

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" CAMPUS DE BOTUCATU

Restauração de habitat e conservação da herpetofauna em um fragmento de mata do sudeste brasileiro

Gabriel Jorgewich Cohen

Orientador: Victor Goyannes Dill Orrico

Supervisora: Virginia Sanches Uieda

Botucatu - SP

2014

Resumo: A pressão humana nos ambientes naturais e a subsequente queda das populações gera preocupação e conseqüente interesse na a conservação da biodiversidade do planeta. Programas de restauração ambiental visam a melhoria do habitat e conservação da diversidade. No presente trabalho o potencial de fixação da fauna de anfíbios e répteis foi avaliado em um fragmento de mata restaurada na fazenda Edgárdia, no município de Botucatu. O objetivo foi entender quais espécies ocupam a área restaurada e quais exigem maior qualidade de habitat, além de descobrir se o aumento da riqueza está mais fortemente relacionado com a qualidade do habitat ou presença de corpos d'água. O levantamento de dados foi feito por meio de armadilhas de interceptação e queda do tipo pitfall e encontro casual. O esforço amostral foi de sete dias consecutivos por mês durante doze meses, completando 84 dias. Duas armadilhas, compostas por 5 baldes em cada, foram colocadas na área em restauração ambiental, e o mesmo número foi colocado em uma área de pasto ao seu redor e em um fragmento de mata estacional semidecidual usado como controle. O fragmento controle recebeu uma armadilha em seu interior e na sua extremidade, para verificar diferenças causadas por pressão de efeitos de borda. O índice de similaridade de Jaccard foi calculado entre as áreas, e a matriz de abundância foi submetida à uma análise de agrupamento (*Cluster*) e a um ordenamento pelo método de escala multidimensional não métrica (NMDS). A maior similaridade encontrada foi entre a área de borda do fragmento controle e a área de restauração ambiental, resultado confirmado pelo *cluster*. O NMDS evidenciou que existe fraca relação entre presença de água e aumento da riqueza. O estabelecimento da herpetofauna não apresentou relação com a presença de corpos d'água, porém muitas espécies habitam micro-habitats específicos e não foram encontrados na área em restauração. A alta similaridade entre a área de borda do fragmento controle e a mata em restauração indica que a área restaurada sofre com efeitos de borda, provavelmente devido ao seu pequeno tamanho. A fixação dos grupos mais exigentes só será alcançada com a minimização dessa pressão. Para que isso seja possível propõe-se que a faixa de pasto entre os dois fragmentos seja restaurada, conectando a área restaurada ao fragmento controle e diminuindo a pressão dos efeitos de borda.

Introdução:

Diante de uma exploração abusiva dos recursos naturais nas últimas décadas e da ausência de políticas que promovam um manejo sustentável, o planeta está sujeito a sequelas irreversíveis aos seus ecossistemas, como a extinção de espécies. Têm-se presenciado fenômenos como o desflorestamento e processos subsequentes, como a formação de ilhas e *habitat Split*, que afetam todos os tipos de biomas (Becker, 2007). Diversos táxons são afetados pelo *habitat Split*, entretanto a herpetofauna pode ser considerada um dos grupos mais atingidos, especialmente os anfíbios, devido ao baixo poder de locomoção; susceptibilidade a doenças; dessecação por incidência de luz UV; e vida bifásica na maioria das espécies (Becker et al. 2010).

As espécies de anfíbios com larvas aquáticas são as que mais sofrem com o *habitat Split* (Becker, 2010) já que precisam atravessar grandes distâncias entre o fragmento e um corpo d'água, expondo os adultos quando atravessam para reproduzir e os jovens em direção oposta para se abrigar. Em decorrência disso, diversas espécies vêm sofrendo grande declínio populacional (Gibbons et al. 2000), o que gera interesse de preservação.

Uma das medidas para reverter o quadro de queda populacional de um grande número de espécies da herpetofauna e de outros grupos é a introdução de programas de restauração ambiental. Esse método parte do pressuposto de que a reconstrução do habitat

resulta na renovação do ecossistema e na reabilitação da fauna (Litt et al., 2001), podendo ser considerado um forte aliado nos esforços de preservação.

Esse estudo foi realizado no município de Botucatu, local com mais de trinta anos de pesquisas na área da herpetofauna, tornando possível comparar os resultados obtidos na amostragem do projeto com uma fauna esperada e bem conhecida, possibilitando que a análise dos dados fosse mais precisa. Na mesma área já foram avaliadas as faunas de mamíferos e aves (Murbach et al. 2009). O estudo da herpetofauna conclui o ciclo de avaliação da fauna da área estudada.

O objetivo do trabalho foi testar o potencial de um fragmento restaurado para a ocupação da herpetofauna, comparando sua composição com a de um fragmento controle. Foi testada, também, a viabilidade de fixação da população. Nossas hipóteses são de que (1) espécies mais generalistas devem ocupar o fragmento em recuperação, porém espécies que dependem de micro-habitats específicos não serão registradas nessa área, e (2) a diversidade de espécies está correlacionada mais fortemente à presença de corpos d'água do que com a qualidade do ambiente.

Métodos

1. Local de estudo

O trabalho foi realizado na fazenda Edgárdia, unidade experimental da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada no município de Botucatu, região centro-oeste de São Paulo, Brasil. As coordenadas aproximadas são 22° 50' S e 48° 24' W. A fazenda está inserida na formação rochosa da cuesta de Botucatu, a uma altitude de 547 metros e solo pouco fértil com alta acidez, situado em uma mancha de argissolo vermelho-amarelo de relevo suave (Murbach et al. 2009). A vegetação é classificada como floresta estacional semidecidual (Ab'Saber, 2003). O clima da região é do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen: clima Temperado Quente Úmido, caracterizado por uma estação quente e úmida entre primavera e verão, e seca entre outono e inverno (Cunha & Martins, 2009). A temperatura média anual é de 19,4°C e precipitação de 1100 mm a 1700mm anuais (Carvalho et al., 1983).

A área de restauração possui cerca de 51.800 metros quadrados, com plantios mistos de espécies nativas. O projeto foi iniciado em 1997 em uma área de pasto, situada a 18 metros de um fragmento preservado, e ao lado de uma faixa de mata ciliar. A área restaurada é cercada por uma faixa de pasto que a separa de um grande fragmento de mata, usado como controle positivo.

2. Coleta de dados

O levantamento foi feito através de armadilhas de interceptação e queda do tipo pitfall, compostas por cinco baldes dispostos a dez metros de distância entre si, sendo quatro de 40 litros e um balde de 110 litros no meio, ligados por lona preta com 0,5 metros de altura colocada transversalmente em ralação ao chão. Cada uma das três áreas (Fragmento restaurado, pasto e Fragmento controle) recebeu duas linhas de pitfalls, dispostas a uma distância média de 20 metros, com exceção do fragmento controle, que recebeu uma armadilha na entrada da trilha e uma a 180 metros na direção interior, para verificar diferenças no levantamento causados por efeito de borda. As coletas foram realizadas com vistorias diárias por 7 dias consecutivos em casa mês durante um ano, totalizando 84 dias de

coleta. O levantamento de espécies foi completado pelo registro de todos os animais encontrados durante a permanência na área estudada por meio de encontro casual.

Há 52 espécies de anuros reconhecidas para o município (Maffei et al., 2009; Almeida 2010; Costa, W.P. et al. 2013) e existem listas não publicadas de serpentes (Bottallo, 2011) e lagartos (Cohen, observação pessoal). Essas informações permitem que seja feita uma avaliação mais precisa da composição da fauna e da identificação das espécies mais suscetíveis à fixação no programa de recuperação.

As distâncias entre as armadilhas e os riachos foram medidas afim de entender se há relação direta entre o tipo do ambiente e a presença de recursos hídricos com a presença de determinadas espécies. As medidas foram feitas com uso de GPS.

3. Análise dos dados

A similaridade entre as áreas foi testada por meio do índice de similaridade de Jaccard ($J = N_s / NA + NB - N_s$), com o intuito de verificar quais áreas se assemelham em relação à composição de espécies. A matriz de abundância foi logaritimizada ($\log(1+x)$), e submetida à uma análise de agrupamento hierárquico aglomerativo (*Cluster*), utilizando a função de distância euclidiana e o método de ligação de variação mínima (Ward). A matriz de distância foi submetida também à uma ordenação pelo método de escala multidimensional não métrica (NMDS), com o objetivo de ordenar os locais de amostragem de acordo com a composição de abundância das espécies. Um vetor calculado a partir dos dados de distância entre os locais de amostragem e os corpos d'água foi ajustado no gráfico do NMDS. Esses métodos permitem distinguir as áreas que possuem maior similaridade e quais fatores podem estar relacionados à distribuição das espécies. O programa estatístico utilizado foi o R (R Core Team, 2014), adicionando-se o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2013).

Resultados

Durante o estudo foram registradas nos pitfalls dez espécies de anfíbios e sete de répteis, dispostos em seis e cinco famílias respectivamente (Tabela 1). No presente trabalho as espécies *Mabuya dorsivittata* e *Notomabuya frenata* foram indicadas como Scincidae, devido à dificuldade de identificação dessas espécies em campo por conta do caráter conservativo do grupo.

Por meio de encontros casuais também foram registradas três espécies de anfíbio e três de répteis, acrescentando quatro famílias: Hylidae (*Hypsiboas lundii*), Craugastoridae (*Haddadus binotatus*), Viperidae (*Crotalus durissius* e *Bothrops jararaca*) e Colubridae (*Spilotes pullatus*), além de *Rhinella ornata*, *Oxyrhopus guibei* e *Enyalius perditus*. Todas foram encontradas no interior do fragmento controle, com exceção de *Crotalus durissius* e *Oxyrhopus guibei*, que foram avistadas entre a borda do fragmento controle e a área de pasto e na área de restauração ambiental, respectivamente.

A área em restauração apresentou a menor diversidade dentre as três, com somente sete espécies e 27 indivíduos. As áreas de pasto e do fragmento controle apresentaram riqueza e abundância muito semelhantes, porém com composição diferente. As espécies avistadas por encontro casual na área próxima à armadilha no interior do fragmento controle aumentam para 14 o número de espécies em M2. As duas armadilhas da mata controle apresentaram taxas de capturas muito diferentes entre si. A armadilha construída na área de

borda apresentou somente as três espécies mais comuns, somando 7 espécimes. A armadilha no interior do fragmento capturou dez espécies, totalizando 32 animais.

Tabela 1. Composição e distribuição das espécies por local de amostragem: Fragmento restaurado (R1 e R2), Pasto (P1 e P2), área de borda do fragmento controle (M1) e área do interior do fragmento controle (M2).

Espécie	Família	M1	M2	R1	R2	P1	P2	TOTAL
<i>Rhinella schneideri</i>	Bufoinae	0	0	0	0	0	1	1
<i>Odontophrynus americanus</i>	Cycloramphidae	0	0	0	1	0	0	1
<i>Crossodactylus caramaschii</i>	Hylodidae	0	1	1	0	0	0	2
<i>Eupemphix nattereri</i>	Leiuperidae	2	1	5	2	6	4	20
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leiuperidae	1	3	3	5	3	2	17
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	0	2	0	0	3	3	8
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	0	1	0	0	0	0	1
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	4	13	4	3	2	4	30
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	Microhylidae	0	0	0	0	1	0	1
<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leposternon microcephalum</i>	Amphisbaenidae	0	1	0	0	0	0	1
<i>Oxyrhopus guibei</i>	Dipsadidae	0	1	0	0	1	0	2
<i>Philodryasa olfersii</i>	Dipsadidae	0	0	0	0	1	0	1
<i>Enyalius perditus</i>	Leiosauridae	0	5	0	0	0	0	5
Scincidae	Scincidae	0	4	0	2	0	2	8
<i>Ameiva ameiva</i>	Teiidae	0	0	0	0	5	4	9
TOTAL		7	32	14	13	22	20	108

O Índice de similaridade de Jaccard foi usado para demonstrar quais áreas mais se assemelham entre si, baseado na riqueza de espécies (Tabela 2). O fragmento restaurado e área de borda da mata controle são os locais com maior similaridade encontrada, representada por 60%. Todas as outras áreas comparadas possuem uma similaridade inferior a 45%. A menor similaridade encontrada ocorre entre a área de borda e do interior do fragmento controle.

Tabela 2 Valores dos índices de similaridade de Jaccard entre os pontos amostrados.

	M1	M2	P1	P2	R1	R2
M1	-					
M2	0.300	-				
P1	0.375	0.384	-			
P2	0.428	0.416	0.444	-		
R1	0.600	0.363	0.333	0.375	-	
R2	0.600	0.363	0.333	0.375	0.428	-

O cluster baseado na abundância de espécies (figura 1) apresentou quatro principais agrupamentos, sendo o mais forte e evidente o grupo formado pelas três espécies mais comumente registradas: *L. mystacinus*, *P. cuvieri* e *E. nattereri*. O grupo definido pela segunda maior distância euclidiana é composto por *L. fuscus*, *A. ameiva* e Scincidae, e representam espécies menos abundantes do que aquelas descritas anteriormente, porém ainda assim registradas em diferentes áreas, como M2, P2 e R2 para Scincidae e M2 e P1 para *L. fuscus*. Os outros dois grupos representam espécies pouco abundantes e com distribuição limitada. *L. microcephalum*, *E. perditus*, *L. mystaceus* e *O. guibei* são espécies associadas à área de mata,

apesar de *O. guibei* ter sido registrada em outras áreas. O quarto grupo é representado por espécies fortemente relacionadas à área aberta da pastagem.

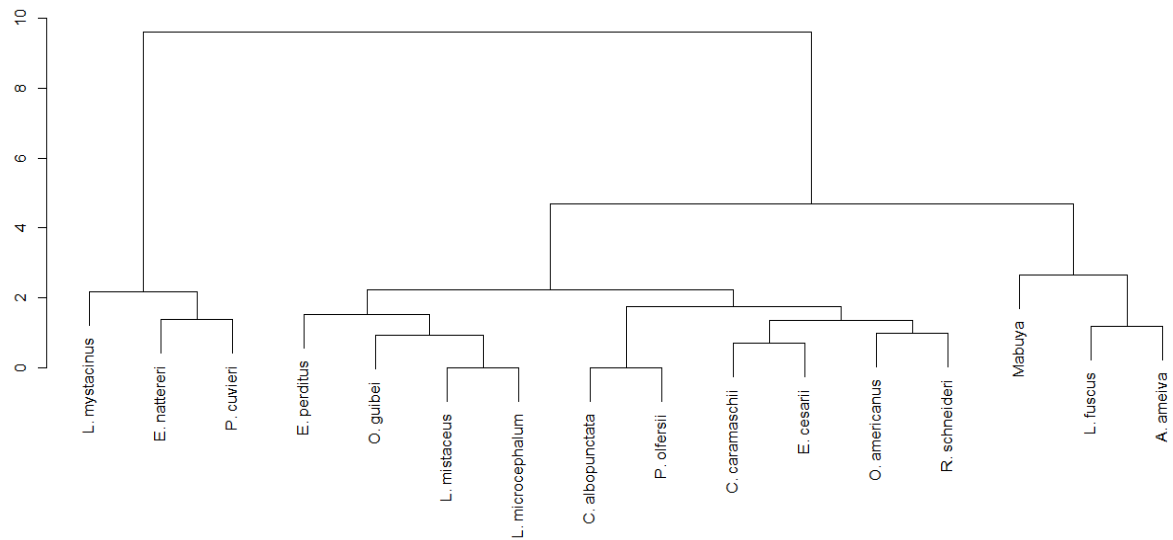


Figura 1. Resultados da análise hierárquica de agrupamento das espécies apresentadas como um dendrograma. As séries temporais foram normalizadas anteriormente à análise do *cluster*, e o agrupamento hierárquico usando a função da distância euclidiana foi usado com a ligação pela média. O eixo vertical mostra em que valor da distância euclidiana os grupos foram fundidos.

As áreas com composição de amostragem mais semelhantes foram agrupadas em um *cluster* (Figura 2) e formaram três grupos. As duas armadilhas do pasto tiveram taxas de captura muito semelhantes, formando o primeiro grupo. M2 ficou isolado com grande distanciamento, e M1, R1 e R2 formam um grupo com forte embasamento.

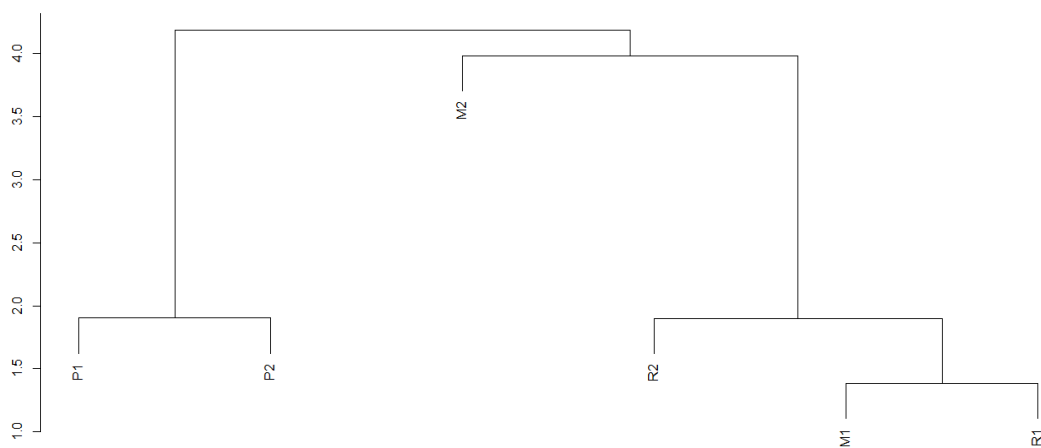


Figura 2. Resultados da análise hierárquica de agrupamento das áreas apresentadas como um dendrograma. As séries temporais foram normalizadas anteriormente à análise do *cluster*, e o agrupamento hierárquico usando a função da distância euclidiana foi usado com a ligação pela média. O eixo vertical mostra em que valor da distância euclidiana os grupos foram fundidos.

O NMDS (Figura 3) permite uma clara visualização das relações de similaridade entre as áreas e mapeia a amostragem das espécies por local de coleta. O vetor distância foi ajustado ao gráfico, possibilitando visualizar a relação de presença e ausência de espécies de acordo com a presença de água. Apesar de M1 possuir a segunda maior distância de uma fonte de água, sua posição no gráfico reflete de forma mais óbvia sua similaridade com a área em restauração.

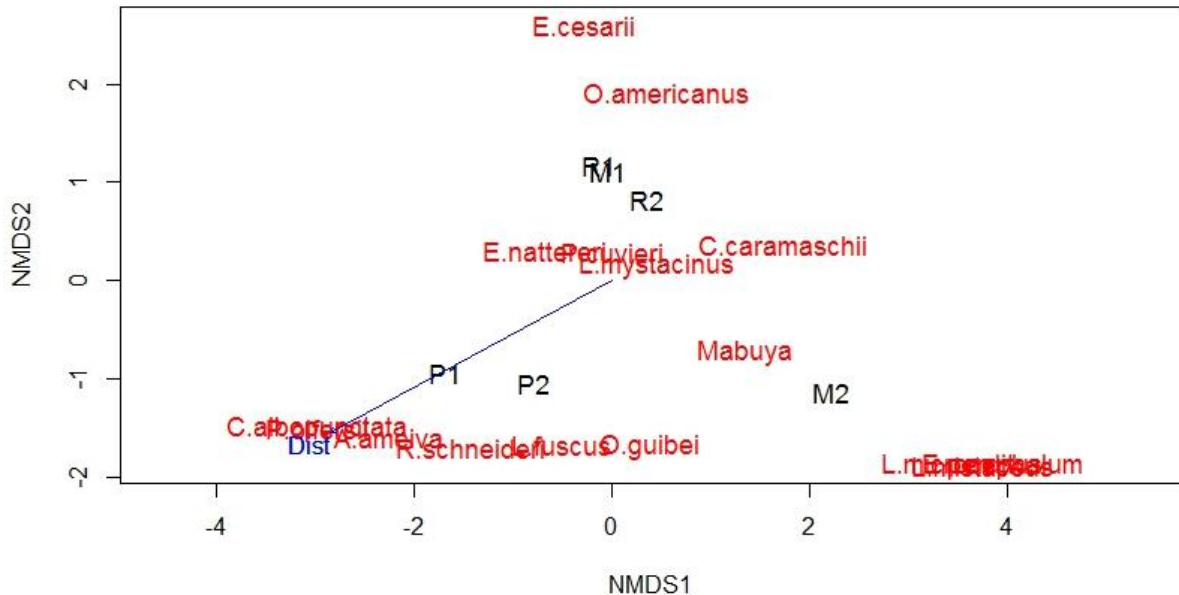


Figura 3. As áreas foram plotadas de acordo com sua similaridade, onde as áreas mais próximas entre si são mais parecidas. As espécies estão dispostas de acordo com sua ocorrência em cada área. A linha azul representa a distância das áreas para corpos d'água, onde os pontos mais próximos de sua base estão mais próximos da água: Distâncias: M2=69,3m; M1=252m; R1=70,9m; R2=80,9m; P1=207,73m; P2=320,9m. Stress=0, r2 do vetor=0,448.

Discussão

Este estudo fornece uma visão sobre a aplicação de programas de restauração na conservação da herpetofauna. Constatou-se que a restauração ambiental possui uma correlação positiva com o aumento da diversidade de anfíbios e répteis porém, até o momento, o fragmento não foi capaz de promover a fixação de espécies mais exigentes, corroborando nossa hipótese. Por outro lado, a presença de corpos d'água se mostrou menos significativa do que a qualidade do ambiente para a fixação da fauna, contrariando a segunda hipótese do trabalho.

O fragmento de mata controle possui uma fitofisionomia heterogenia, capaz de sustentar diversos micro-habitats e as espécies que os habitam. As espécies encontradas somente na área da mata foram consideradas como espécies exigentes e especialistas, especialmente *Enyalius perditus* e *Leptodactylus mystaceus*, por terem sido encontrados diversas vezes durante o ano, somente nesse local. *Haddadus binotatus* e *Bothrops jararaca* também seguem esse perfil, apesar de terem sido amostrados somente por encontro casual.

A amostragem é representada principalmente por espécies de serapilheira. Das 52 espécies de anfíbios presentes no município, uma é um centrolenídeo e 24 são hylídeos, que não são amostrados nos pitfalls. *Proceratophrys moratoi* foi possivelmente extinta (Rolim, 2009) e duas espécies são restritas a ambientes aquáticos (*Pseudis paradoxa* e *Lithobates*

catesbeianus). O restante das espécies foi, com poucas exceções, amostrado no presente trabalho, o que confere maior confiabilidade à análise.

A comparação de similaridade entre as áreas feitas através do índice de Jaccard (Tabela 2) revelou uma baixa semelhança entre as áreas, inferior a 45%. A área de borda do fragmento controle e a área de restauração ambiental foram as únicas que apresentaram alta similaridade (60%). Este resultado é corroborado pela análise do Cluster das áreas (Figura 2), onde M1 está fortemente relacionado com R1 e R2. Essa informação permite compreender a área em restauração como um local com alta pressão de efeitos de borda. O tamanho reduzido da área pode impossibilitar o desenvolvimento de um microclima específico e essencial para o estabelecimento de espécies mais exigentes.

O cluster das espécies (Figura 1) possibilita visualizar os grupos formados a partir da frequência e local em que essas espécies são coletadas. Alguns grupos são muito evidentes, como o agrupamento de *L. mystacinus*, *P. cuvieri* e *E. nattereri*, que representam as espécies mais comuns e presentes em todas as áreas; e *L. mystaceus*, *E. perditus*, *O. guibei* e *L. microcephalum* que são diretamente relacionados com a área do interior do fragmento controle, e podem ser consideradas espécies mais exigentes em relação ao habitat. Essas espécies também se encontram dispostas muito próximas no NMDS, associados a M2. O gráfico do NMDS permite visualizar novamente a forte associação entre as áreas R1, R2 e M1, além de associar as espécies coletadas em cada área. O vetor ajustado no gráfico representa as distâncias aos riachos associadas a cada área, e permite desclassificar a hipótese inicial já que as áreas mais distantes da água, P1, P2 e M1 possuem composições de fauna muito diferentes. A restauração ambiental e M1 possuem distâncias muito diferentes à água, porém se associam fortemente em relação a sua composição. Essas áreas possuem fisionomia de habita muito semelhante representada por mata de borda. Conclui-se que a qualidade do habitat é um fator determinante para a composição faunística, e a distância a corpos d'água é um fator secundário.

A fixação das espécies consideradas no presente trabalho como exigentes na área de restauração ambiental, depende do desenvolvimento de micro-habitats através da diminuição dos efeitos de borda nessa área. Sugere-se que os dois fragmentos devem ser unidos através de uma nova faixa de mata restaurada, de forma que os efeitos de borda sejam minimizados por uma área de maior porte. Supõe-se que, caso isso se concretize, M1, R1 e R2 irão apresentar espécies exigentes. Essas espécies podem ser consideradas indicadoras da qualidade ambiental (Bertoluci, 2007) já que são dependentes de micro habitats específicos.

Bibliografia

- AB'SABER, A.N. 2003. Os domínios de Natureza no Brasil. Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editora, 2003. 160 p.
- ALMEIDA, S.C 2010. Ecologia de *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) e relações com os anfíbios da região de Botucatu, SP (Amphibia, Anura). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- BECKER, G.; Fonseca, C.; Batista, R.; Haddad, C.; Prado, P. 2007. Habitat Split and the global decline of amphibians. *Science*, Vol. 318: 1775-1777.
- BECKER, G.; Fonseca, C.; Haddad, C.; Prado, P. 2010. Habitat Split as a Cause of Local Population Declines of Amphibians with Aquatic Larvae. *Conservation Biology*, Vol. 24(1): 287–294.
- BERTOLUCI, J.; Brassaloti, R.; Júnior, J.; Vilela, V.; Sawakuchi, H. 2007. SPECIES COMPOSITION AND SIMILARITIES AMONG ANURAN ASSEMBLAGES OF FOREST SITES IN SOUTHEASTERN BRAZIL, *Sci. Agric.* v.64, n.4, p.364-374.
- BOTALLO, A. 2011. LEVANTAMENTO DE ESPÉCIES DE SERPENTES DE BOTUCATU. Não publicado.
- CARVALHO, W. A., ESPÍNDOLA, C. R., PACCOLA, A. A. 1983. Levantamento de solos da Fazenda Lageado (Estação Experimental “Presidente Médici”). *Boletim Científico Universidade Estadual Paulista da Faculdade Ciências Agrônômicas, Botucatu*, v.1, p. 1-95.
- COSTA et al. 2013. Anurofauna em uma área na Depressão Periférica, no centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* Vol. 13(2): 163-174
- CUNHA, A.R. & MARTINS, D. 2009. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga* Vol. 14(1):1-11.
- GIBBONS, J.W.; SCOTT, D.E.; RYAN, T.J.; BUHLMANN, K.A.; TUBERVILLE, T.D.; METTS, B.S.; GREENE, J.L.; MILLS, T.; LEIDEN, Y.; POPPY, S.; WINNE, C.T. 2000 The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, vol. 50: 553-556.
- MAFFEI, F., UBAID, F.K., ALMEIDA, S.C., ROLIM, D.C., SCARPELINI JUNIOR, D.G., MOYA, G.M., SPIRANDELI-CRUZ, E.F. & JIM, J. 2009. Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus microps* (Peters, 1872): distribution extension in the state of São Paulo, Brazil and first record in Cerrado domain. *Check List* 5(4):776-779.
- MURBACH, B. 2009. MASTOFAUNA TERRESTRE ASSOCIADA A ÁREAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO NA FAZENDA EXPERIMENTAL EDGÁRDIA, BOTUCATU – SP. Não publicado.
- Oksanen, J.; Guillaume, F. B.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, H. H.; Wagner, H. 2013, *Community Ecology Package*, version 2.2-0.
- Rolim, D. 2009. Bioecologia de *Odontophrynus moratoi* (AMPHIBIA, ANURA, CYCLORAMPHIDAE). Não publicado.

