Haddad, N.M., Naeem, S., Mitchell,
829 C.E., Haarstad, J., Ritchie, M.E., Howe, K.M., Reich, P.B., E., S., Groth, J.,
830 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease
831 outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters* 2, 286-293.

832

833 Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. Menlo Park, California, USA.

834

835 Kremen, C., 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages
836 for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2, 203-217.

837

838 Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., Hammond,
839 P.M., Hodda, M., Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A., Stork, N.E.,
840 Srisvastava, D.S., Watt, A.D., 1998. Biodiversity inventories indicator taxa
841 and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391, 72-76.

842

843 MacArthur, R.H., 1964. Environment factors affecting bird species diversity. *The*
844 *American Naturalist* 98, 387-397.

845 Magnusson, W.E., Mourão, G., 2003. Estatística Sem Matemática: a ligação
846 entre as questões e a análise. Planta, Londrina.
847

848 Malcolm, J.R., 1995. Forest structure and the abundance and diversity of
849 Neotropical small mammals, In Forest canopies. eds M.D. Lowman, N.M.
850 Nadkarni, pp. 179-197. Academic Press, San Diego.
851

852 McCune, B., Grace, J.B., 2002. Analysis of ecological communities. Mjmm
853 Software design, United States of America.
854

855 Mcneely, J.A., Schroth, G., 2006. Agroforestry and biodiversity conservation -
856 traditional practices, present dynamics, and lessons for the future.
857 Biodiversity and Conservation 15, 549-554.
858

859 Molleman, F., Kop, A., Brakefield, P.M., DeVries, P.J., Swaan, B.J., 2006.
860 Vertical and temporal patterns of biodiversity of fruit-feeding butterflies in a
861 tropical forest in Uganda. Biodiversity and Conservation 15, 107-121.
862

863 Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J.,
864 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853-858.
865

866 Paglia, A.P., Fernandez, F.A.S., De Marco Jr, P., 2006. Efeitos da
867 fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações,
868 quantos indivíduos e serão eles suficientes?, In Biologia da conservação:

869 essências. eds C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys, M.A.S. Alves.
870 RiMa editora, São Carlos.
871
872 Pickett, S.T.A., Kolasa, J., Armestro, J.J., Collins, S.L., 1989. The ecological
873 concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels.
874 Oikos 54, 129-136.
875
876 Pinheiro, C.E.G., Ortiz., J.V.C, 1992. Communities of fruit-feeding butterflies
877 along a vegetation gradient in central Brazil. Journal of Biogeography 19,
878 505-511.
879
880 Power, A.G., 1996. Arthropod diversity in forest patches and agroecosystems of
881 tropical landscapes, In Forest patches. eds J. Schelhas, R. Greenberg, pp.
882 91-110. D.C, Island Press, Washington.
883
884 Primack, R.B., Rodrigues, E., 2001. Biologia da Conservação. Mediograf,
885 Londrina.
886
887 Ramos, F.A., 2000. Nymphalid butterfly communities in an amazonian forest
888 fragment. Journal of Research on the Lepidoptera 35, 29-41.
889
890 Robbins, R.K., Opler, P.A., 1996. Butterfly diversity and a preliminary
891 comparison with bird and mammal diversity, In Biodiversity II,
892 Understanding and Protecting Our Biological Resources. eds D.E. Wilson,

893 M.L. Reaka-Kudla, E.O. Wilson, pp. 69-82. Joseph Henry Press,
894 Washington.

895

896 Russel, G.J., Diamond, J.M., Pimm, S.L., Reed, T. M., 1995. A century of
897 turnover: community dynamics at three timescales. *Journal Animal*
898 *Ecology* 68, 628-641.

899

900 Sousa, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual*
901 *Review of Ecology and Systematics* 15, 353-391.

902

903 Spitzer, K., Jaros, J., Havelka, J., Leps, J., 1997. Effect of small-scale
904 disturbance on butterfly communities of an Indochinese montain rainforest.
905 *Biological Conservation* 80, 9-15.

906

907 Terborgh, J., 1992. Maintenance of diversity in Tropical forests. *Biotropica* 24,
908 263-292.

909

910 Thomas, W.W., De Carvalho, A.M.V., Amorim, A.M.A., Garrison, J., Arbelaez,
911 A., 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil.
912 *Biodiversity and Conservation* 7, 311-322.

913

914 Turner, M.G., 1989. Landscape Ecology: the effects of pattern on process.
915 *Annual Review of Ecology and Systematics* 20, 171-197.

916

917 Uehara-Prado, M., Brown, K.S., Freitas, A.V.L., 2007. Species richness,
918 composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian
919 Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous
920 landscape. *Global Ecology and Biogeography* 16, 43-54.
921

922 Veddeler, D., Schulze, C.H., Dewenter-Steffan, I., Buchori, D., Tschardtke, T.,
923 2005. The contribution of tropical secondary forest fragments to the
924 conservation of fruit-feeding butterflies: effects of isolation and age.
925 *Biodiversity and Conservation* 14, 3577-3592.
926

927 Veracel Celulose, S.A., 1998. Plano de manejo da Estação Veracruz,
928 Eunápolis, Bahia.
929

930 Wilson, E.O., 1997. *Biodiversidade*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 660 pp.
931

932 Wolda, H., 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *The American*
933 *Naturalist* 112, 1017-1045.
934
935

7.0 Tabelas

Tabela 1. Espécies de borboletas frugívoras e número de indivíduos coletados nas doze unidades amostrais. Os números de 1 a 4 correspondem as réplicas das unidades da paisagem: Eucalipto, Fragmento, Mata de referência. As espécies com * pertencem ao grupo das dez mais abundantes.

Tabela 2. Análise de Similaridade de Percentagem (SIMPER) mostrando a contribuição total da comunidade e individual das dez primeiras espécies que contribuíram para similaridade entre as réplicas de cada unidade da paisagem.

Tabela 3. Análise de Similaridade de Percentagem (SIMPER) mostrando a contribuição total da comunidade e individuais das espécies para dissimilaridade entre as unidades da paisagem.

Tabela 4. Média das variáveis de microhabitat e de microclima nas doze unidades amostrais.

Tabela 5. Autovalores e variação da porcentagem de explicabilidade dos 10 primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (PCA).

Tabela 6. Autovalores das variáveis ambientais dos primeiros seis eixos do PCA.

Tabela 7. Análise de Bio-Env mostrando os valores das correlações das variáveis estruturais do habitat individualizadas (os dois maiores valores) e com

conjunto (maior valor) em relação à comunidade geral e subfamílias de borboletas frugívoras.

Tabela 1.

	Eucalipto				Fragmento				Mata				Total
	E1	E2	E3	E4	F1	F2	F3	F4	M1	M2	M3	M4	
BIBLIDINAE	133	108	65	130	351	109	76	85	26	10	44	33	1170
<i>Callicore astarte</i> (Cramer, 1779)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Callicore pygas cyllene</i> (Doubleday, 1847)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Callicore selima</i> (Guenee, 1872)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Catonephele numilia</i> (Cramer 1775)	0	1	0	1	3	1	1	2	0	1	0	1	11
<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	2	9	2	9	6	18	17	14	11	4	20	6	118
<i>Diaethria climena janera</i> (Felder, 1862)	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Hamadryas amphinome</i> * (Linnaeus, 1767)	53	34	19	36	44	10	2	12	0	2	6	5	223
<i>Hamadryas arinome</i> (Lucas, 1853)	23	12	6	20	47	7	11	16	0	1	4	8	155
<i>Hamadryas chloe</i> (Stol, 1787)	0	4	2	8	17	22	3	4	0	0	0	0	60
<i>Hamadryas epinome</i> * (Felder & Felder, 1867)	46	30	31	40	105	14	16	11	0	0	2	2	297
<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	4	6	1	3	12	0	1	7	0	0	1	0	35
<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Myscelia orsis</i> * (Drury, 1782)	3	8	4	13	114	35	24	16	15	2	11	11	256
<i>Pyrogira neaerea</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2

BRASSOLINAE	4	4	1	3	49	9	10	6	2	1	8	2	99
<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	8
<i>Caligo brasiliensis</i> (Felder, 1862)	1	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	7
<i>Caligo idomeneus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1	0	3	1	1	0	0	1	7
<i>Caligo teucer</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, 1825)	1	2	0	0	29	6	2	1	0	0	2	0	43
<i>Eryphanis polyxena</i> (Meerbeel, 1775)	2	1	1	1	3	1	1	0	0	0	1	1	12
<i>Narope</i> sp (Doubleday, 1849)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Opsiphanis invirae</i> (Hübner, 1808)	0	0	0	1	4	2	1	1	0	1	4	0	14
<i>Opsiphanis quiteria</i> (Stoll, 1780)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3
CHARAXINAE	12	11	8	13	97	8	17	31	1	11	5	6	220
<i>Agrias claudina</i> (Godart, 1824)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	1	1	0	3	9	0	3	1	0	1	1	1	21
<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	2	4	10	1	5	2	1	3	0	0	29
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1814)	4	2	1	3	10	1	4	9	0	4	0	1	39
<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)	4	1	3	2	35	2	2	12	0	0	2	1	64
<i>Memphis acidalia</i> (Hübner, 1819)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Memphis leonidas</i> (Stoll, 1782)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	1	0	1	1	20	0	1	3	0	0	1	0	28
<i>Memphis oenomais</i> (Boisduval, 1870)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)	0	3	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	8

<i>Prepona pylene</i> (Hewitson, 1854)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	0	2	0	0	8	3	1	3	0	2	0	1	20
MORPHINAE	1	1	1	1	10	8	5	1	1	3	4	3	39
<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	1	1	1	1	10	8	5	1	1	3	4	3	39
NYMPHALINAE	51	87	51	30	20	23	26	5	1	5	19	20	338
<i>Colobura dirce</i> * (Linnaeus, 1758)	26	73	47	22	14	18	25	3	1	5	17	17	268
<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	1	7
<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	25	14	3	8	4	3	1	1	0	0	0	2	61
<i>Tigridia acesta</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
SATYRINAE	867	914	666	1353	114	169	51	71	22	2	32	44	4305
<i>Archeuptychia cluena</i> (Drury, 1782)	5	1	1	3	4	16	7	4	5	1	2	2	51
<i>Cepheuptychia cephus</i> (Fabricius, 1775)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chloreuptychia arnaea</i> (Fabricius, 1776)	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4
<i>Chloreuptychia chlorineme</i> (Hübner, 1819)	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	3	7
<i>Chloreuptychia herseis</i> (Godart, 1824)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cissia</i> sp (Doubleday, 1848)	16	10	10	16	0	0	0	0	0	0	1	0	53
<i>Cissia terrestris</i> (Butler, 1867)	7	6	20	68	10	0	3	2	0	0	0	0	116
<i>Erichthodes erichtho</i> (Butler, 1867)	3	1	0	3	13	3	3	7	0	0	0	1	34
<i>Haetera piera</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hermeuptychia fallax</i> (Felder & Felder, 1862)	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3

<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	30	16	8	42	0	0	0	1	0	0	0	0	97
<i>Magneuptychia lybie</i> (Linnaeus, 1767)	1	5	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Pareuptychia interjecta</i> * (d'Almeida, 1952)	60	41	66	194	16	9	2	9	0	0	0	2	399
<i>Paryphthimoides poltys</i> * (Prittwitz, 1865)	101	79	85	56	1	3	1	0	0	0	0	0	326
<i>Pharneuptychia pharella</i> * (Butler, 1867)	89	320	138	420	1	43	9	14	0	0	1	2	1037
<i>Pharneuptychia phares</i> (Godart, 1824)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Pseudodebis euptychidia</i> (Butler, 1868)	0	0	2	0	0	15	4	0	9	1	16	8	55
<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	7	17	9	10	25	7	2	1	0	0	1	2	81
<i>Taygetis sosis</i> (Hopffer, 1874)	1	0	1	2	1	9	1	4	1	0	1	3	24
<i>Taygetis sp1</i> (Hübner, 1819)	0	0	1	0	0	7	0	2	4	0	0	0	14
<i>Taygetis sp2</i> (Hübner, 1819)	1	2	0	2	1	4	1	1	0	0	1	4	17
<i>Taygetis virgilia</i> * (Cramer, 1776)	167	137	113	95	28	44	10	8	3	0	5	16	626
<i>Yphthimoides sp</i> * (Forster, 1964)	315	236	170	315	6	5	3	8	0	0	0	0	1058
<i>Yphthimoides electra</i> (Butler, 1867)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Yphthimoides renata</i> * (Stoll, 1780)	62	42	35	117	6	3	0	9	0	0	3	0	277
Abundância total	1 068	1 125	792	1 530	641	326	185	199	53	32	112	108	6 171
Riqueza específica	35	37	34	36	45	35	42	41	12	15	27	29	67

Tabela 2.

Contribuição para a similaridade entre réplicas									
		Eucalipto		Fragmento		Mata			
Contribuição total (%)		76.0		57.0		48.0			
Contribuição individual e acumulada das espécies (%)	<i>Ypthimoides sp</i>	27.5	27.5	<i>Myscelia orsis</i>	17.1	17.1	<i>Catonephele acontius</i>	20.7	20.7
	<i>P. pharella</i>	19.2	46.7	<i>Hamadryas epinome</i>	9.5	26.7	<i>Colobura dirce</i>	18.0	38.7
	<i>Taygetis virgilia</i>	12.6	59.3	<i>Taygetis virgilia</i>	7.7	34.3	<i>Myscelia orsis</i>	16.9	55.6
	<i>P. poltys</i>	7.6	66.8	<i>Hamadryas arinome</i>	7.5	41.8	<i>P. euptychidia</i>	13.4	69
	<i>P. interjecta</i>	6.7	73.5	<i>Catonephele acontius</i>	6.1	47.9	<i>Morpho helenor</i>	5.1	74.1
	<i>Y. renata</i>	5.7	79.2	<i>P. pharella</i>	5.0	53.0	<i>H. amphinome</i>	5.1	79.2
	<i>Hamadryas epinome</i>	3.8	83.0	<i>H. amphinome</i>	4.5	57.5	<i>Taygetis virgilia</i>	5.1	84.3
	<i>Colobura dirce</i>	3.3	86.3	<i>Colobura dirce</i>	4.2	61.7	<i>Archeuptychia cluena</i>	4.2	88.5
	<i>H. amphinome</i>	3.3	89.5	<i>Hamadryas chloe</i>	3.4	65.1	<i>Hamadryas arinome</i>	3.4	91.9
	<i>H. hermes</i>	1.9	91.4	<i>P. interjecta</i>	3.2	68.3			
Contribuição exclusiva para uma unidade amostral (%)	<i>P. euptychidia</i>	13.39		<i>Erichthodes erichtho</i>	5.1		<i>H. hermes</i>	7.6	
				<i>Taygetis laches</i>			<i>Y. renata</i>		
				<i>Cissia terrestris</i>					

Tabela 3.

Contribuição para a dissimilaridade entre as unidades da paisagem									
		Eucalipto x Mata		Fragmento x Mata		Eucalipto x Fragmento			
Contribuição total (%)		81.8		56.2		65.4			
Contribuição individual e acumulada das espécies (%)	<i>Ypthimoides sp</i>	14.1	14.1	<i>Catonephele acontius</i>	8.1	8.1	<i>Ypthimoides sp</i>	16.1	16.1
	<i>P. pharella</i>	12.1	26.2	<i>P. euptychidia</i>	8.0	16.1	<i>P. pharella</i>	11.3	27.4
	<i>Catonephele acontius</i>	8.4	34.6	<i>Colobura dirce</i>	7.5	23.5	<i>Myscelia orsis</i>	9.0	36.4
	<i>Myscelia orsis</i>	8.0	42.6	<i>Hamadryas epinome</i>	6.9	30.5	<i>P. poltys</i>	5.6	42
	<i>P. euptychidia</i>	6.4	48.9	<i>Myscelia orsis</i>	6.4	36.9	<i>Taygetis virgilia</i>	4.8	46.8
	<i>Colobura dirce</i>	5.6	54.5	<i>P. pharella</i>	5.3	42.2	<i>Hamadryas epinome</i>	4.1	50.9
	<i>Parythimoides poltys</i>	4.7	59.2	<i>Taygetis virgilia</i>	4.5	46.6	<i>Catonephele acontius</i>	4.0	54.9
	<i>Taygetis virgilia</i>	4.5	63.7	<i>A. demphoon</i>	3.6	50.2	<i>P. interjecta</i>	3.8	58.7
	<i>P. interjecta</i>	4.3	68.1	<i>Hamadryas arinome</i>	3.1	53.3	<i>Hamadryas arinome</i>	3.5	62.2
	<i>Y renata</i>	2.9	70.9	<i>Hamadryas chloe</i>	2.9	56.2	<i>Colobura dirce</i>	3.1	65.3

Tabela 4.

ÁREAS	Umidade relativa (%)	Temp. (°C)	Luminosidade (LUX)	Densidade herbácea	Perímetro tronco	Densidade (5-10)	Densidade (10-15)	Densidade (15-20)	Densidade (20-25)	Densidade (+25)	Distância árvores
E1	72.4	29.7	29897.5	2.26	1.00	0.89	0.39	0.22	0.28	1.00	2.12
E2	69.5	29.3	31691.9	1.46	1.00	1.00	0.28	0.11	0.33	0.72	2.37
E3	69.8	29.9	27897.4	1.75	1.03	0.89	0.44	0.50	0.33	1.00	2.86
E4	68.3	29.9	35986.8	1.65	1.08	1.00	0.61	0.39	0.56	0.94	2.21
F1	71.8	28.9	8121.6	1.72	1.22	3.39	2.94	1.28	0.56	0.33	1.55
F2	68.1	29.6	14324.4	2.07	1.18	3.72	3.22	1.89	1.56	1.00	1.75
F3	71.4	29.2	6470.4	1.94	1.72	3.78	2.78	3.11	2.67	2.11	1.75
F4	71.4	29.3	15427.5	2.25	1.67	3.56	3.00	1.17	1.17	0.72	2.06
M1	76.7	27.1	4860.0	2.03	1.57	3.69	3.33	3.00	5.14	2.89	1.72
M2	77.3	27.4	6007.2	1.80	1.24	3.64	3.47	3.19	2.89	2.69	1.89
M3	80.5	27.9	4620.7	1.83	1.52	3.94	3.89	3.61	3.05	3.44	1.56
M4	84.1	27.3	3378.0	2.05	1.38	3.56	3.39	3.22	3.17	3.11	1.60

Tabela 5.

PCs	Autovalores	% Variação	% Variação Cumulativa
1	7,813	71,03	71,030
2	1,302	11,832	82,862
3	0,815	7,407	90,269
4	0,507	4,606	94,874
5	0,22	2,003	96,878
6	0,175	1,589	98,467
7	0,119	1,086	99,553
8	0,038	0,347	99,900
9	0,006	0,056	99,957
10	0,005	0,041	99,998

Tabela 6.

VARIÁVEIS	AUTOVALORES					
	1	2	3	4	5	6
Umidade	-0.2818	-0.3918	0.2518	-0.3612	0.4347	-0.0828
Temperatura	0.3041	0.3735	-0.0125	0.1641	-0.1858	-0.4833
Luz	0.3476	0.0755	0.116	0.1089	-0.1223	0.0098
Densidade herbácea	-0.1325	0.4877	0.7934	-0.2596	-0.1251	0.1034
Perímetro de tronco	-0.2795	0.3263	0.0486	0.5311	0.6481	-0.2598
Densidade (5-10)	-0.3225	0.2993	-0.2475	-0.0011	-0.0494	0.2727
Densidade (10-15)	-0.3283	0.2562	-0.2101	-0.0639	-0.0965	0.3230
Densidade (15-20)	-0.3467	0.0097	-0.0867	0.1628	-0.3149	0.0068
Densidade (20-25)	-0.3374	-0.0918	0.0764	0.3149	-0.2869	0.0596
Densidade (+ 25)	-0.2827	-0.3989	0.2986	0.298	-0.3435	-0.3432
Distância árvores	0.2928	-0.1850	0.2886	0.5126	0.1208	0.6174

Tabela 7.

Grupo taxonômico	1ª Melhor variável	R	2ª Melhor variável	R	Melhor combinação	R
Comunidade em geral	d_f(15-20)	0,782	luminosidade	0,761	Umidade, temperatura, d_f(5-10), d_f(10-15), d_f(20-25)	0,870
Biblidinae	luminosidade	0,696	d_f(5-10)	0,687	Temperatura, perímetro do tronco, d_f(10-15), d_f(20-25)	0,842
Brassolinae - Morphinae	luminosidade	0,734	d_f(5-10)	0,721	Temperatura, d_f(5-10), d_f(20-25), d_f(+ 25), distância entre árvores	0,863
Charaxinae	luminosidade	0,380	d_f(10-15)	0,330	Temperatura, perímetro do tronco, d_f (10-15), d_f(20-25)	0,430
Nymphalinae	d_f(+ 25)	0,339	d_f(20-25)	0,331	Umidade, d_f(20-25), d_f(+ 25)	0,365
Satyrinae	luminosidade	0,348	temperatura	0,596	Temperatura, luminosidade, perímetro do tronco, d_f(5-10), d_f(20-25), d_f(+ 25)	0,709

8.0 Figuras

Figura 1. Localização da área de estudo e disposição das unidades amostrais área da Empresa Veracel Celulose. As áreas mais claras correspondem às plantações de eucalipto. A grande área escura à direita corresponde à RPPN Veracruz. As letras numeradas correspondem às réplicas amostrais de cada elemento da paisagem. E= eucalipto, F = fragmento, M = mata de referência.

Figura 2. Distribuição da riqueza específica, exclusividade de espécies e sobreposição de espécies de borboletas entre os diferentes elementos da paisagem no extremo sul da Bahia: Eucalipto (E), Fragmento (F) e Mata de referência (M). As barras escuras indicam o número total de espécies encontradas em cada elemento da paisagem. As barras claras indicam o número de espécies encontradas exclusivamente nas categorias analisadas. As barras claras sobre as barras escuras indicam as espécies exclusivas do elemento, ao passo que as barras claras isoladas mostram o número de espécies exclusivas nas combinações indicadas.

Figura 3. Substituição temporal (%) de espécies de borboletas frugívoras entre três elementos da paisagem.

Figura 4. Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) baseado (a) na matriz de composição de espécies (riqueza e abundância relativa) e (b) na matriz de presença e ausência entre os elementos da paisagem e suas réplicas.

Figura 5. Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) mostrando a distribuição das espécies de borboletas frugívoras ao longo do gradiente de perturbação da paisagem em estudo.

Figura 6. Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis de microhabitat e microclima nas doze unidades amostrais.

Figura 1.



Figura 2.

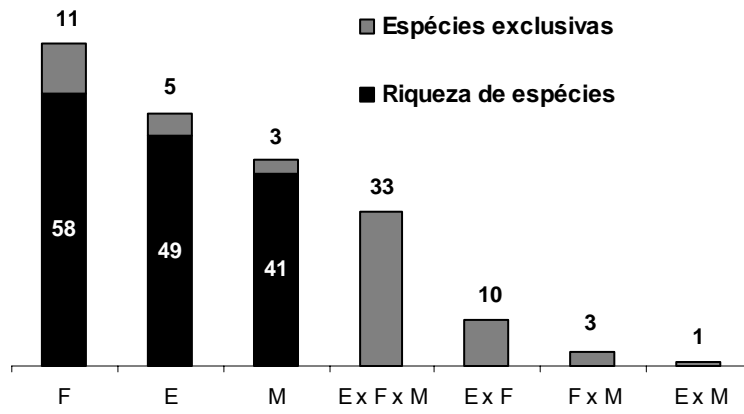


Figura 3.

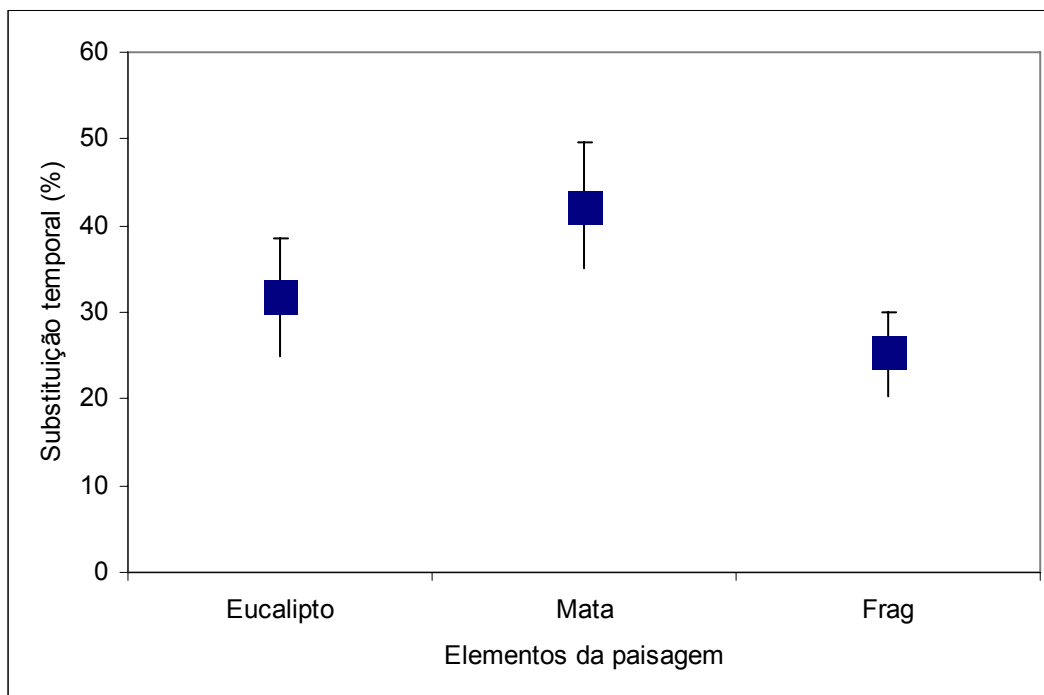


Figura 4.

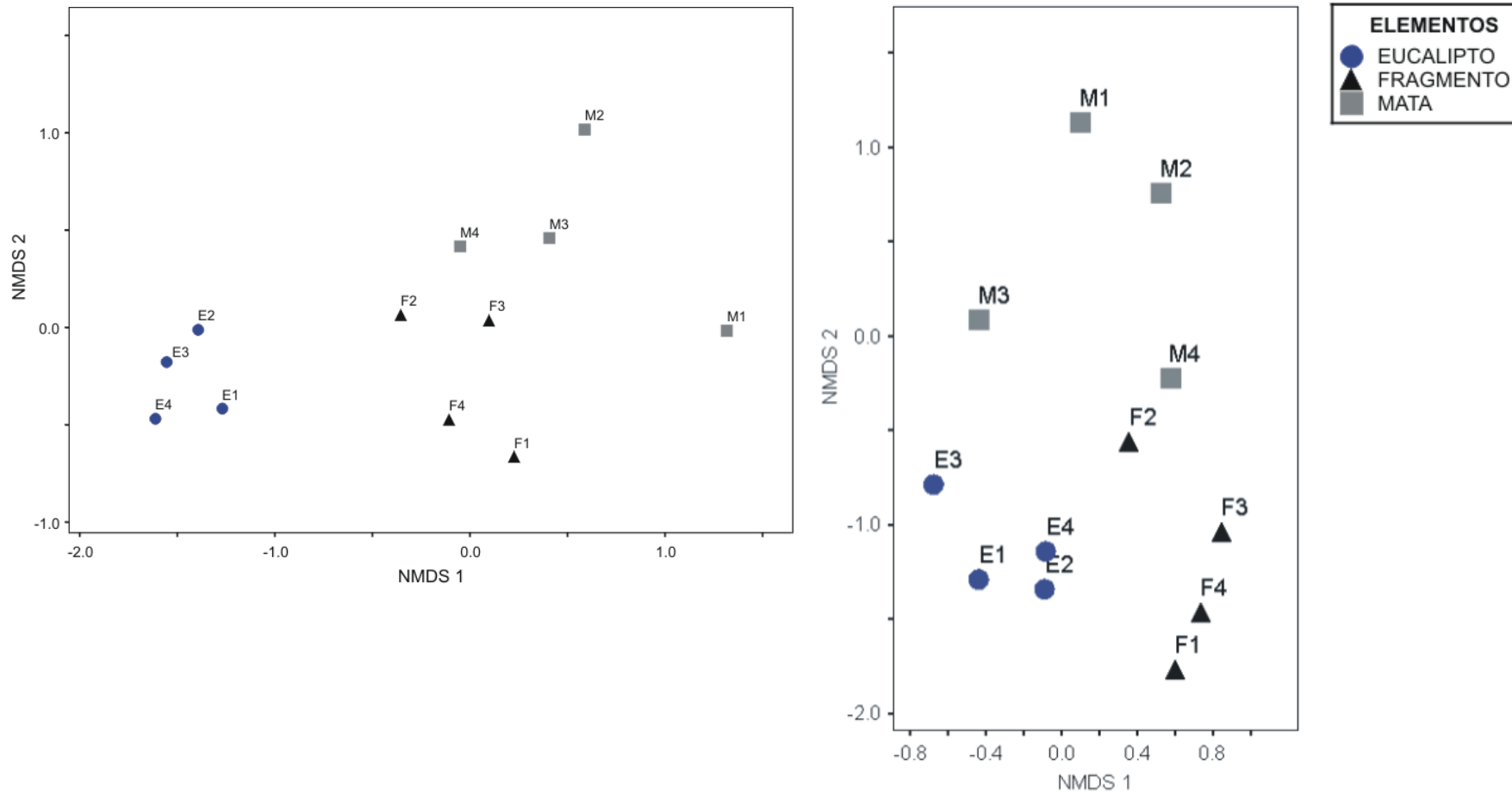


Figura 5.

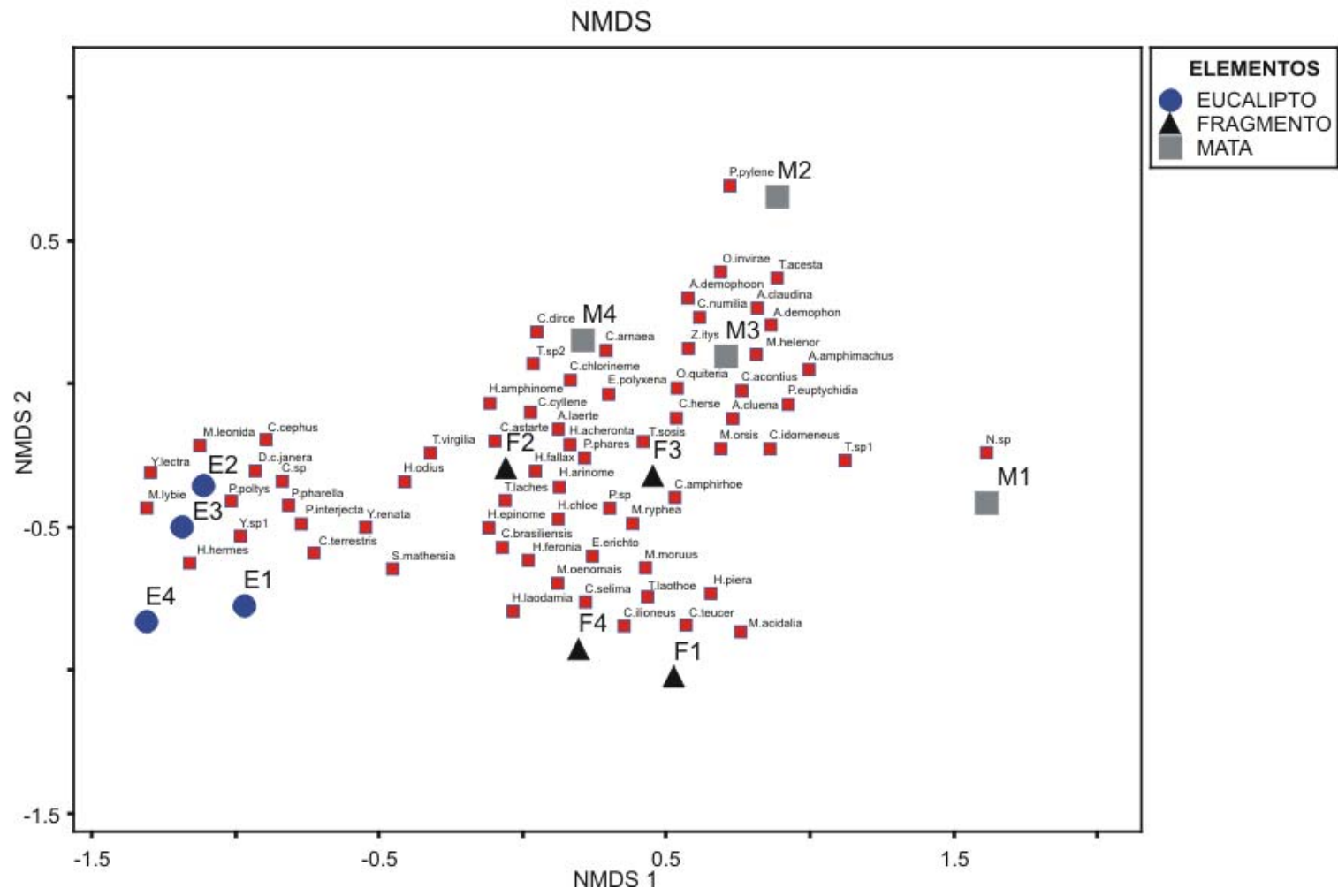
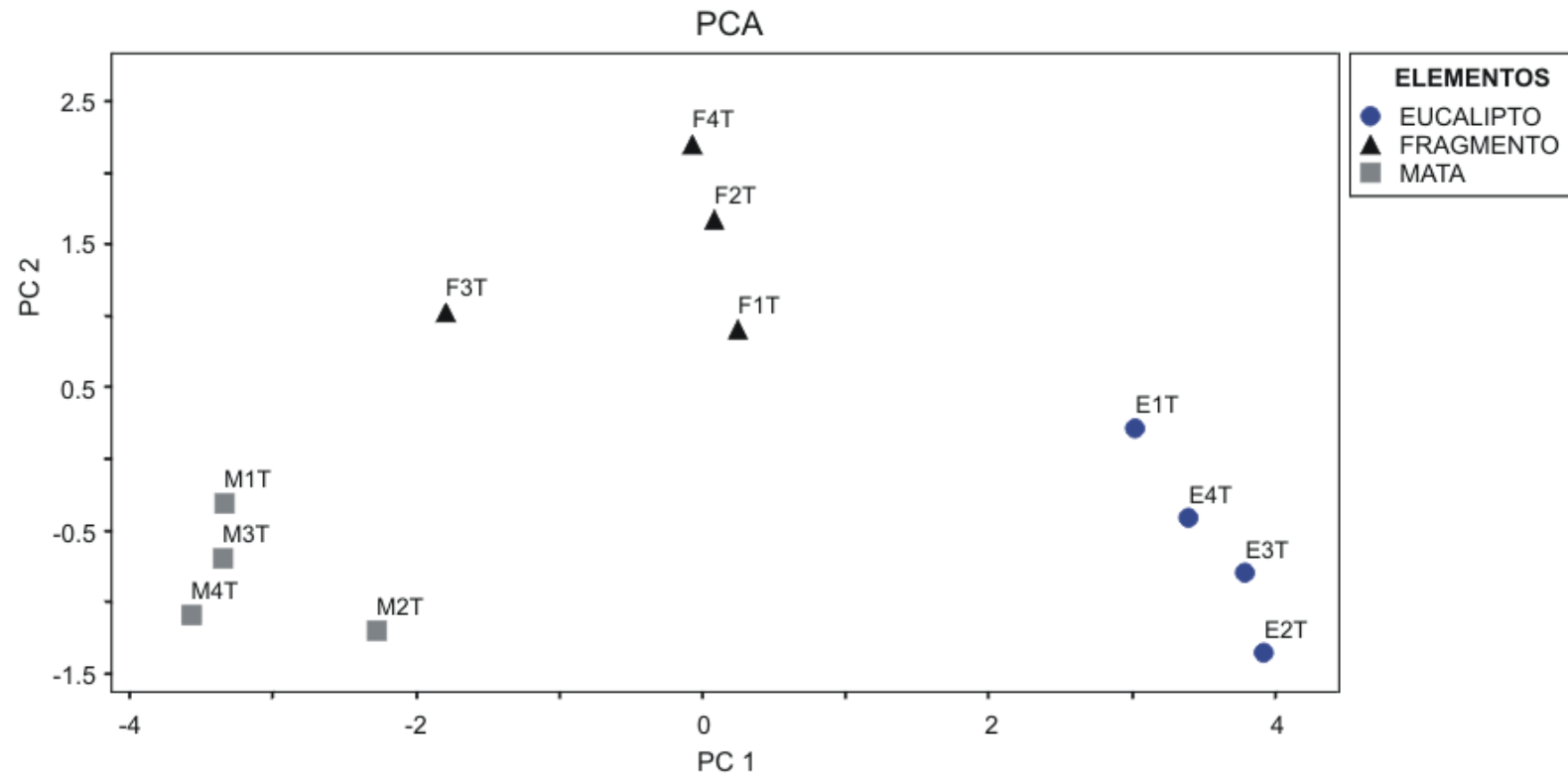


Figura 6.



9.0 Anexo – guia para autores da revista *Biological Conservation*

Guide for Authors

Please read all information carefully and follow the instructions in detail when preparing your manuscript.

Manuscripts that are not prepared according to our guidelines will be sent back to authors without review. A checklist for manuscript submission can be found at the end of the Guide for Authors.

Biological Conservation encourages the submission of high-quality manuscripts that advance the science and practice of conservation, or which demonstrate the application of conservation principles for natural resource management and policy. Given the broad international readership of the journal, published articles should have global relevance in terms of the topics or issues addressed, and thus demonstrate applications for conservation or resource management beyond the specific system or species studied.

Types of Contributions

1. Full length articles (Research papers)

Research papers report the results of original research. The material must not have been previously published elsewhere. Full length articles are usually up to 8,000 words.

2. Review articles

Reviews should address topics or issues of current interest. They may be submitted or invited. Review articles are usually up to 12,000 words.

3. Systematic reviews

Systematic review is a methodology used to summarize, appraise and communicate the results and implications of a large quantity of research and information. Although the manuscript should report the main outcomes of the systematic review, it is expected that the full review and associated data will be made available online. The length of a systematic review should not exceed 8,000 words.

For a more elaborate explanation of systematic reviews, please check the following link: <http://www.cebc.bangor.ac.uk/introSR.php>. Authors who intend to write a systematic review are kindly asked to contact editor Andrew Pullin first.

4. Short communications

Short communications are meant to highlight important research that is novel or represents highly significant preliminary findings, and should be less than 4,000 words.

5. Book Reviews

Book reviews will be included in the journal on a range of relevant titles that are not more than two years old. These are usually less than 2,000 words.

6. Letters to the Editor. Letters to the editor are written in response to a recent article appearing in the journal. Letters should be fewer than 1,600 words.

Editorial Process

Publishing space in the journal is limited, such that many manuscripts must be rejected. To expedite the processing of manuscripts, the journal has adopted a two-tier review process. During the first stage of review, the handling editor evaluates the manuscript for appropriateness and scientific content, taking advice where appropriate from members of the editorial board. Criteria for rejection at this stage include:

- **Manuscript lacks a strong conservation focus or theme, or management implications not well-developed.** Please note that research on a rare or endangered species or ecosystem is not sufficient justification to merit publication in *Biological Conservation*. Published research must also advance the science and practice of conservation biology, and thus have broader application for a wide international audience.
- **Manuscript subject matter more appropriate for another journal.** Natural history or biodiversity surveys, including site descriptions, are usually better suited for other outlets, such as a regional or taxon-specific journal. Similarly, manuscripts with a primarily behavioral, genetic or ecological focus are more appropriate for journals in those fields. For example, studies reporting on disturbance effects, species interactions (e.g., predator-prey, competitive, or pollinator-host plant interactions), species-habitat relationships, descriptive genetics (e.g., assays of genetic variation within or between populations), or behavioral responses to disturbance will be referred elsewhere if they lack a clear conservation message. Authors are advised to contact an Editor prior to submission if there are any questions regarding the appropriateness of a manuscript for the journal.
- **Study primarily of local or regional interest.** *Biological Conservation* is international in scope, and thus research published in the journal should have global relevance, in terms of the topics or issues addressed.
- **Study poorly designed or executed.** Research lacks spatial or temporal replication, has insufficient sample sizes, or inadequate data analysis. Such obvious indications of poor-quality science will be cause for immediate rejection.
- **Manuscript poorly written.** Poor writing interferes with the effective communication of science. Authors for whom English is not the first language are advised to consult with a technical language editor before submission.
- **Conservation research ethics violated.** Research was unnecessarily destructive, was conducted for the express purpose of causing harm/mortality (e.g., simulation of treatment or disturbance effects on survivorship), or violated ethics in the treatment and handling of animals. Where appropriate, authors must provide a statement and supporting documentation that research was approved by the authors' institutional animal care and use committee(s).

Manuscripts that pass this first stage of editorial review are then subjected to a second stage of formal peer review. This involves evaluation of the manuscript by at least two specialists within the field of study, which may include one or more members of the editorial board. Beyond a critical assessment of the scientific content and overall presentation, referees are asked to evaluate the originality, likely impact and global relevance of the research. Referees make a recommendation to the handling editor, but note that it is ultimately the decision of the handling editor as to whether a manuscript is accepted for publication in *Biological Conservation*.

Editor-in-Chief

Professor Rob H. Marris
Applied Vegetation Dynamics Laboratory
School of Biological Sciences
Liverpool, UK L69 7ZB
Phone: 44 (0) 151 795 5172
Fax: 44 (0) 151 795 5171
Email: calluna@liv.ac.uk

Editors

Dr. Richard Corlett
Department of Ecology and Biodiversity, The University of Hong Kong,
Pokfulam Road, Hong Kong, China, Email: corlett@hkucc.hku.hk

Dr. Andrew B. Gill
Department of Natural Resources, School of Applied Sciences, Building 37,
Cranfield University, Cranfield, UK MK43 0AL, Phone: 44 (0)1234 750111
x2711, Email: a.b.gill@cranfield.ac.uk

Dr. Jean-Paul Metzger
Universidade de Sao Paulo, Dep. de Ecologia, Inst. de Biociencias, Rua do
Matao, 321, travessa 14, 05508-900 Sao Paulo, Brazil, Email: jpm@ib.usp.br

Dr. Richard B. Primack
Biology Department, Boston University, 5 Cummington Street, Boston, MA
02215, USA, Phone: 1-617-353-2454, Email: primack@bu.edu

Dr. Andrew S. Pullin
Centre for Evidence-Based Conservation, School of Environment and Natural,
Resources, University of Wales, Bangor Bangor, Gwynedd UK LL57 2UW,
Phone: 01248382289, Email: a.s.pullin@bangor.ac.uk

Dr. Navjot S. Sodhi
National University of Singapore, Department of Biological Sciences, 14
Science Drive 2, 117543, Singapore Phone: 65 6516 2700, Email:
dbsns@nus.edu.sg

Dr. Kimberly A. With
Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, KS 66506 USA, Phone:
1-785-532-5040, Email: kwith@ksu.edu

Book Review Editor

Dr. Barry Meatyard
University of Warwick, Coventry, UK, Email: barry.meatyard@warwick.ac.uk

Manuscript submission

Biological Conservation uses an online, electronic submission system. By accessing the website <http://ees.elsevier.com/bioc> you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. When submitting a manuscript to Elsevier Editorial System (EES), authors need to provide an electronic version of their manuscript. For this purpose, original source files, not PDF files, are preferred. The author should specify a category designation for the manuscript (full length article, review article, short communications, letters, book reviews), choose a set of classifications from the prescribed list provided online, and select a preferred editor. Choice of editor cannot be guaranteed, as allocation depends on editor's workload and availability.

a) Original work

Submission of an article implies that it is original research that is not being considered simultaneously for publication elsewhere. Submission of multi-authored manuscripts must be with the consent of all the participating authors.

b) Cover letter

Submission of a manuscript must be accompanied by a cover letter that includes the following statements or acknowledgements:

- The work is all original research carried out by the authors.
- All authors agree with the contents of the manuscript and its submission to the journal.
- No part of the research has been published in any form elsewhere, unless it is fully acknowledged in the manuscript.
- The manuscript is not being considered for publication elsewhere while it is being considered for publication in this journal.
- Any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript.
- All sources of funding are acknowledged in the manuscript, and authors have declared any direct financial benefits that could result from publication
- All appropriate ethics and other approvals were obtained for the research. Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee. Manuscripts may be rejected if they involve protocols which are inconsistent with commonly accepted norms of animal research.

c) Confirmation of submission

After the editorial office has received your submission, you will receive a confirmation, and information about the further proceeding. The handling editor will carry out a light review and decide whether a paper falls within the scope of the journal and is of sufficient standard to be sent for independent peer-review. Any manuscript not being sent for independent peer-review will be returned to the author(s) as soon as possible.

d) Conflicts of Interest

To allow scientists, the public, and policy makers to make more informed judgements about published research, **Biological Conservation** adopts a strong policy on conflicts of interest and disclosure. Authors should acknowledge all sources of funding and any direct financial benefits that could result from publication. Editors likewise require reviewers to disclose current or recent association with authors and other special interest in this work.

e) Potential reviewers

Authors are at liberty to suggest the names of up to three potential reviewers (with full contact details). Potential reviewers should not include anyone with whom the authors have collaborated during the research being submitted.

III. Setting up and formatting your manuscript

1. General information

Set up your document one-sided, using double spacing and wide (3 cm) margins. Use continuous line numbering throughout the document. Avoid full justification, i.e., do not use a constant right-hand margin. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Number every page of the manuscript, including the title page, references tables, etc. Present tables and figure legends on separate pages at the end of the manuscript. Layout and conventions must conform with those given in this guide to authors. **Journal style has changed over time so do not use old issues as a guide.** Number all pages consecutively. Italics are not to be used for expressions of Latin origin, for example, *in vivo*, *et al.*, *per se*. Use decimal points (not commas); use a space for thousands (10 000 and above).

2. Title pages and mentioning of authors' names

Set up two title pages for your manuscript. The first title page contains all authors' contact information and the title of the manuscript. The first title page may be separated from the manuscript for the review process. The second title page contains the title of the manuscript, as well as abstract and keywords (see sections IV.1 and IV.2 for further details). Please do not state authors' names anywhere else in your manuscript, nor in the figure captions. An exception is the quotation of own work.

3. Preparation of illustrations

We urge you to visit the Elsevier Electronic Artwork Guide at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

4. Language

Please assure your manuscript is written in excellent English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors whose first language is not English are encouraged to have the paper edited by a native English speaker prior to submission. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/wps/find/authorhome.authors/languagepolishing> or contact authorsupport@elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions http://www.elsevier.com/wps/find/termsconditions.cws_home/termsconditions.

IV. Structure of the manuscript

1. First title page

a) Title of manuscript

State the title of the manuscript. The title should be concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

b) Author(s) names and affiliation(s)

State the authors' first and family names (put family name in capitals) and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names and only in English. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and also in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and e-mail address of each author.

Once a manuscript is submitted, authorship cannot be changed. In case a change in authorship is requested, the manuscript must be withdrawn and be resubmitted as new submission.

c) Corresponding author

Clearly indicate who is the corresponding author, willing to handle correspondence at all stages of reviewing and publication, also post-publication. Ensure the corresponding author's telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete

postal address.

d) Present address

If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

2. Second title page

a) Title

State again the title of the manuscript.

b) Abstract

Provide a concise and factual abstract (maximum length of 250 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the methods, the principal results, major points of discussion, and conclusions. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone. References should therefore be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Non-standard or uncommon abbreviations should be avoided.

c) Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Avoid the use of entire phrases as keywords and do not repeat words that were already used in the title. Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

3. Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background to the international context in which the research is carried out.

4. Materials and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

5. Results

Provide your main results in a concise manner. Avoid overlap between figures, tables, and text.

6. Discussions and Conclusions

Indicate significant contributions of your findings, their limitations, advantages and possible applications. Discuss your own results in the light of other international research and draw out the conservation implications.

7. Acknowledgements

Place acknowledgements as a separate section after the discussion and before the references. Include information on grants received and all appropriate ethics and other approvals obtained for the research.

8. Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: (Eq. A.1), (Eq. A.2), etc.; in a subsequent appendix, (Eq. B.1) and so forth.

9. References

Assertions made in the paper that are not supported by your research must be justified by appropriate references. Follow the journal format for references precisely (see section V. below for more detailed information). Ensure all references cited in the text are in the reference list (and vice versa).

10. Captions, tables, and figures

Present these, in this order, at the end of the manuscript. They are described in more detail below (see section VI.). High-resolution graphics files must always be provided separate from the main text file in the final version accepted for publication.

Colour diagrams can be printed (see below).

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions on a separate page, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration or table. Keep text in the illustrations and tables themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

11. Footnotes

Footnotes should not be used.

12. Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI) for all scientific and laboratory data. If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

Common names must be in lower-case except proper nouns. All common names must be followed by a scientific name in parentheses in italics. For example, bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). Where scientific names are used in preference to common names they should be in italics and the genus should be reduced to the first letter after the first mention. For example, the first mention is given as *Tursiops aduncus* and subsequent mentions are given as *T. aduncus*.

13. Preparation of supplementary data

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, large tables, background datasets, sound clips, stellar diagrams and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data are provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit <http://www.elsevier.com>. Supplementary data must be supplied at submission so that it can be refereed.

V. Referencing

1. Citations in the text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications should not be in the reference list, but may be mentioned in the text. Conference proceedings, abstracts and grey literature (research reports and limited circulation documents) are not acceptable citations. Citation of a reference as 'in press' means that the item has been accepted for publication.

2. Citing and listing of web references

As a minimum, the full URL and last access date should be given. Any further information, if known (author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

3. Citing in the text

Citations in the text should be:

Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity), the year of publication;

Two authors: both authors' names, the year of publication; use 'and' between names not '&'. Three or more authors: first author's name followed by et al., the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be given chronologically with the earliest first and if several from the same year then they should be given alphabetically. If there are several from the same author in the same year then they are given as author, yeara, b (eg 1996a,b] (not yeara, yearb)

Examples: "as demonstrated (Allan and Jones, 1995; Smith et al., 1995; Woodbridge, 1995; Allan, 1996a, b, 1999). Kramer et al. (2000) have recently shown"

4. List of references

References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication. You may use the DOI (Digital Object Identifier) and the full journal reference to cite articles in press. The format for listing references is given below and must be followed precisely.

Examples:

Reference to a journal publication. Give the journal title in full:

Moseby, K.E., Read, J.L., 2006. The efficacy of feral cat, fox and rabbit exclusion fence designs for threatened species protection. *Biological Conservation* 127, 429-437.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, 3rd edn. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281-304.

5. Digital Object Identifier (DOI):

In addition to regular bibliographic information, the digital object identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal Physics Letters B):
doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

NB: Please give as much bibliographic information as possible with the DOI. Please give the name(s) of the author(s), title of the paper, journal name and if possible year of publication.

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

VI. Manuscript handling after acceptance

1. Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided.

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has pre-printed forms for use by authors in these cases: contact ES Global Rights Department, P.O. Box 800, Oxford, OX5 1DX, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: permissions@elsevier.com

2. Costs for colour prints

a) Colour illustrations in print

Colour illustrations in print will be charged to the author. Illustration costs are EURO 350 for every first page. All subsequent pages cost EURO 175.

b) Colour illustrations on the web (ScienceDirect)

Colour illustrations in the web (ScienceDirect) are free of charge. If you want a colour illustration on the web and the same illustration in black and white in the print version of the journal, please note that you will then have to submit two different illustration files, one colour and one black and white version.

3. Proofs

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'.

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing and should be returned within 2 days of receipt, preferably by email. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Any amendments may be charged to the author. Proofreading is solely the author's responsibility.

Should you choose to mail your corrections, please return them to: Log-in Department, Elsevier, Stover Court, Bampfylde Street, Exeter, Devon EX1 2AH, UK.

A form with queries from the copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required. The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within 2 days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

4. Tracking your article

Authors can keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature, which can be obtained at: <http://www.elsevier.com/>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication.

5. Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

IX. Submission Checklist

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present for submission:

- One author designated as corresponding author.
- Full contact addresses of all author(s).
- Covering letter stating that the manuscript is original work, that it is not being submitted elsewhere, that all authors agree with the content and to the submission, any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript and where necessary all appropriate ethics and other approvals were obtained for the research.
- The names and contacts of three potential reviewers are provided.
- The manuscript is one-sided, double spaced, page numbered and line-numbered throughout.
- The name and address of the author(s) is only stated on the first title page and nowhere else in the manuscript, except for quoting own work.
- The second title page contains the title, abstract and keywords.
- All tables (including title, description and caption) are included.
- All illustrations (including title, description and caption) are included.
- Manuscript has been "spellchecked", and checked by someone fluent in English who understands the subject material of the manuscript.
- References are in the correct format for the journal (see above).
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- All tables and figures have been referred to in the text.
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)

For any further information please contact the Author Support Department at authorsupport@elsevier.com  <http://www.elsevier.com/>