



Centro universitário de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde

Côrte em Lepidopteras e Fragmentação de Habitat

Ana Carolina Ferreira dos Reis

Brasília – 2003

Centro Universitário de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Bacharelado em Ciências Biológicas

Côrte em Lepidopteras e Fragmentação de Habitat

Ana Carolina Ferreira dos Reis

Monografia apresentada como requisito para
a conclusão do curso de Biologia do Centro
Universitário de Brasília.

Orientação: Prof. Arthur Brant (UniCEUB)

Brasília – 2^o semestre/2003

Dedico essa monografia a meu pai que sempre foi um exemplo de perseverança, honestidade e sabedoria, pois mesmo não estando mais entre nós ainda se faz presente em todas as conquistas de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora por terem atendido as minhas preces e eu ter conseguido terminar essa monografia.

Ao meu orientador Prof. Msc. Arthur Brant pela ajuda e dedicação demonstradas nesse período, sempre atencioso e disposto a me ajudar, mesmo quando não tinha tempo.

À minha mãe Clélia e minhas irmãs Ana Clarissa e Ana Cristina pelo amor, apoio e ajuda dados em tudo que estava ao alcance delas.

Ao Giuliano pela paciência e amor, sempre me ajudando e me apoiando em todas os momentos da minha graduação e de forma especial nesse, tendo sempre um sorriso e uma palavra amiga para dizer nas mais inusitadas situações, além de todas as impressões e traduções de texto que realizou para mim.

A todos os meus professores que contribuíram de forma significativa para a minha formação acadêmica.

Aos meus colegas que caminharam junto comigo durante esses quatro anos, em especial à Juciara pelo auxílio na busca de bibliografia para a realização dessa monografia.

Ao Dr. Onildo João Marini Filho pelas imensas contribuições prestadas ao meu trabalho.

Ao Prof. Carlos Eduardo Pinheiro pela ajuda na busca bibliográfica e pelas discussões que tanto vieram a melhorar essa monografia.

À Tina e à Manu pela tradução de alguns textos.

À todos os meus amigos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma durante essa etapa da minha vida.

Sumário

1. Introdução.....	7
1.1. Corte em lepidópteras	7
1.2. Fragmentação de habitat	9
1.3. Objetivos	10
2. Comportamento de corte em borboletas e mariposas	11
3. Efeitos da fragmentação de habitat sobre a diversidade biológica	13
4. Conseqüências gerais da fragmentação para lepidópteras	16
5. Interferência da fragmentação no comportamento de corte em lepidópteras.....	18
6. Conclusão	20
7. Referências Bibliográficas.....	21

Resumo

A maioria dos animais realiza o comportamento de cômte como uma das etapas que antecedem a reprodução. O macho corteja a fêmea a fim de se reproduzir. Ela, por sua vez, escolhe o macho que se mostrar mais adaptado ao meio ambiente. Em lepidópteras esse comportamento se diferencia devido aos obstáculos ambientais presentes como a distância, além do pequeno ciclo de vida e curto período reprodutivo. A fragmentação de habitat é um evento que vem ocorrendo de maneira acentuada nos últimos tempos, devido a várias ações antrópicas. Fragmentar consiste em dividir um habitat em pequenos fragmentos separados por uma matriz. Essa situação traz várias conseqüências a biodiversidade do local, diminuindo-a. Para as lepidópteras a fragmentação reduz o número de espécies especialista, diminui o potencial de dispersão de algumas espécies, altera a estrutura da comunidade local, bem como diminui a variabilidade genética, sendo necessária a formação de metapopulações para sobrevivência dessa ordem em ambientes fragmentados. Assim foi constatada uma certa interferência da fragmentação no comportamento de cômte devido a mudanças na densidade demográfica e na razão de machos e fêmeas da metapopulação, bem como modificações em marcos na paisagem, que atuam como ponto de encontro para a realização da cômte entre os parceiros, sendo necessária uma política de manejo e conservação pautada na dinâmica de metapopulações, com o intuito de tentar diminuir a crescente perda de diversidade que vem ocorrendo.

Palavras-chaves: lepidópteras, fragmentação, cômte, habitat, metapopulação.

1. Introdução

A reprodução de muitos organismos na natureza, é antecipada por uma série de etapas que visam o reconhecimento da espécie e/ou do grau de maturidade sexual. Às etapas da reprodução pode-se citar o comportamento de cômte. Esse comportamento está presente em vários grupos de animais, nos quais, na maioria dos casos, os machos se exibem para as fêmeas. Para isso, eles demonstram características que os façam parecer que possuem genes melhores que os dos outros indivíduos, convencendo a fêmea de que se ela optar por ele, a sua prole terá mais chances de sobreviver. Esse tipo de evento é comumente conhecido como Seleção Sexual.

A fêmea escolhe o melhor macho, pois para ela, a reprodução requer um maior gasto energético. Em alguns grupos de vertebrados, como entre os mamíferos, o gasto energético da fêmea para a reprodução é especialmente elevado, principalmente quando consideramos animais que possuem cuidado parental. Um exemplo bem documentado de Seleção Sexual é decorrente dentre os alces (*Megalocerus hibernicus*), pois as fêmeas, na escolha de seu parceiro para reprodução, levarão em consideração o tamanho do chifre do macho, bem como o sucesso deles em batalhas, que geralmente são travadas para a conquista da fêmea e manutenção da hierarquia do grupo. Com o macho vencedor da batalha e/ou que possuir o maior chifre ela irá se reproduzir, na tentativa de passar os melhores genes para sua prole.

1.1. Cômte em Lepidopteras

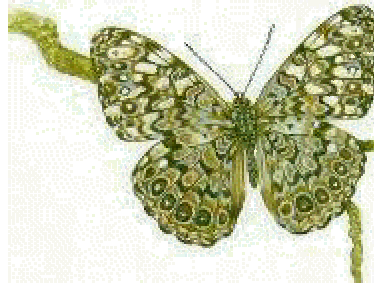
Insetos da ordem Lepidoptera (borboletas e mariposas) possuem um comportamento diferenciado, a respeito do acasalamento, quando comparados com outros animais. Segundo Sbordoni & Forestieiro (1984) esse comportamento se deve às enormes dificuldades que o ambiente apresenta a esses insetos. Lamy (1997) destaca a distância como um obstáculo, extremamente importante, que deve ser vencido para que esses animais consigam se reproduzir. Outra dificuldade encontrada por lepidópteras na tentativa de se reproduzirem, diz

respeito ao curto período reprodutivo que algumas espécies possuem. Para driblar esse problema, algumas espécies de borboletas são poligâmicas, ou seja, os machos acasalam com maior número de fêmeas possíveis a fim de conseguirem transmitir o maior número de gametas possível (Baguette, *et. al.* 1997).

Assim, como na maioria das espécies do reino animal, as lepidópteras utilizam diversas estratégias para atrair seus parceiros e acasalarem. Essas estratégias formam um verdadeiro “balé”, que é conhecido como cômte. Esse comportamento de cômte é utilizado por lepidópteras com a mesma finalidade que é utilizado por outros animais. O macho tenta conquistar a fêmea para garantir sua reprodução, da mesma forma a fêmea escolhe o macho que se encontra melhor adaptado ao meio, a fim de que suas características passem para prole através de seus genes.

Essa cômte possui fases que foram observadas e que se diferenciam quando se trata de borboletas e mariposas (Sbordoni & Forestieiro 1984). O comportamento de cômte também se diferencia entre borboletas pertencentes ao mesmo gênero como um eficiente mecanismo de isolamento reprodutivo interespecífico (Marini-Filho 1996).

Para a realização desse “balé”, lepidópteras podem se comunicar com seus parceiros de diversas formas, utilizando recursos acústicos, visuais, químicos e táteis. Algumas das borboletas que são auxiliadas por eventos sonoros na realização do comportamento de cômte, estão descritas como pertencentes à família *Nymphalidae*, gênero *Hamadryas*, popularmente conhecidas como “borboletas estaladeiras”, (figura 1) , pois em algumas de suas espécies, os machos estridulam a asa enquanto perseguem à fêmea (Marini-Filho 1996).



Fonte: Basile 2003.

Figura 1: Borboleta estaladeira.

1.2. Fragmentação de habitat

A natureza, com toda a sua biodiversidade, vem sendo implacavelmente deteriorada nos últimos anos. Um dos grandes responsáveis por essa situação, senão o maior, é o homem e sua necessidade de obter progresso e desenvolvimento. Nessa ânsia dos tempos atuais, paisagens inteiras vêm sendo modificadas, fazendo com que muitas espécies e mesmo comunidades inteiras encontrem-se realmente ameaçadas de extinção, além daquelas que já se encontram extintas.

Dentre as atividades antrópicas, as que mais comprometem a biodiversidade são: destruição, fragmentação e degradação do habitat, bem como a introdução de espécies exóticas e o aumento da ocorrência de doenças devido à proximidade das cidades aos habitats (Primack & Rodrigues 2001).

A fragmentação do habitat é um problema ecológico que vem preocupando muito diversos pesquisadores nos últimos anos. Ela consiste em dividir um habitat em fragmentos menores, geralmente isolados. De uma forma geral, todos os ecossistemas da Terra vêm passando por esse processo, de forma mais intensa, nos últimos anos. Assim, os cientistas, vêm desenvolvendo várias pesquisas com o intuito de verificar o impacto que a fragmentação dos habitats vem causando perante a biodiversidade dos mesmos.

Esse tipo de situação pode ocorrer naturalmente na natureza, pela mudança do clima, por exemplo; mas ultimamente vem ocorrendo por ações humanas, como o desmatamento, a plantação de monoculturas, a construção de estradas, a

construção de cidades, dentre outras atividades (Primack & Rodrigues 2001, Marini-Filho & Martins 2000, Brant 2003). Essa fragmentação ocorre de forma mais intensa em regiões de clima tropical, pois nestas regiões encontra-se uma maior biodiversidade por causa do tipo de clima (Marini-Filho & Martins 2000).

Quando se modifica uma paisagem, se altera profundamente o equilíbrio do ecossistema em questão. Assim, a fragmentação provocada por uma maior destruição de habitats, ocasiona uma redução na biodiversidade, além de causar alterações ambientais e microclimáticas. Traz conseqüências genéticas e demográficas para as populações presentes na paisagem, isolando sítios reprodutivos e de alimentação, o que causa modificações nos níveis tróficos. A fragmentação afeta seres de maior porte ou maior dispersão, que são prejudicados com a redução do habitat (Marini-Filho & Martins 2000). Mas a conseqüência mais séria e preocupante que a fragmentação produz, sem dúvida, é a extinção. Aqui, devemos considerar não só a extinção de espécies, mas também a extinção de genes.

1.3. Objetivos

Neste trabalho, pretendemos encontrar a relação existente entre a fragmentação de habitat e a cômte em lepidópteras, tentando demonstrar, através de revisão da bibliografia adequada, até que ponto esse problema ecológico interfere no comportamento reprodutivo apresentado pelas borboletas e mariposas, de forma a afetar a diversidade desse grupo.

2. Comportamento de cômte em borboletas e mariposas

O comportamento de cômte tem extrema importância para garantir a reprodução de lepidópteras, assim como em outros animais. Assim esse comportamento é específico de acordo com a espécie de animal tratada. Mesmo dentro da mesma classe esse comportamento difere de uma família para outra, de um gênero para outro e assim por diante. Entre as lepidópteras, também há diferenças entre a cômte de borboletas e mariposas, como afirma Sbordon & Forestiero (1984). Eles destacam que a cômte das borboletas é muito mais visual do que olfativa. Diferentemente acontece com as mariposas, nas quais a cômte é muito mais olfativa do que visual, pois é mediada por feromônios.

Existem outros fatores importantes no comportamento de cômte, como a densidade demográfica da área em questão e a razão sexual. Para se obter sucesso na realização da cômte é necessário que haja um equilíbrio do número de machos e fêmeas presentes em uma mesma região. Baguette *et al.* (1997) constataram que em áreas onde o número de machos era maior, as fêmeas, constantemente se sentiam incomodadas, devido a insistência dos machos em corteja-las e migravam para outras localidades. Da mesma forma, machos que residiam em regiões com baixo número de fêmeas tinham que se mover mais afim de encontrar uma fêmea receptiva para a cômte e posterior acasalamento, o que muitas vezes acabava levando-os a migrar dessa área também. Quando o contrário ocorria, ou seja, em uma área com maior ocorrência de fêmeas do que machos, estas permaneciam no local, o que foi igualmente observado em relação aos machos na primeira situação descrita.

Em borboletas, o macho, no período próprio para o acasalamento, começa a realizar vôos característicos, geralmente mais retos, em baixas altitudes e mais lentos, como se realmente estivesse patrulhando a área a procura das fêmeas a serem cortejadas (Baguette *et al.* 1997). Outros machos ficam empoleirados em projeções na mata a espera da fêmea. Quando esta se aproxima, os machos que estavam empoleirados saem em sua perseguição afim de corteja-la (Pinheiro 1991). Alguns machos visitam certas plantas hospedeiras a procura de fêmeas receptivas para o acasalamento. Para muitos pesquisadores, estas plantas são de

vital importância para algumas espécies, tratando-se de um marco na paisagem, onde se pode obter néctar e calor, sendo os locais prováveis de se encontrar fêmeas (van Dick *et al.* 1997, Dennis & Shreeve 1988). Pinheiro (1997) estudando três espécies de borboletas de ocorrência no cerrado brasileiro (*Papilio thoas*, *Battus polydamas* e *Eurytides orthosilaus*) verificou que essas espécies defendiam topos de morros incrustados na paisagem, como sítios de acasalamento. Tratavam-se de marcos na paisagem, pontos de encontro entre machos e fêmeas das respectivas espécies onde era realizado o comportamento de cômte.

Na maioria das situações de cômte, o macho é atraído por um feromônio liberado pela fêmea, que o leva ao encontro de sua possível parceira. Ao chegar próximo dela, esse macho libera um outro feromônio que inibe a secreção do feromônio de atração da fêmea (Lamy 1997). Isso faz com que outros machos não se aproximem, bem como nenhum predador perceba o odor (Sbordoni & Forestieiro 1984). Em uma segunda etapa, as formas tornam-se importantes, pois a orientação visual torna-se preponderante sobre a química. Essa fase é caracterizada por complexos *displays* de vôos que envolvem ambos os sexos.

Se a fêmea estiver receptiva àquele macho ela aceitará a cômte e permitirá o acasalamento, rejeitando outros machos que tentem copular com ela. Se algum macho insistir em corteja-la, esta fugirá, pois se encontra fertilizada e agora irá investir o seu tempo para escolher locais adequados para a oviposição (Baguette *et al.* 1997).

Van Dick *et al.* (1997) constataram que a cor não é um fator determinante, para a realização do comportamento de cômte. Em oposição, Marini-Filho (1996) que observou uma certa importância desse fator na realização do comportamento de cômte. Sbordoni & Forestieiro (1984) perceberam que existe uma pequena atração por vermelho e preto em algumas espécies e Baguette *et al.* (1997) constataram a preferência da borboleta *Procllossiana eunomia* por amarelo e laranja, após inspecionar objetos com as respectivas cores contidos dentro de um fragmento de hábitat.

A temperatura e a luminosidade também são extremamente importantes para a cômte, pois para acasalar os machos, assim como as fêmeas, necessitam de

voar. Durante o vôo a temperatura de ambos abaixa. Por isso, machos que consigam voar por mais tempo, conseguindo atingir temperaturas mais baixas, obtêm maior sucesso na realização da cômte.

Estudando a borboleta *Pararge aegeria*, van Dick *et al.* (1997), perceberam também a importância da luminosidade no processo de cômte desta espécie, pois esses insetos só realizam a cômte e posterior acasalamento em manchas de luz na floresta. Estudos realizados por Marini-Filho (1996), constataram que machos desta espécie de lepidóptera, além de preferirem remendos ou frestas iluminadas para cortejar, defendem, de forma ferrenha, esses locais, de outros machos. Sejam eles da mesma espécie ou não.

Contudo, em mariposas, a emissão de feromônios tem maior importância do que em borboletas. Elas possuem uma grande quantidade de pêlos por onde o feromônio é liberado. Esses pêlos prolongam e intensificam a ação do mesmo. Na cômte, além dos pêlos, que se eriçam, existem bolsas, presentes no abdômen das mariposas macho, que se inflam liberando outros compostos de atração. Desta forma, a cômte nas mariposas é muito mais química do que visual, apesar de algumas mariposas também responderem há estímulos visuais, só que de uma forma menos intensa do que quando comparada com a resposta ao estímulo químico dos feromônios (Sbordoni & Forestieiro, 1984).

3. Efeitos da fragmentação de habitat sobre a diversidade biológica

Conforme Cerqueira *et al.* (no prelo) o conjunto de fatores abióticos, bem como a vegetação e os animais formam o que chamamos de habitat. Esse habitat possui um clima próprio e sua biodiversidade definida, em equilíbrio, o que permite sua existência. Quando submetido a um processo de fragmentação, causado na maioria das vezes pelo crescimento populacional humano, o habitat é prejudicado quanto a sua diversidade biológica (Primack & Rodrigues 2001). Isso ocorre devido aos vários efeitos que a fragmentação proporciona.

Segundo Brant 2003, as unidades menores de habitat formadas depois do processo de fragmentação, são chamadas de fragmentos e possuem condições bem diversas do ambiente criado ao redor de cada fragmento, conhecido como matriz

diversas do ambiente criado ao redor de cada fragmento, conhecido como matriz, conforme indicado na Figura 2.

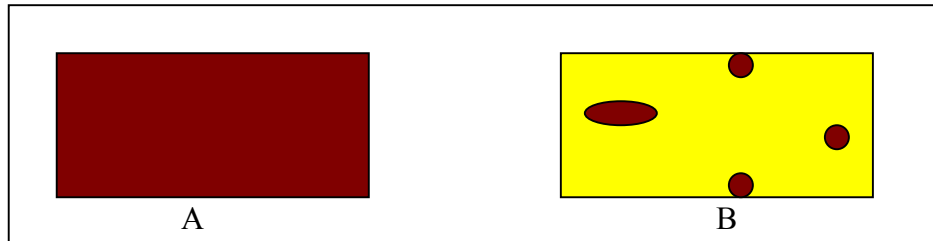


Figura 2: A – Habitat não fragmentado; B – em marrom fragmentos remanescentes de habitat e em amarelo a matriz.

Em um ambiente fragmentado as condições microclimáticas são modificadas. Pois agora, a borda, área que delimita o habitat, sofre alterações de luz, umidade, ventos e temperatura muito maior do que quando comparada com a paisagem anterior à fragmentação (Ricklefs 1996). Esse fenômeno é denominado *efeito de borda*, que é inversamente proporcional ao tamanho do fragmento, isto é, quanto menor for a área remanescente maior será o efeito de borda. Mesmo diante dessas alterações, alguns seres respondem positivamente ao efeito de borda. Ou seja, conseguem se beneficiar da maior incidência de luz, de vento, a uma diminuição de umidade. Alguns desses seres podem só conseguir viver em condições equivalentes as apresentadas na borda de um fragmento. No entanto, outros organismos, que respondem negativamente ao efeito de borda, são extremamente sensíveis a modificações no ambiente. Por isso sofrem severamente com as influências provenientes da borda, o que pode muitas vezes, dependendo do tamanho e do isolamento do fragmento em que esse organismo está inserido, leva-lo a extinção (Primack & Rodrigues 2001).

Fragmentar, conseqüentemente implica em reduzir uma área, que anteriormente era maior. Essa redução pode trazer inúmeras conseqüências a diversidade biológica. Segundo a Teoria da Biogeografia de Ilhas (McArthur & Wilson 1963, 1967) quanto menor é a área, menor é a quantidade de recursos disponíveis; e conseqüentemente menor será a biodiversidade encontrada no

lugar, pois esses fatores são diretamente proporcionais (Brant 2003, Cerqueira *et al.* no prelo, Primack & Rodrigues 2001, Ricklefs 1996).

Se os fragmentos, que anteriormente pertenciam a uma mesma área, forem mantidos isolados uns dos outros, sem nenhum tipo de conexão entre eles, mais problemas surgirão. O potencial de dispersão e de colonização de algumas espécies será reduzido (Primack & Rodrigues 2001, Baguette *et al.* 2003). Espécies que necessitam transitar por outros habitats para se reproduzir ou conseguir alimentos encontrar-se-ão impossibilitadas devido à distância e a constante ameaça de predação. Dessa forma, a reprodução entre consangüíneos ocorrerá com maior frequência, o que, aliado a deriva genética, causa uma diminuição de forma vertiginosa, na variabilidade genética de certas populações. Isso reduz a capacidade de resposta frente a mudanças ambientais, levando-as a extinção (Brant 2003, Primack & Rodrigues 2001, Schmitt & Seitz 2002).

Segundo Brant 2003, outro mecanismo de perda de diversidade pela fragmentação é a alteração na estrutura trófica da área em questão. Isso se deve a vários eventos de extinção que venham a ocorrer em populações de produtores desencadeando todo um desequilíbrio na cadeia alimentar que levará a extinção de várias outras espécies.

Dentro deste cenário fragmentado, as espécies procuram habitats para se estabelecerem, que ofereçam as melhores condições para sua sobrevivência, onde elas se encontrem mais aptas a viver. Sendo assim, alguns fragmentos podem apresentar uma densidade demográfica maior do que outros, devido às condições ambientais que eles possuem. Em contra partida, outros fragmentos irão se encontrar quase que desertos, pois não são considerados adequados para muitas espécies, diminuindo as taxas de sobrevivência das espécies que permanecerem nele (Cerqueira *et al.* no prelo)

Por fim, o contato, que a fragmentação proporciona, de plantas e animais nativos com plantas e animais domésticos é grande, principalmente, quando a matriz trata-se de uma fazenda ou uma cidade. Esse contato faz com que doenças antes ausentes apareçam no fragmento e ataquem as espécies silvestres que são extremamente vulneráveis (Primack & Rodrigues 2001).

Assim como a ameaça de doenças vindas da matriz afeta a biodiversidade do fragmento, surtos de pragas, a redução no número de parasitóides e mudanças na composição de polinizadores e na qualidade da polinização, também vêm afetando de forma direta a biodiversidade em ambientes fragmentados (Antonini *et al.* no prelo).

4. Conseqüências gerais da fragmentação para lepidópteras

Em ambientes fragmentados, como alternativa para sobreviver, lepidópteras costumam associar-se em metapopulações. Metapopulação é a reunião de populações de fragmentos remanescentes de habitat, as quais são distribuídas em fragmentos favoráveis e se reúnem por meio de eventos de migração. Essa teoria foi proposta por Richard Levins (1970) e vêm ressurgindo nos últimos tempos como uma importante aliada na conservação de espécies, principalmente as que se encontram em ambientes fragmentados (Marini-Filho & Martins 2000, Sawchik *et al.* 2002).

A Teoria de Metapopulações se diferencia da Teoria da Biogeografia de Ilhas (McArthur & Wilson 1963 1967) por levar em consideração o fluxo de indivíduos entre populações vizinhas, compensando assim eventos de extinção com eventos de recolonização, que se dão por meio da migração (Marini-Filho & Martins 2000). Ou seja, a dispersão de indivíduos, ditos migrantes, é o fator chave para se evitar a completa extinção, sendo o contrapeso entre as taxas de mortalidade e nascimento (Baguette *et al.* 2003).

Desta forma, devemos analisar as conseqüências da fragmentação em lepidópteras em uma escala de metapopulação, onde eventos de migração, colonização e extinção são de extrema importância (Marini-Filho & Martins 2000).

As borboletas são os organismos mais adequados no estudo de metapopulações, pois possuem um ciclo de vida que se completa em um período curto de tempo, permitindo que várias gerações possam ser observadas (Baguette *et al.* 2003). Além disso, estudando os resultados obtidos com uma espécie, podemos generalizá-los para outras que vivam no mesmo ecossistema ou mesmo

para espécies parecidas que vivam em ecossistemas diferentes (Marini-Filho & Martins 2000).

Muitas borboletas são especialistas e de repente, com o efeito da fragmentação, se deparam com um habitat reduzido, no qual a oferta de alimento torna-se menor, sendo necessário um maior gasto de energia para se obter o alimento. Além disso, existe o fator competição, que se dá com outras espécies que possuem a mesma dieta ou com espécies ditas generalistas (Baguette *et al.* 2003).

Baguette *et al.* (2003) comparou taxas de dispersão de borboletas *Procllossiana eunomia*, uma espécie especialista, em habitats fragmentados e em habitats contínuos. Eles utilizaram técnicas de marcação e recaptura. Os resultados mostraram que a dispersão de *P. eunomia* foi muito maior na paisagem contínua do que na fragmentada. Também se constatou que essa dispersão não ocorre em função do sexo.

Sawchik *et al.* (2002) analisando modelos de dinâmicas de metapopulação de *P. eunomia* constataram que com a redução do fragmento há uma diminuição considerável da metapopulação. Devido a isso, sua distribuição dentro da paisagem fragmentada também diminuiu. Assim eles puderam concluir que a viabilidade da metapopulação está diretamente associada com o tamanho do fragmento. Também constataram que o extermínio de fragmentos pequenos prejudica, de forma severa, a diversidade de lepidópteros, pois algumas espécies só são encontradas em pequenos fragmentos da paisagem e o fim destes provoca a extinção das espécies à eles associadas, desequilibrando a dinâmica das metapopulações locais.

Estudando a diversidade de borboletas frugívoras da reserva da UNA na Bahia, pesquisadores perceberam uma diversidade relativamente alta de espécies nas bordas dos fragmentos – lugar considerado impróprio para muitas espécies – quando comparadas com a diversidade encontrada no interior. Inicialmente acreditava-se que a invasão de espécies que não pertenciam anteriormente aquele local fosse o fator responsável pelos dados que haviam sido encontrados. Por fim concluiu-se que as perturbações vindas da matriz alteraram a estrutura da comunidade de borboletas da floresta, provocando uma reestruturação dessa

comunidade, fato que causou o aumento da diversidade, o que não era esperado (Antonini *et al.* no prelo).

Schmitt & Seitz (2002) estudaram a diversidade genética em um ambiente fragmentado de *Polymmatius coridon* e constataram que em populações pequenas a variabilidade foi baixa. Isso ocorreu pelo fato de que a fragmentação é responsável pelo declínio de trocas genéticas entre as populações. Ainda relataram uma perda na variabilidade genética maior em paisagens fragmentadas do que em paisagens menos fragmentadas. Isso se deu devido ao fluxo gênico ser maior em paisagens menos fragmentadas.

Por fim, podemos perceber que a fragmentação reduz as populações ou metapopulações de lepidópteras, bem como diminui a diversidade das espécies pertencentes a essa ordem em paisagens fragmentadas.

5. Interferência da fragmentação no comportamento de cômte em lepidópteras

Como vimos as lepidópteras, de um modo geral, desenvolveram mecanismos para driblar as adversidades do ambiente com intuito de conseguirem se reproduzir. Para tanto elas habitam lugares adequados ao seu desenvolvimento. De repente elas se deparam com uma situação onde o seu habitat, que era adequado a todas as suas exigências de sobrevivência, encontra-se agora fragmentado, o que às vezes implica na redução de sua qualidade (Cerqueira *et al.* no prelo).

Analisando a questão do comportamento de cômte propriamente dito, percebemos que há uma certa influência desse habitat agora fragmentado nesse comportamento.

Cerqueira *et al.* (no prelo) destacam a mudança na densidade demográfica do local, como um dos efeitos provocados pela fragmentação de habitat. Essa mudança também pode incluir uma desproporcionalidade na razão sexual, ou seja, uma diferença do número de machos em relação ao número de fêmeas de lepidópteras de uma região e/ou vice-versa. Esse tipo de modificação vem de encontro com o comportamento de cômte, pois para se obter sucesso nessa etapa que antecede a reprodução, é necessário um certo equilíbrio sexual entre os

habitantes do fragmento, ou seja tem que haver um número de machos relativamente igual ao número de fêmeas da região (Baguette *et al.* 1997).

Outro fator que pode vir a ocorrer, de maneira a interferir o comportamento de cômte em habitats fragmentados, está relacionado com borboletas que necessitam de uma planta específica ou um lugar previamente determinado na mata, como topos de morros, para encontrar seus parceiros e realizar a cômte (Dennis & Shreeve 1988, Pinheiro 1991, van Dick *et al.* 1997). Quando esse habitat é fragmentado, devido a fatores como o efeito de borda, algumas plantas desaparecem da região assim como áreas do habitat são extremamente modificadas (Ricklefs 1996, Primack & Rodrigues 2001). Dessa forma se a planta necessária para ocorrer a cômte desaparecer da região, a borboleta que dependia dela para realizar a cômte e posteriormente se reproduzir será drasticamente afetada, sendo prejudicada em sua reprodução, reduzindo sua ocorrência na área. Além disso, muitas borboletas e mariposas utilizam compostos orgânicos provenientes de sua alimentação como precursores de seus feromônios sexuais. Na ausência de determinadas espécies de plantas, é possível que essa cadeia fisiologia seja interrompida de forma a danificar toda a comunicação entre esses insetos.

As alterações comportamentais também são válidas para borboletas que dependem de marcos na paisagem para encontrar seu parceiro e realizar a cômte, pois toda a paisagem pode ser profundamente alterada pelo processo de fragmentação.

Dentro desses fatores, um dos mais evidentes é relacionado com aquelas borboletas que necessitam de feixes de luz na mata para realizar a cômte (Marini-Filho 1996, van Dick *et al.* 1997). Quando ocorre a fragmentação a área do habitat é extremamente reduzida. Dessa forma a incidência de luz sobre a mata é modificada (Ricklefs 1996). Aumentando a incidência de luz, toda a mata torna-se mais iluminada, e isso faz com que os feixes de luz não se destaquem mais na paisagem como anteriormente. Assim, borboletas a procura de seus parceiros em feixes de luz terão uma maior dificuldade em encontra-los, prejudicando seu comportamento de cômte.

6. Conclusões

Estamos presenciando um período de altas taxas de modificações dos ecossistemas naturais. Dentre essas alterações, podemos apontar a fragmentação de habitat como um dos agentes de maior poder de transformação das paisagens. Este fenômeno tem afetado diretamente as lepidópteras, pois diminui sua diversidade, principalmente quando falamos de borboletas especialistas. Essa perda de diversidade ocorre devido à diversos mecanismos anteriormente citados. Podemos agora incluir nessa lista os empecilhos impostos pelo ambiente fragmentado em relação ao comportamento de cômte que é um fator primordial para que ocorra a reprodução. Alterações comportamentais podem, evidentemente, prejudicar a cômte. Com isso há uma diminuição nas taxas de reprodução, o que poderá, conseqüentemente, alterar a demografia das populações, bem como reduzir variabilidade genética da prole. Desta forma a viabilidade da espécie dentro da paisagem fica prejudicada.

Diante desse cenário, estratégias de manejo e conservação têm que ser adotadas na tentativa de preservar espécies de lepidópteras que encontram-se ameaçadas de extinção devido à fragmentação de habitat.

Em um primeiro momento pesquisas sobre comportamento e diversidade de lepidópteras devem ser estimuladas, pois hoje essas pesquisas ainda são pouco freqüentes. Em seguida, devem ser desenvolvidas estratégias conservacionistas baseadas na dinâmica de metapopulações para tentar preservar essas espécies, pois em ambientes fragmentados é assim que a maioria das populações de lepidópteras se comporta.

Com mais estudos e políticas de conservação sérias, voltadas para os interesses da natureza e não do homem, situações como essa poderão ser contornadas devolvendo o equilíbrio a natureza que encontra-se tão danificada.

7. Referências Bibliográficas

ANTONINI, Y.; ACACCIO, G.; BRANT, A.; CABRAL, B.C.; FONTENELLE, J.C.R.; NASCIMENTO, M.T.; THOMAZINI, A.P.B.W. e THOMAZINI, M.J. *Efeitos da fragmentação de habitat sobre a entomofauna. In: Efeitos da Fragmentação sobre a Biodiversidade: Recomendações de Políticas Públicas. PROBIO/MMA.*

BAGUETTE, M., MENNECHEZ, G., PETIT, S. & SHTICKZELLE, N. *Effect of habitat fragmentation on dispersal in the butterfly Proclissiana eunomia*. Unit Ecology and Biogeography. Biodiversity Research Centre, Catholic University Louvain, Louvain-la-Nieva, Belgium, 2003.

BAGUETTE, M. VANTEENWEGEN, C., CONVI, I. & NÈVE, G. *Sex-biased density-dependent migration in metapopulation of the butterfly Proclissiana eunomia*. Unité d'Écologie et de Biogeographie. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Nieva, Belgium, 1997.

BRANT, A. *Efeitos da Fragmentação do cerrado sobre a Diversidade de Drosophilidae (Insecta, Díptera)*. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2003.

BASILE, N. G. *Vésper: estudo orientado*. Disponível em: <http://www.escolavesper.com.br>. Acesso em 17 de set. de 2003.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M.T. e PARDINI, R. *Fragmentação de habitat: alguns conceitos. In: Efeitos da Fragmentação sobre a Biodiversidade: Recomendações de Políticas Públicas. PROBIO/MMA.*

DENNIS, R. L. H. & SHREEVE, T. G. 1988. *Host-plant habitat structure and the evolution of butterfly mate-locating behaviour*. Zoological Journal of the Linnean Society, n °94, p. 301-318.

LAMY, M. *Os insetos e o Homem*. Instituto Piaget, Lisboa, Portugal, 1997, p. 144.

MARINI-FILHO, O. J. & MARTINS, R. P. 2000. *Teoria de Metapopulações: Novos princípios na Biologia da Conservação*. Ciência Hoje, vol. 27, n ° 160, p. 22 – 29.

MARINI-FILHO, O. J. *Defesa de Recursos Alimentares e Interações Aéreas entre Borboletas Simpátrias do Gênero Hamadryas*. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1996.

PINHEIRO, C. E. G. 1991. *Territorial Hilltopping Behavior of Three Swallowtail Butterflies (Lpidoptar, Papilionidae) in Western Brazil*. Journal of Research on the Lepidoptera, n ° 29, p. 134-142.

PRIMACK, R. & RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Editora Midiograf, Londrina, PR, 2001, cap. 2.

RICKLEFS, R. E. *Economia da Natureza*. 3^a ed, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

SAWCHIK, J., DUFRÊNE, M., LEBRUN, P., SHTICKZELLEN, N. & BAGUETTE, M. *Metapopulation dynamics of the bog fritillary butterfly: modeling the effect of habitat fragmentation*. Biodiversity Research Centre, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Nieue, Belgium, 2002.

SBORDONI, V. & FORESTEIRO, S. *Butterflies of the World*. New Book, New York, USA, 1984, p. 166-173.

SCHMITT, T. & SEITZ, A. *Influence of the habitat fragmentation on the genetic structure of Polyommatus coridon (Lepidoptera:Lycaenidae): implications for conservation*. Institut für Zoologie, Abt. V Ökologie, Mainz, Germany, 2002.

VAN DICK, H.; MATTHYSE, E. & DHONDT, A. *The effect of wing colour on male behavioural strategies in the speckled wood butterfly*. Department of Biology, University of Antwerp, Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, 1996.