

Avaliação de conectividade entre fragmentos florestais e aplicação do Código Florestal e da Resolução CONAMA N° 303/2002 para a simulação de cenário no Litoral Sul do Estado de São Paulo.

Antonia Celi Pereira de Sousa e Silva¹
Carolina de Azevedo Stefano¹
Jussara Aparecida de Souza Borges¹
Lívia Menezes dos Santos¹
Angela Terumi Fushita²

¹ Centro Universitário São Camilo
Rua Raul Pompéia, 144, São Paulo – SP, Brasil
{celipps; carolina_stefano; livia.menezes83}@yahoo.com.br, jussara_borges@ig.com.br

² Universidade Federal de São Carlos
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais/ Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental
Rod. Washington Luis km235 – São Carlos - SP, Brasil
angela_fushita@yahoo.com.br

Abstract. The Atlantic Rainforest is considered ecosystem richness in biodiversity and it is the priorities for the conservation because of threats made for anthropic actions that bring your fragmentation. Greenways are natural or artificial paths that linkage fragments allowing genic flux between them, rising this way the biologic population viability in some regions. This work measured the greenway between the Jureia-Itatins Ecologic Station and São Camilo Environment Station, simulating the scenario for a specific species *Bradypus variegatus*, was identified florestal fragments that possibility connection and was mean the scenario to in force legislation . The analysis was made by a field work, bibliographic documents, maps and satellite images, and their operation by Geographic Information System (GIS). The use and occupation soil map was made from the CBERS-2 satellite by on screen digitalizing and the doubts were taken on the field work. The urban, agricultural, mining, protected areas and roads was determined. Natural areas show low connectivity and were placed in low permeability matrix, taking into consideration the specific species. From the results it is possible to say that there are not conditions for the existence of a greenway between Jureia-Itatins Ecologic Station and São Camilo Environment Station but If was applied Florestal code, they should be connected.

Palavras-chave: image processing, greenway, landscape ecology, processamento de imagens, corredor ecológico, ecologia da paisagem.

1. Introdução

O aspecto mais dramático da crise ambiental é a irreversibilidade da extinção de uma espécie. A maioria das agressões ao ambiente podem ser parcialmente ou integralmente revertidas ou ainda minimizadas, mas uma extinção é irreversível. Para a sobrevivência de uma espécie, é necessário garantir que ela possua pelo menos uma população mínima viável. O grande desafio da conservação de espécies é reduzir as pressões negativas sobre elas e seu habitat, e com isso, aumentar a sua probabilidade de sobrevivência (VALLADARES-PADUA et al., 2006).

A Mata Atlântica é considerada um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade do planeta, entretanto é considerada uma das prioridades para conservação no mundo devido a sua riqueza biológica e aos níveis de ameaça conforme revisão apresentada por Pinto et al. (2006) e Maciel (2007).

Por suas características históricas, como a presença dos primeiros colonizadores europeus, o Bioma Mata Atlântica encontra-se altamente fragmentado. Atualmente, abriga mais de 60% da população brasileira, é responsável por quase 70% do PIB nacional, e assim pela qualidade de vida de milhares de brasileiros, demonstrando a relevância da região (CI-Brasil et al., 2000 apud PINTO et al., 2006; MACIEL, 2007).

A conservação e a recuperação do bioma é um grande desafio que depende do manejo de espécies e de ecossistemas para garantir a proteção da biodiversidade em longo prazo (PINTO et al., 2006). Nos últimos anos houve um crescente interesse no estudo sobre as conseqüências da fragmentação florestal no que se refere à conservação da biodiversidade, pois a maior parte se encontra em pequenos fragmentos florestais (VIANA; PINHEIRO, 1998).

Apesar da existência de áreas protegidas, apenas 2% estão em Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral que, por conta de suas restrições, apresentam maior relevância para a conservação da biodiversidade (TABARELLI et al., 2005), porém dependente da expansão das áreas protegidas sejam públicas ou privadas (PINTO et al., 2006).

Neste sentido, como muitos fragmentos com possibilidades de conservação na Mata Atlântica encontram-se em propriedades privadas, a fiscalização e a aplicação das leis ambientais, como o Código Florestal e as Resoluções CONAMA podem contribuir para o incremento da conectividade entre fragmentos florestais, com a formação de corredores ecológicos entre eles.

Os corredores são faixas de habitat natural ou artificial que conectam manchas com a mesma característica permitindo o fluxo gênico entre estas, aumentando assim a viabilidade de populações biológicas em uma determinada região e tem ação complementar na regulação de movimentos através da paisagem (METZGER, 1999). A conectividade da paisagem é o grau no qual o cenário facilita ou impede movimento entre as manchas e pode ser medida para um dado organismo usando a probabilidade de movimento entre todos os pontos ou manchas em uma paisagem (TAYLOR et al., 1993).

Permitir a conectividade e evitar o isolamento com a utilização de corredores ecológicos é uma boa estratégia para a promover a ligação entre os fragmentos. Neste trabalho, utilizando o disposto no Código Florestal e na Resolução CONAMA N 303/2002, que caracterizam as Áreas de Preservação Permanente, objetivou-se simular um cenário do uso e ocupação da terra com a aplicação desses instrumentos legais, comparando e avaliando com a ocupação atual no Litoral Sul do Estado de São Paulo, verificando a ocorrência de corredor ecológico para a espécie alvo *Bradypus variegatus*.

2. Material e Métodos

Área de estudo

O estudo compreendeu uma faixa de terra que abrange a zona de amortecimento (10km) da Estação Ambiental São Camilo (EASC) e do Mosaico de Unidades de Conservação Juréia-Itatins (MJI) (Figura 1), totalizando 306.111,51ha.

A área de estudo está localizada entre as coordenadas 47° 36' 32"W; 24° 42' 10"S e 46° 38' 10"W; 24° 2' 34"S e abrange integralmente os municípios de Peruíbe e Itariri e parte dos municípios de Mongaguá, Itanhaém, Pedro de Toledo, Miracatu, Juquiá e Iguape, Estado de São Paulo.

A EASC localiza-se no município de Itanhaém e possui uma área de 350ha, inseridos no domínio da Mata Atlântica, em estágio médio a avançado de regeneração. O MJI localiza-se no sul do litoral paulista, com uma área de aproximadamente 111.292,70ha, nos municípios de Itariri, Miracatu, Pedro de Toledo, Iguape e Peruíbe (OLIVEIRA, 2004).

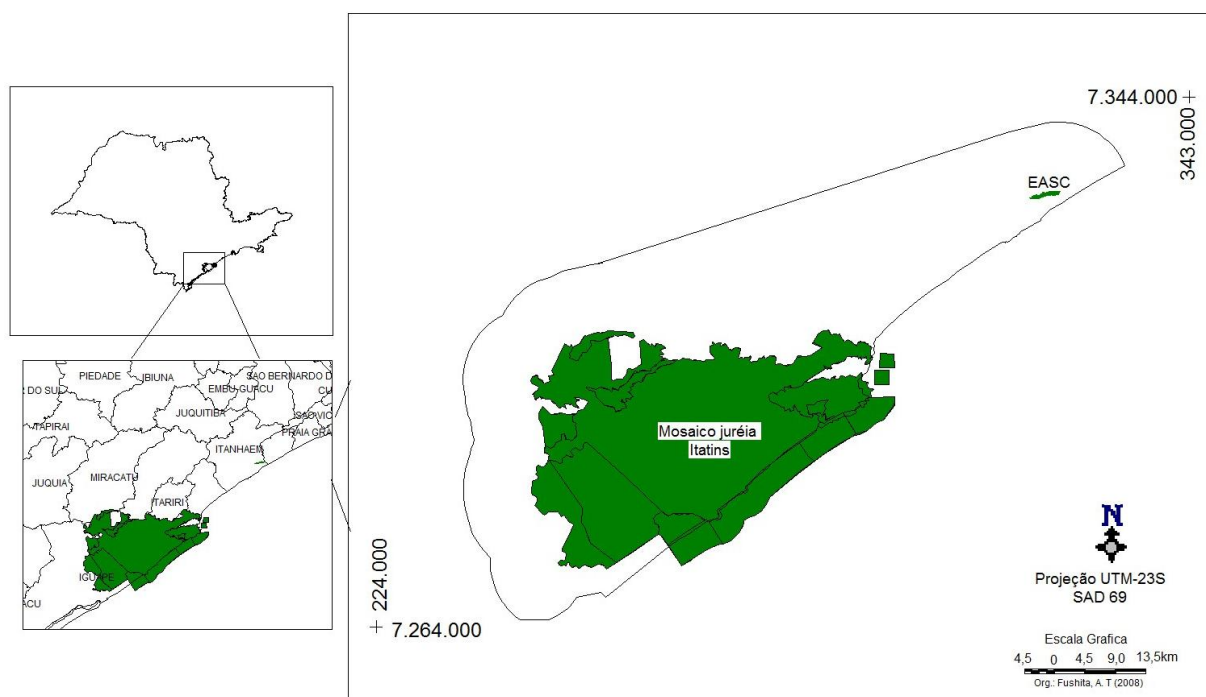


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Métodos

Foram feitos levantamentos de campo, bibliográfico e de fontes documentais (cartas topográficas e imagens de satélites), com a operacionalização por Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Pela classificação supervisionada em tela (*on screen digitalizing*) da imagem de satélite CBERS-2 (com datas de passagem de 02 de março de 2008 e 16 de maio de 2008) e georreferenciadas no MAPINFO 10.0 a partir de pontos coletados em campo com o receptor GPS GARMIM LEGEND, gerou-se um mapa de uso e ocupação da terra, que representa o atual uso e ocupação da terra. Para a elaboração do Cenário 01 (situação atual) foi considerada a classe área natural desse mapa.

O Cenário 02 foi gerado conforme o disposto no Código Florestal (Lei Federal N° 4.771/1965) e Resolução CONAMA N° 303/2002, que definem e caracterizam as Áreas de Preservação Permanente (APP), simulando a possibilidade de sua recuperação ou

manutenção. Para tanto, utilizou-se a rotina *buffer* (programa MapInfo 10.0), contendo os valores especificados nesses instrumentos legais e a rotina declividade e fatiamento (programa SPRING 4.3)

As informações secundárias de dinâmica de uso e ocupação, do grau de fragmentação em relação à espécie alvo, foram operacionalizadas por ferramentas disponíveis no software SPRING 4.3, por programação em algoritmo LEGAL e transferidas para o software FRAGSTATS 3.3, que gerou relatórios com parâmetros determinantes para a análise do grau de fragmentação das unidades da paisagem.

No programa FRAGSTATS 3.3 foram geradas métricas em duas escalas: individual (ou manchas) e classes. Foram utilizados o Índice de Dimensão Fractal (FRAC), o Círculo Circunscrito Relacionado (CIRCLE), o Índice de Contiguidade (CONTIG) e o Índice de Área Core (CAI), que permitem inferências sobre a forma, disposição e área de interior dos fragmentos.

Para a análise da conectividade dos fragmentos utilizou-se a distância de 39m (deslocamento médio diário das preguiças) para delimitar a borda expandida (distância d), baseado nos estudos de Ranta et al. (1998) e Pires et al. (2004). Este valor foi escolhido em por a distância média percorrida por dia pelo animal alvo deste estudo, no caso *Bradypus variegatus*. Foram utilizados os termos ilha e arquipélago, respectivamente, quando os fragmentos estavam isolados ou conectados outras áreas naturais nesta distância.

3. Resultados e Discussão

A classe área natural mapeada representa 62,49% da paisagem estudada (191.282,9ha) que compreende os tipos: fragmentos de mata (40,68%), formação vegetacional da Serra do Mar (15,58%), várzea (3,27%), transição mata/restinga (2,52%) e fragmentos de restinga (0,44%).

Os demais usos da terra identificados foram agricultura (26,37%) com predomínio de culturas de banana, áreas antropizadas (11,15%) como aterros, mineração, e lixo na área urbanizada, entre outros usos.

O Cenário 01 (Figura 2) ocupa 171.000 ha, que corresponde à classe área natural do mapa de uso e ocupação da terra na área de estudo. As áreas naturais que formam Cenário 02 (Figura 3) abrangem uma área de 176.177 ha.

As métricas da paisagem geradas no FRAGSTATS mostraram que a integridade da paisagem é baixa. O índice FRAC de 1,05 demonstra a elevada razão perímetro-área das manchas encontradas na região, ou seja, um padrão de fragmentos que tendem a ser mais dispersos do que densos, indicando a possibilidade da área estar muito impactada, que é corroborado por esta métrica gerada para as manchas isoladamente, no qual todos os fragmentos encontram-se entre 1 e 1,2.

A métrica CIRCLE gerada indica que manchas mais alongadas do que circulares, sofrendo maior efeito de borda. Simulando o efeito de borda de 30 metros, verifica-se que a área de borda é de 2.301,77ha e a área de interior de 173.875,23ha. Analisando os índices gerados para os fragmentos individualmente, 50% das manchas são mais alongadas com o CIRCLE entre 0,2 e 0,4, e descontínuas, CONTIG entre 0 e 0,2.

O índice de Área Core (CAI) demonstra que o habitat de interior representa até 30% da área total para a maioria dos fragmentos, considerando o efeito de borda de 30m, que é baixo.

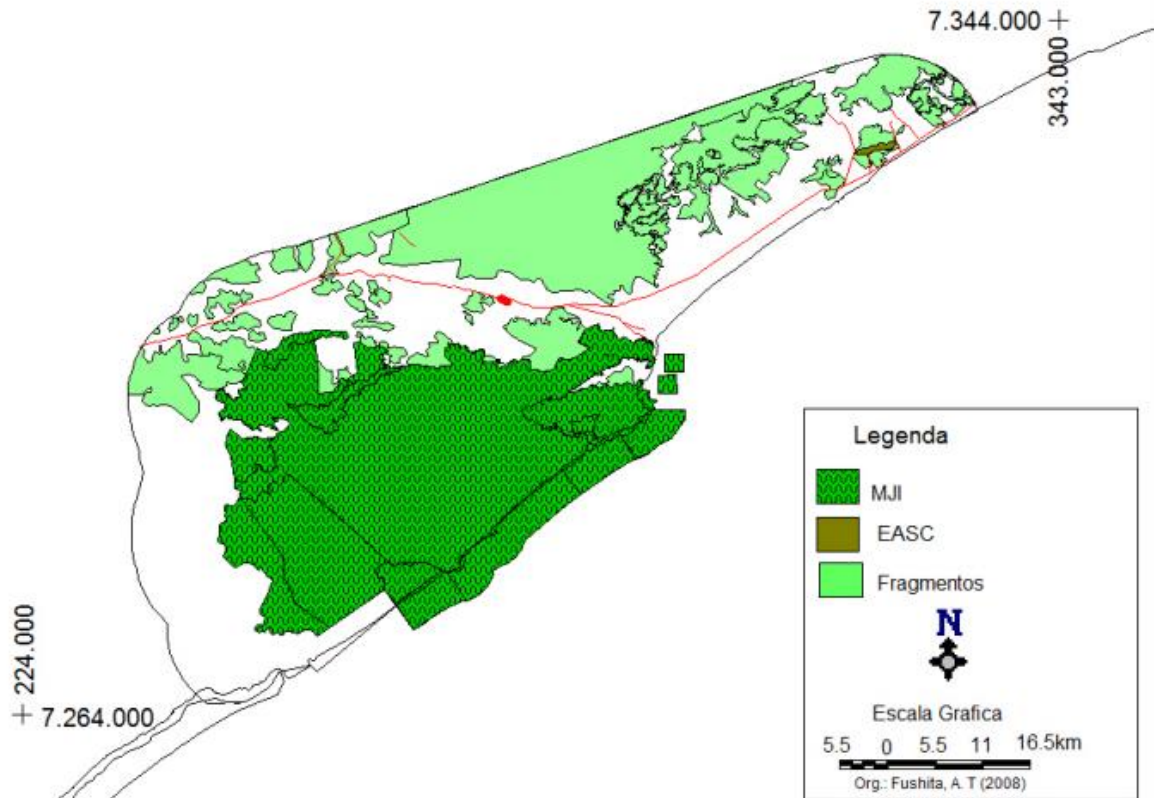


Figura 2: Áreas vegetadas existentes no Cenário 01.

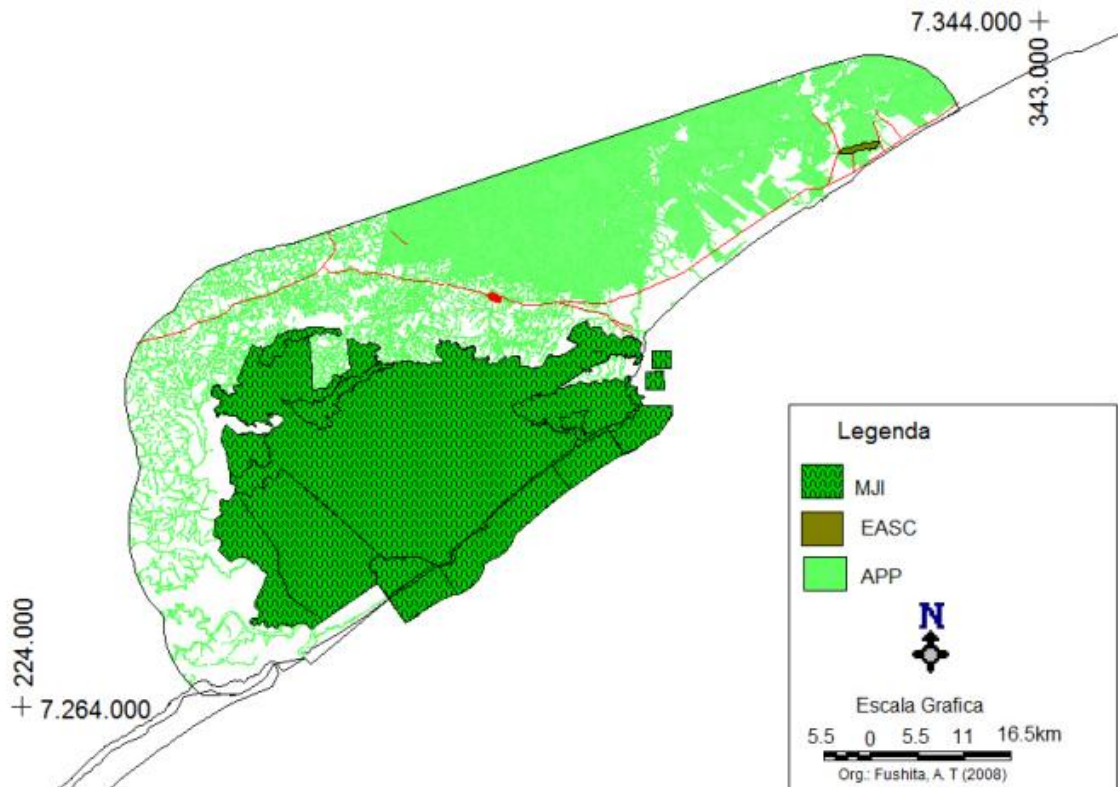


Figura 3: Áreas vegetadas do Cenário 02 (simulação conforme o Código Florestal e a Resolução CONAMA N 303/2002).

A análise de conectividade do Cenário 01 indicou que para a distância $d=39\text{m}$, formam-se dois arquipélagos e duas ilhas isoladas, considerando a espécie alvo *Bradypus variegatus*. O arquipélago 01 possui 80 fragmentos com área de 9.244,09 ha, o arquipélago 02 é constituído por 107 fragmentos, ocupando 62.524,65 ha. Uma das ilhas isoladas é composta pelo Mosaico de Unidades de Conservação Juréi-Itatins e a outra se localiza entre os dois arquipélagos (Figura 4).

A espécie alvo não se encontra completamente isolada na EASC por conta de alguns fragmentos florestais próximos, porém estes estão localizados na direção oposta do MJI, mas possibilitam a ligação da EASC com a Serra do Mar. Com isso, verifica-se que a EASC, apesar de não conectada com o MJI tem condições de garantir a sobrevivência desses animais.

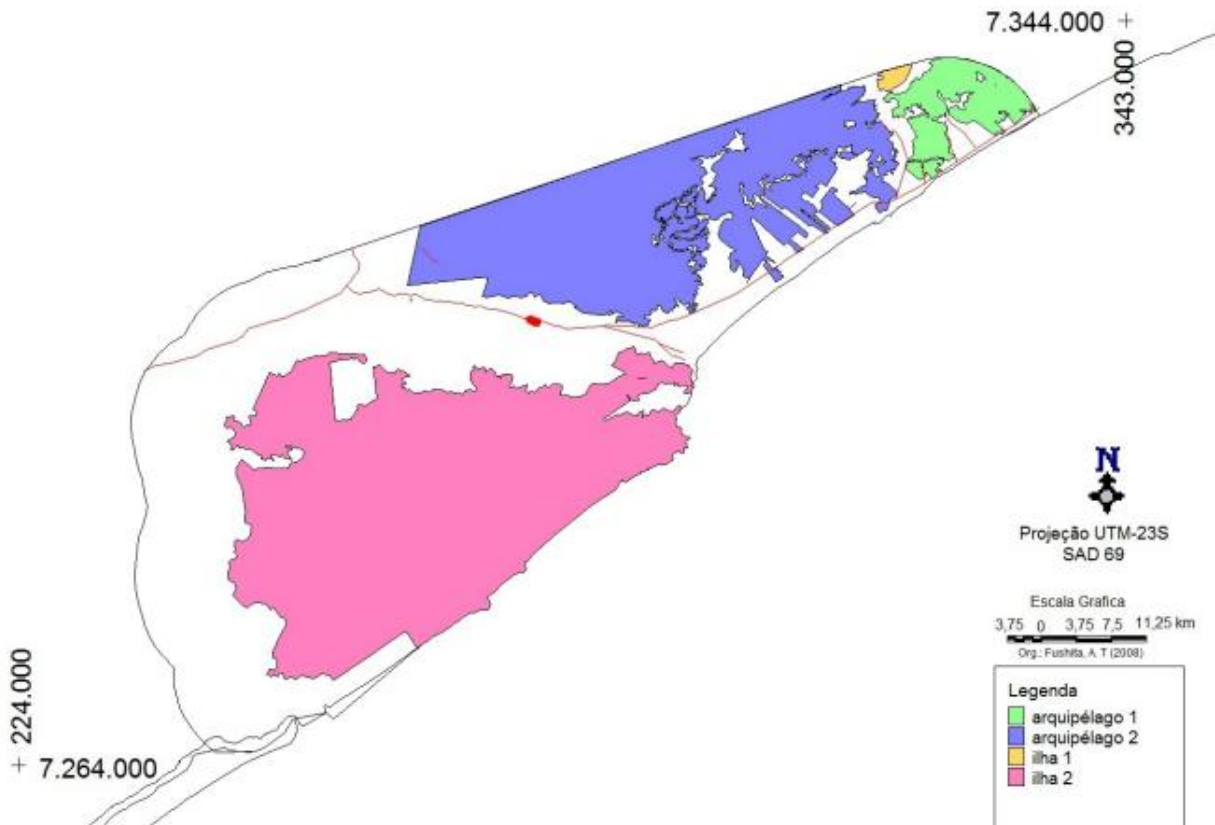


Figura 4: Arquipélagos e ilhas da área de estudo, gerado para a distância $d=39,0\text{ m}$.

No Cenário 02, simulado de acordo com as diretrizes do Código Florestal para Áreas de Preservação Permanente, haveria um único arquipélago, ou seja todos os fragmentos existentes na área de estudo estariam conectados entre si.

Dessa forma, pode-se considerar que a paisagem está pouco conectada do ponto de vista da distância entre fragmentos para a espécie alvo. Os dados gerados para a espécie *B. variegatus*, entre a EASC e o MJI, permite perceber que não há fragmentos ligando as duas áreas, corroborando as informações sobre a ausência de conectividade entre elas, o que impede a preguiça de transitar entre as duas extensões. Tal situação é agravada pelo histórico e pelo padrão de uso e ocupação da área.

Entretanto, respeitando-se a legislação vigente, no Cenário 02 os indivíduos de *B. variegatus* presentes em uma das Unidades de Conservação teoricamente podem alcançar a outra. Deve-se ressaltar que a conectividade não é importante apenas na conservação das populações de áreas protegidas, mas também na migração sazonal de diversas espécies de aves, mamíferos e insetos muitas vezes com deslocamentos de milhares de quilômetros como Olmos e Galetti (2004), discutem em seu trabalho.

Para permitir a conectividade e evitar o isolamento de espécimes que estão nos fragmentos é fundamental a presença de corredores ecológicos, uma importante ferramenta para a promoção da conectividade. Assim, deve-se prever a restauração de ambientes degradados em áreas de interesse para a promoção da conectividade, se possível de acordo com as necessidades das comunidades locais e de grupos organizados. Com isso, devem ser apoiados os proprietários privados que tenham interesse em destinar suas terras, total ou parcialmente, para o estabelecimento de reservas privadas, colaborando para a formação de corredores (LEDERMAN, 2007).

4. Considerações Finais

Diante dos resultados, é possível verificar a baixa conectividade entre os fragmentos e que estes estão em matrizes com pouca permeabilidade para a espécie-alvo, considerando somente seu comportamento e hábito alimentar, confirmando assim a inexistência de corredores ecológicos entre o MJI e a EASC.

Deve-se acrescentar que este estudo não analisou o isolamento proporcionado por características da matriz (permeabilidade), o histórico de ocupação e o quanto algumas barreiras, como as estradas, impedem o movimento de organismos entre fragmentos. Estes aspectos podem ser tão importantes quanto à configuração das manchas de fragmentos e a sua conectividade, considerando que o processo de fragmentação afeta negativamente as populações pela diminuição da densidade de indivíduos.

No entanto se faz necessário estudos de monitoramento dos indivíduos introduzidos e trabalhos que garantam a manutenção desta conectividade. É primordial a realização de ações que viabilizem a manutenção e a recuperação de algumas áreas de forma a facilitar o trânsito de fauna entre os fragmentos. Uma das alternativas seria a proposta de incentivo e o fomento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural nas propriedades privadas e a fiscalização das Reservas Legais que contribuiria para a formação de corredores ecológicos.

A aplicação da legislação permitiria a formação de corredores minimizando o isolamento causado pelas rodovias, para isso, seria necessária a readequação do atual uso e ocupação da terra de algumas regiões. Apesar da existência dos instrumentos legais é fundamental que estes sejam aplicados, pois mesmo havendo áreas protegidas como UC's e Territórios Indígenas, na região há o crescimento urbano, com a construção de novos empreendimentos como condomínios e loteamentos e o incentivo ao aumento de áreas de produção agrícola principalmente banana que em algumas áreas encontra-se consorciada ao plantio de *Eucaliptus* sp.

É importante a atuação do poder público em conjunto com a sociedade na implementação dos instrumentos legais para que se possa favorecer a conservação da biodiversidade. Além da sensibilização da comunidade para a manutenção dessas áreas.

Agradecimentos,

Agradecemos a todos que de algum modo nos ajudaram a realizar este trabalho.

Referências

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Publicada no **Diário Oficial da União** nº 090, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68.

Lederman, M. R. A Importância das Reservas Privadas na Implementação de Corredores Ecológicos. In: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Corredores Ecológicos - experiências em planejamento e implementação**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. - Brasília: MMA, p.47-50, 2007.

Maciel, B. de A. Mosaicos de Unidades de Conservação: uma estratégia de conservação para a Mata Atlântica. Brasília-DF. Dissertação de mestrado Universidade de Brasília, 2007.

Metzger, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica, **An. Acad. Bras. Ci.**, v.10, n.4, p. 1147-1161, 1999.

Oliveira, E. R. **Populações humanas na Estação Ecológica Juréia-Itatins**. Série documentos e relatórios de pesquisa, São Paulo, n.2, p.8-17, 2004.

Olmos, F.; Galetti, M. A conservação e o futuro da Juréia: isolamento ecológico e Impacto humano. In: Marques, O. A V.; Duleba, W. **Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna**. Ribeirão Preto: Holos, p.361-377, 2004.

Pinto, P. L. et al. Mata atlântica brasileira: Os desafios para conservação da biodiversidade de um Hotspot mundial. In: Rocha, C. F.D.; Bergallo, H. G. et al. **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos: RiMa, 2006, p. 91-118.

Pires; A.M.Z.C.R.; Pires; J.S.R.; Santos, J. E. dos. Avaliação da integridade ecológica de bacias hidrográficas. In: SANTOS, J.E. dos; et al. **Faces da polissemia da paisagem ecológica: Ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos. v.1, p.123-154, 2004.

Ranta, P. et al. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.385-403, 1998.

Tabarelli, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlantica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n 1, p. 133-138, 2005.

Taylor, P. D.; Fahrig, L.; Henein, K.; Merriam, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, v.68, n.3, p.571-573,1993.

Valladares-Pádua, C. B. et al. Manejo integrado de espécies ameaçadas. In: Cullen Junior, L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. Curitiba: Universidade do Paraná, 2006. cap.21, p. 543-555.

Viana V. M.; Pinheiro L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, v.12, n.32, p.25-42, 1998.