

Dinâmica ambiental da zona de amortecimento de áreas naturais protegidas

Environmental dynamic of the buffer zone of protected natural areas

Elói Lennon Dalla Nora^{1(*)}
José Eduardo dos Santos²

Resumo

A análise das atividades desenvolvimentistas no entorno de áreas naturais protegidas contribui para a identificação de elementos que questionem a funcionalidade, as contradições e os limites do seu desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, este trabalho buscou analisar a dinâmica temporal do uso e cobertura da terra, a predisposição a riscos ambientais e o potencial natural das zonas de amortecimento de duas unidades de conservação no Estado de São Paulo. Esta análise foi construída a partir de imagens orbitais do sensor TM/Landsat-5 e métricas de paisagem manipuladas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). As zonas de amortecimento revelaram um processo de reestruturação da matriz agrícola, onde a intensificação do uso das terras e a concentração de áreas urbanizadas representa os fatores que ameaçam diretamente a integridade biológica das áreas protegidas. Os remanescentes de vegetação encontram-se extremamente fragmentados, isolados e em processo contínuo de supressão, onde medidas conservacionistas de proteção e recuperação precisam ser adotadas.

Palavras-chave: Unidades de conservação; uso da terra; sensoriamento remoto.

Abstract

The analysis of development activities in buffer zones of protected natural areas contributes with the identification of elements that question the functionality, the contradictions and the limits of sustainable development in these regions. In this context, this study tried to examine the temporal land use and land cover dynamics, the predisposition to environmental risks and the natural potential of the buffer zones of two protected areas in the State of São Paulo. This analysis was constructed

1 MSc.; Biólogo; Doutorando em Ciência do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE; Endereço: Avenida dos Astronautas, 1758, Jardim da Granja, CEP: 12227-010, São José dos Campos, São Paulo, Brasil; E-mail: eloi.dallanora@inpe.br (*) Autor para correspondência.

2 PhD.; Biólogo; Professor Titular do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: djes@power.ufscar.br

from satellite images of TM/Landsat-5 sensor and landscape metrics manipulated in GIS (Geographic Information Systems). The buffer zones revealed a process of restructuring of the agricultural matrix in which the intensification of land use and the concentration of urban areas represents the factors that directly threaten the biological integrity of protected areas. The vegetation remnants are extremely fragmented, isolated and in continuing process of clearance, where conservation measures to protect and recover them need to be adopted.

Key words: Conservation units; land use; remote sensing.

Introdução

Um fato globalmente reconhecido é que a proteção das espécies de fauna e flora nativas de um país ou região só poderá ser feita, de forma efetiva, com a preservação de parcelas significativas de seus ambientes naturais (GROOMBRIDGE, 1992; HEYWOOD e WATSON, 1995). Em razão disso, no Brasil, a exemplo de muitos outros países, são criadas diversas unidades de conservação (UCs), visando além da proteção dos recursos bióticos, à conservação dos recursos físicos e culturais desses mesmos espaços naturais.

Dentre os principais argumentos pela necessidade da conservação da biodiversidade, destaca-se suas contribuições econômicas diretas, a manutenção da qualidade da atmosfera, o equilíbrio climático, regulação do ciclo hidrológico, assimilação de resíduos e muitos outros processos que suportam a vida (DE GROOT, 1992). No Brasil, desde o início da criação de áreas protegidas, seu objetivo maior tem sido o de manter os recursos naturais em seu estado original, para usufruto das gerações atuais e futuras, além de promover o desenvolvimento sustentável (SNUC, 2000).

Entretanto, a simples implantação das unidades de conservação no Brasil revelou-se insuficiente frente aos objetivos de conservação dos recursos naturais.

Interferências ocasionadas em áreas adjacentes como invasões, deposição de resíduos e extração ilegal de recursos ameaçavam a manutenção e a integridade biológica dessas áreas. A partir da constatação dessa necessidade, as “zonas de amortecimento” definidas pelo poder público (CONAMA, 1990), foram criadas com o propósito de reduzir os impactos sobre áreas protegidas, decorrentes da ação humana em seu entorno.

Esta medida apóia-se na Resolução CONAMA nº 13/90 que determina uma faixa de 10 km em torno das unidades de conservação, na qual qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente. Contudo, essa resolução não atende totalmente às necessidades das áreas protegidas, pois não contempla as restrições e peculiaridades inerentes a cada unidade. Em razão desses e de outros problemas relacionados a incompatibilidades de áreas adjacentes frente aos objetivos de proteção e conservação dos recursos naturais, têm-se buscado soluções de caráter educativo, legal ou científico, que permitam viabilizar medidas efetivas para identificar e suprimir o uso inadequado desses espaços limítrofes (DRUMMOND et al., 2009).

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o grau de comprometimento ambiental das zonas de amortecimento de

duas UCs de proteção integral no Estado de São Paulo (Estação Ecológica de São Carlos e Estação Ecológica de Itirapina). Considerando que as decisões de manejo e alocação do terreno têm um componente espacial que implica a forma e a configuração da paisagem, esta abordagem foi desenvolvida com base na análise temporal dos padrões de uso e cobertura da terra, bem como, mediante a utilização de métricas de paisagem.

Material e Métodos

Área de estudo

A Estação Ecológica de São Carlos (EESCar), está localizada na região centro-leste do Estado de São Paulo, no município de Brotas, entre as coordenadas geográficas 22° 05' e 22° 07' de latitude Sul e 48° 00' e 48° 05' longitude Oeste. É uma das poucas unidades de conservação que têm sua situação fundiária regularizada e sem moradores em suas delimitações. Essa unidade é administrada pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, ocupa uma área de 75,26 hectares compostos principalmente por fisionomias de floresta mesófila, (DALLA NORA, 2010).

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) localiza-se parcialmente nos municípios de Itirapina e Brotas entre as coordenadas 22° 11' e 22° 15' de latitude Sul e 47° 51' e 47° 56' de longitude Oeste. Essa unidade contempla uma área de 2.300 hectares, composta em grande parte por fisionomias de cerrado, campo limpo, campo sujo, áreas brejosas e matas de galeria. A Estação Ecológica de Itirapina também é administrada pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e não

registra moradores em duas delimitações (DALLA NORA, 2010).

A área de estudo envolve uma extensão territorial de aproximadamente 103.482 hectares, equivalentes a área das unidades de conservação e suas respectivas zonas de amortecimento em um raio de 10 km a partir dos seus limites legais. Essa área abrange em partes, os municípios de Itirapina, Brotas, Ribeirão Bonito, Ibaté, São Carlos, Analândia e Corumbataí (Figura 1).

O clima da região é classificado como subtropical úmido, com temperaturas elevadas no verão, temperaturas amenas no inverno e com um período seco igual ou inferior a três meses no ano (NIMER, 1979). Com relação aos aspectos florísticos, essa área também é enquadrada na região de florestas de planalto, em geral associadas à presença de cursos hídricos, além da ocorrência de formações savânicas diversificadas (LEITÃO FILHO, 1982).

O relevo é caracterizado por variações altimétricas de grande amplitude (492 a 1.032 metros). As cotas altimétricas mais baixas estão associadas ao fundo de vales e canais de drenagem (492 a 592 metros), enquanto divisores de água e feições geomorfológicas pronunciadas como as cuestas basálticas típicas dessa região representam as cotas altimétricas mais altas. Embora a magnitude de variação seja ampla, a distribuição espacial das feições geomorfológicas extremas é concentrada em regiões específicas (DALLA NORA, 2010).

Procedimentos metodológicos

A análise temporal da distribuição espacial dos usos e ocupação da terra presentes nas zonas de amortecimento da EESCar e EEI foi realizada a partir de dados orbitais provenientes do sensor TM/Landsat-5. A

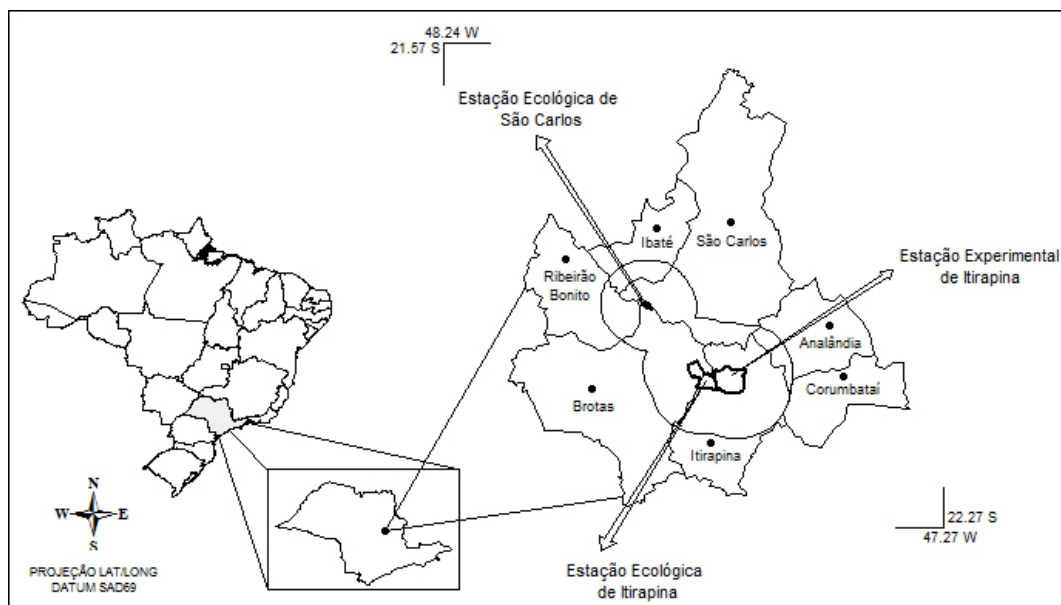


Figura 1. Localização da EESCar e EEL e suas respectivas zonas de amortecimento

dinâmica temporal foi estabelecida com base nos períodos de 1990, 2000 e 2009 em ambiente SIG. Mediante interpretação visual e classificação matricial, todas as classes de usos e ocupação da terra foram vetorizadas, corrigidas e editadas em cartas temáticas referentes a cada período analisado.

As imagens do sensor TM foram selecionadas com base em observações do calendário agrícola local, além dos efeitos de sombreamento, de iluminação e visadas do sensor. Sobre as bandas 3, 4 e 5 em composição colorida RGB falsa-cor, foram aplicados pré-processamentos de realce de imagem, correção geométrica e equalização. A interpretação visual das classes de usos e cobertura da terra foi baseada nos elementos tonalidade/cor, forma, tamanho e textura dos pixels de cada cena, além de considerações geomorfológicas locais.

O processo de discriminação e nomenclatura das classes de uso/cobertura seguiu a metodologia proposta pelo manual

técnico de usos da terra (IBGE, 2006). Contudo, neste estudo, as áreas antrópicas agrícolas vinculadas ao cultivo da cana-de-açúcar foram apresentadas em uma subclasse separada da categoria “culturas temporárias”. Essa adaptação foi necessária, devido à grande expressividade tanto em áreas ocupadas como na pauta de grandes discussões a respeito do crescimento econômico, fontes de energia renovável e sustentabilidade ambiental associado a essa cultura.

Após a conclusão das etapas de classificação das imagens orbitais, as cartas temáticas produzidas foram testadas para avaliar a acurácia global da classificação mediante matriz de confusão e índice Kappa (MOREIRA, 2001; COHEN, 1960). As cartas temáticas foram confrontadas com mapas de referência disponíveis para a área de estudo, além da utilização de um conjunto de pontos amostrais coletados aleatoriamente em campo, no ano de 2009, com o apoio de um Global Positioning System (GPS) de navegação.

Métricas de paisagem

As informações obtidas em relação às áreas de vegetação remanescente foram utilizadas para analisar a estrutura e configuração espacial da área mediante a utilização de métricas da paisagem construídas em ambiente SIG. Foram utilizadas algumas métricas consagradas pela pesquisa científica, como número e tamanho dos fragmentos, área de borda (e área núcleo), conectividade funcional e isolamento médio (RIBEIRO et al., 2009). Para todas as métricas utilizadas, foi adotada uma abordagem multi-escala, para considerar a percepção diferenciada de espécies em relação à estrutura da paisagem (URBAN, 2005).

O número e tamanho de fragmentos além de contabilizar as áreas de vegetação natural, permitiram analisar a distribuição dos remanescentes em classes de tamanhos diferenciados para cada período avaliado. As áreas de borda foram estimadas considerando diferentes valores de profundidade para cada fragmento. Todos os pontos localizados a uma distância superior ao valor de profundidade de borda utilizado foram classificados com área núcleo.

A conectividade funcional da paisagem foi estimada simulando capacidades diferenciadas de deslocamento de espécies (RIBEIRO et al., 2009; URBAN e KEITT, 2001). Todo fragmento situado a uma distância do seu vizinho não superior a uma determinada capacidade de deslocamento (50, 100 ou 500 metros), foi contabilizado para estimar a área média da paisagem disponível para essa capacidade de deslocamento. Tal procedimento foi aplicado para todos os períodos avaliados, porém, sem considerar qualquer forma de barreira natural ou antrópica.

A distância média entre um determinado fragmento e seus vizinhos foi calculada, considerando um raio de busca

de mil metros para todos os fragmentos de vegetação. A partir desses valores, foi estimado o isolamento médio entre os fragmentos para toda a zona de amortecimento. O mesmo procedimento foi repetido para todos os períodos, porém, paulatinamente suprimindo os fragmentos inferiores a 50, 100 e 200 hectares. Essa abordagem foi adotada com o objetivo de avaliar importância dos pequenos fragmentos na redução do isolamento médio entre os remanescentes da paisagem (RIBEIRO et al., 2009).

Resultados e discussões

O período de estudo avaliado e a escala de trabalho utilizada foram capazes de identificar uma reestruturação na distribuição espacial dos usos e ocupação da terra presentes nas zonas de amortecimento (Figura 2). O padrão observado revela grandes modificações em áreas anteriormente heterogêneas, onde um processo de “homogeneização da paisagem” parece se estabelecer. Essa tendência está associada à reorganização da matriz agrícola, através da expansão de atividades que atualmente estão sendo potencializadas pelas políticas agrícolas nacionais. Atividades vinculadas à produção de matérias primas para produção de energia renovável são os setores que melhor respondem a essa tendência (Tabela 1).

Com relação ao procedimento metodológico adotado, o processo de classificação das imagens do sensor TM/Landsat-5 foi testado para avaliar a acurácia dos resultados em relação aos dados obtidos em campanhas de campo. De acordo com os testes realizados, a matriz de confusão revela uma exatidão total de 92%, já o coeficiente Kappa obtido foi de 0,90, valor este definido como excelente de acordo com Moreira (2001) e Cohen (1960).

Figura 2. Distribuição espacial das subclasses antrópicas agrícolas e não agrícolas (a) e subclasses de vegetação natural nas zonas de amortecimento da EESCar e EEI nos períodos de 1990, 2000 e 2009

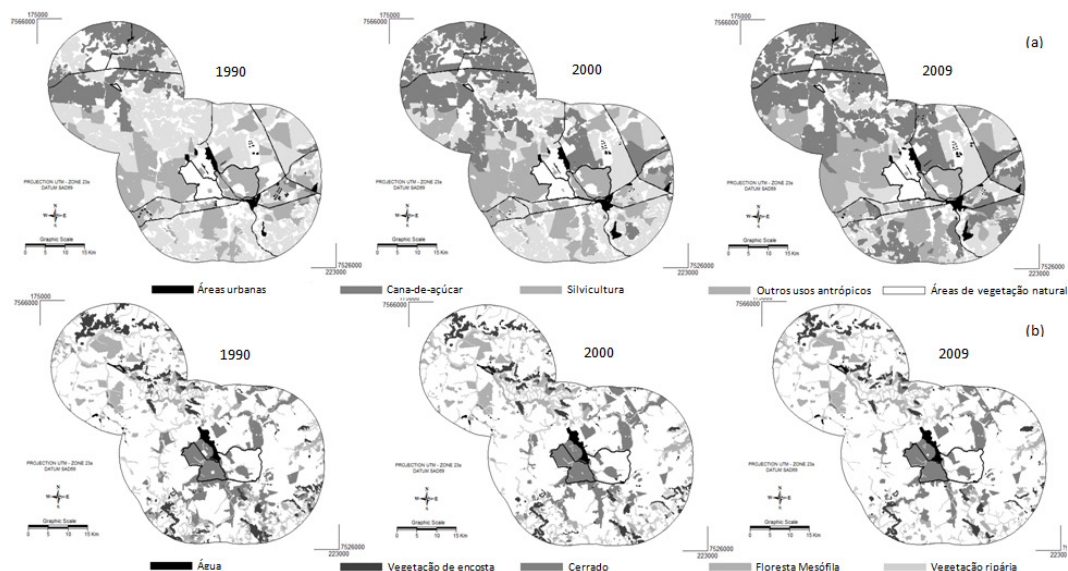


Tabela I. Distribuição das classes de usos e ocupação da terra, áreas ocupadas e percentagens relativas para os períodos de 1990, 2000 e 2009 nas zonas de amortecimento

Usos e Ocupação da Terra		1990		2000		2009	
		ha	%	ha	%	ha	%
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas Urbanizadas	1.837,88	1,78	2.163,48	2,09	2.313,48	2,24
	Áreas de Mineração	31,30	0,03	55,59	0,05	64,03	0,06
	Subtotal	1.869,18	1,81	2.219,07	2,14	2.377,51	2,3
Áreas Antrópicas Agrícolas	Culturas Temporárias	18.150,37	17,54	13.101,97	12,66	4.285,94	4,14
	Culturas Permanentes	1.144,34	1,11	4.454,23	4,30	4.681,21	4,52
	Cana-de-Açúcar	13.033,20	12,59	23.989,93	23,18	31.803,89	30,74
	Silvicultura	20.907,31	20,21	23.515,95	22,74	29.889,96	28,88
	Pastagem	19.439,25	18,78	9.517,48	9,20	6.840,46	6,61
	Subtotal	72.674,47	70,23	74.579,56	72,08	77.501,46	74,89
Áreas de Vegetação Natural	Floresta Mesófila	7.080,83	6,84	7.222,09	6,98	7.172,80	6,93
	Vegetação de Encosta	4.734,26	4,57	3.820,09	3,69	3.424,96	3,31
	Cerrado	10.190,40	9,85	8.752,84	8,46	7.677,24	7,42
	Vegetação Ripária	6.099,05	5,89	6.014,96	5,81	4.478,73	4,33
	Subtotal	28.104,54	27,15	25.809,98	24,94	22.753,73	21,99
Água	Rios, Lagos e Represas	834,23	0,81	873,81	0,84	849,72	0,82
	Subtotal	834,23	0,81	873,81	0,84	849,72	0,82
TOTAL		103.482,42	100	103.482,42	100	103.482,42	100

Áreas antrópicas não agrícolas

Na área de estudo, as áreas antrópicas não agrícolas (áreas urbanizadas e áreas de mineração), representam uma das menores classes presentes nas zonas de amortecimento das unidades de conservação (Tabela 1). Durante os períodos de 1990, 2000 e 2009 essa classe apresentou variações sutis na área ocupada em relação à área total da paisagem (inicialmente 1,81% chegando a 2,3% em 2009). Entretanto, esta pode ser considerada como a classe de usos e ocupação da terra menos apropriada em zonas de amortecimento para os fins de proteção e conservação dos recursos naturais.

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000), áreas urbanizadas deveriam ser implantadas fora das zonas de amortecimento, devido aos problemas relacionados a expansões urbanas, produção de resíduos e invasão da população nas áreas protegidas. Nessa condição, os baixos valores percentuais obtidos não traduzem os reais riscos ambientais associados à presença dessas áreas.

A maior concentração de áreas urbanizadas está associada ao perímetro urbano do município de Itirapina, situado integralmente dentro das zonas de amortecimento. Segundo dados estatísticos do IBGE (2007), no período de 1991 a 2007, apenas no município de Itirapina a população local passou de 9.953 para 13.889 habitantes respectivamente. Esse indicador representa um aspecto importante, já que a densidade de ocupação populacional é um dos principais fatores a serem controlados nas zonas de amortecimento (OLIVA; MAGRO, 2004).

Áreas antrópicas agrícolas

As áreas antrópicas agrícolas, desde o início do período analisado, formavam a

classe mais representativa inserida nas zonas de amortecimento (Tabela 1). Entretanto, durante o período transcorrido sob avaliação, um aumento de apenas 6,64% foi registrado, revelando que as maiores modificações estão relacionadas ao padrão de distribuição exibido pelas diferentes subclasses e não ao aumento de novas áreas propriamente ditas.

Essa reorganização da matriz agrícola é evidenciada pelo registro de fortes reduções nas áreas ocupadas por subclasses de usos tipicamente majoritárias como culturas temporárias e pastagens. Essas subclasses apresentaram perdas de 76,39% e 64,81% respectivamente em suas áreas de distribuição. As pastagens atualmente estão restritas a pequenas propriedades localizadas em regiões de encosta onde a implantação de sistemas agrícolas intensivos é inviabilizada.

Essa dinâmica vem sendo registrada em várias regiões do estado de São Paulo onde a produção leiteira tem sido abandonada e as áreas de pastagens gradualmente convertidas em áreas de cultivo, principalmente da cultura de cana-de-açúcar (RUDORFF et al., 2010; CAMARGO et al., 2008; MACEDO, 2005). Segundo Silva e Fredo (2008), no ano de 1998, o Estado de São Paulo era o segundo maior produtor de leite do país. A partir do ano seguinte, começou a perder espaço no cenário nacional para os estados de Goiás, Rio Grande do Sul e Paraná, passando em 2001 a ser o quinto maior estado produtor. Tais reduções foram motivadas principalmente pelos baixos preços pagos aos produtores, falta de incentivos financeiros e aumentos nos custos de produção (GONÇALVES, 2009).

As áreas ocupadas com silvicultura representam o setor agrícola mais consolidado nas zonas de amortecimento. No período de 1990, essa subclasse já totalizava 20,21% da área, a mais representativa. Durante o período

analisado, seguiu em processo de expansão e atualmente representa 28,88% da paisagem. Essa atividade está vinculada principalmente ao setor madeireiro e a indústria de papel e celulose, representando um dos setores mais avançados dentre as atividades antrópicas agrícolas, principalmente pelo seu nível tecnológico.

Contudo, outras atividades agrícolas apresentaram aumentos exponenciais em relação à área cultivada. As culturas permanentes, por exemplo, (citros, em grande parte), embora ainda representem uma das menores subclasses agrícolas, apresentou um aumento superior a quatro vezes a sua distribuição inicial (1,11% para 4,52 %). Segundo Baptistella et al. (2008), a atual expansão das áreas vinculadas a esse setor pode ser atribuída, em grande parte, ao subsídio tecnológico disponibilizado às unidades produtivas. Segundo o mesmo autor, essa condição trouxe ganhos de produtividade e conseqüente aumento na escala de produção.

Da mesma forma, o setor sucroalcooleiro representa o segmento agrícola que mais expandiu no interior das zonas de amortecimento. O cultivo da cana-de-açúcar que inicialmente ocupava apenas 12,59% da paisagem, hoje representa 30,74% ocupando uma área de 31.803 hectares. A esse aumento pode ser atribuído os estímulos financeiros viabilizados pela política agrícola nacional que mobilizou o setor produtivo na conversão de grande parte das terras agricultáveis ao cultivo da cana-de-açúcar.

De acordo com Camargo et al. (2008), o cultivo da cana-de-açúcar na região teve início ainda na década de 1970 para a obtenção de álcool combustível. Essa iniciativa teve origem a partir da implantação do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, que

objetivava reduzir o consumo e importação de petróleo no Brasil. Na atualidade, a expansão da atividade tem sido atribuída principalmente ao aumento da frota nacional de veículos bicombustível (RUDORFF et al., 2010), valorização do açúcar no mercado internacional e a necessidade de desenvolver fontes de energias renováveis (MACEDO, 2005).

Em contrapartida, a conversão de grandes áreas territoriais vinculadas a essa monocultura vem enfrentando problemas de ordem social e ambiental. O primeiro refere-se à precarização das condições de trabalho no campo, concentração fundiária e má distribuição de renda (GONÇALVES, 2009). Já em relação aos problemas ambientais, um deles refere-se à queima anual dos canaviais para facilitar a colheita. Essa prática de manejo afeta negativamente o ambiente, uma vez que a queima libera gás carbônico, ozônio, gases de nitrogênio e de enxofre, além da fuligem da palha queimada (SZMRECSÁNYI, 1994). Outro problema consiste na destruição da microbiota, diminuição da umidade e porosidade dos solos, aumentando à compactação e a suscetibilidade a erosão laminar (GONÇALVES, 2009).

A condição de uma matriz essencialmente agrícola, no entorno imediato das unidades de conservação, também ocasiona uma série de intervenções diretas. De acordo com Barbosa (2009), estudos realizados na EEI, revelaram um adiantado grau infestação da unidade por espécies de gramíneas invasoras como *Urochloa decumbens* e *Melinis minutiflora*, oriundas de áreas adjacentes. Segundo o mesmo autor a ocorrência de espécies arbóreas invasoras, *Pinus* e *Eucalyptus*, é outro aspecto importante que ameaça a integridade biológica da unidade de conservação.

Essa condição também foi registrada nas formações florestais presentes na Estação Ecológica de São Carlos. De acordo com Feliciano (1999), nessa unidade de conservação, é possível encontrar uma ampla quantidade e diversidade de espécies invasoras, principalmente de cipós. Esse aspecto, segundo o mesmo autor, é resultante basicamente dos tipos de usos e ocupação da terra implementados durante o processo de desenvolvimento econômico local no entorno imediato da unidade de conservação.

Áreas de vegetação natural

As áreas de vegetação natural representam um conjunto de estruturas florestais e campestres nativas, abrangendo desde formações primárias ou alteradas até formações secundárias, em diversos estágios de sucessão. Essa classe, durante o período considerado, apresentou uma redução de 19% em sua área de distribuição e atualmente representa 22% da paisagem. Esses valores, entretanto, não traduzem a real perda da qualidade ambiental acumulada ao longo desse período no processo de desenvolvimento econômico local. As subclasses de vegetação natural encontram-se extremamente, fragmentadas, isoladas e em processo contínuo de supressão.

Na área de estudo, durante o período avaliado, grande parte dos remanescentes de vegetação natural foi composta por pequenos fragmentos (Figura 3). Atualmente, 75% do número total de fragmentos apresentam área inferior a 50 hectares. Da mesma forma, fragmentos inferiores a 250 hectares respondem a 95% dos remanescentes. Essa condição evidencia o adiantado grau de degradação das características ambientais originais da área pelo processo histórico

de conversão de áreas naturais em sistemas agrícolas.

Em decorrência do estado severo de fragmentação, a disponibilidade de áreas núcleo está gradualmente sendo reduzida e a suscetibilidade dos fragmentos a efeitos de borda, proporcionalmente elevada (Figura 4). De acordo com Laurence (2008), a sensibilidade a efeitos de borda em ecossistemas tropicais podem atingir até 400 metros no interior dos fragmentos. Na área de estudo, atualmente 75,6% dos fragmentos remanescentes encontram-se a menos de 200 metros da borda. Além disso, independentemente da profundidade de borda considerada, 80% das áreas núcleo disponíveis para cada período são inferiores a 50 hectares.

Os pequenos fragmentos (<50 ha), na área de estudo podem ser considerados como o aspecto fundamental na redução do isolamento médio entre os fragmentos para todos os períodos avaliados. Considerando todos os fragmentos, o isolamento médio atual registrado é de aproximadamente 950 metros (Tabela 2). Trata-se de um valor considerável de afastamento para a maioria das espécies florestais (LAURANCE; GÓMEZ, 2005), principalmente para as que evitam áreas de borda (HANSBAUER et al., 2008; LOPES et al., 2009). Considerando que fragmentos inferiores a 50 hectares fossem perdidos, o isolamento médio entre fragmentos poderia chegar a 1.800 metros. Em uma situação extrema, chegaria a 2.200 metros caso os fragmentos atuais menores de 200 hectares fossem perdidos.

Com o aumento do isolamento médio registrado entre fragmentos, a conectividade funcional entre eles diminuiu. O padrão registrado revela que na área de estudo a disponibilidade de áreas naturais para

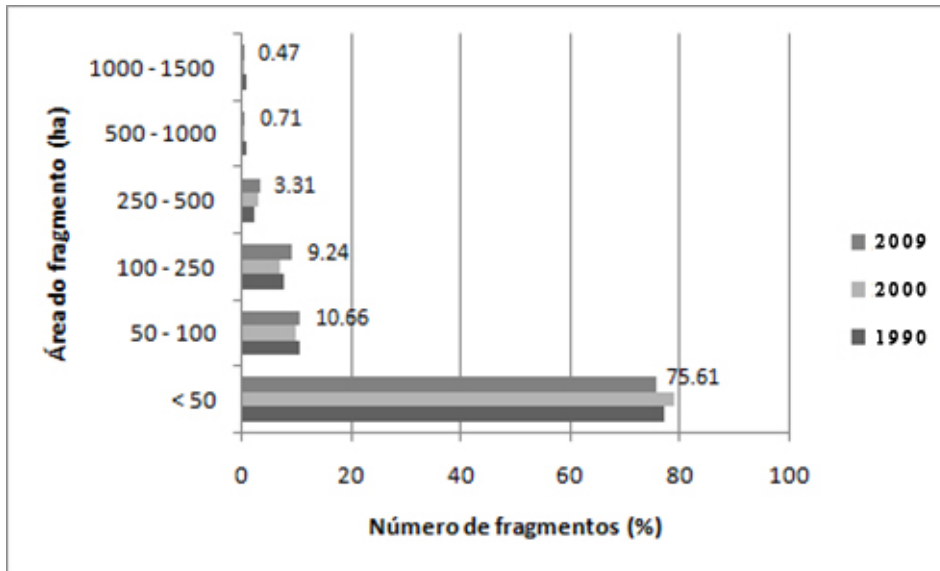


Figura 3. Distribuição percentual do número de fragmentos em classes diferenciadas de tamanhos para os períodos de 1990, 2000 e 2009

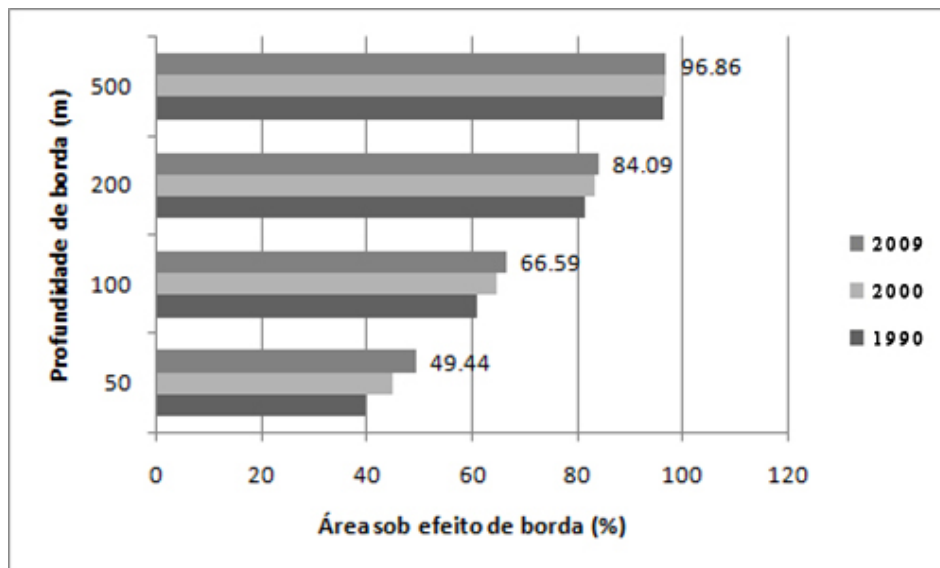


Figura 4. Distribuição do número de fragmentos com áreas núcleo em função da profundidade de borda diferenciada para os períodos de 1990, 2000 e 2009

Tabela 2. Valores de isolamento médio entre todos os fragmentos e considerando a perda dos remanescentes inferiores a 50, 100 e 200 hectares para os períodos de 1990, 2000 e 2009

Períodos	Isolamento Médio			
	Todos	< 50 ha	< 100 ha	< 200 ha
1990	782,95	1.181,96	1.268,86	1.422,49
2000	814,09	1.430,85	1.506,62	1.674,39
2009	951,82	1.823,93	1.918,93	2.214,88

indivíduos com capacidade de deslocamento de 100 ou 500 metros diminuiu 36,58% e 24,65% respectivamente durante o período avaliado. A área de vegetação natural disponível em 1990, distribuída em fragmentos a uma distância não superior a 100 metros (19.159,01 hectares), é praticamente a mesma disponível atualmente (18.847,91), porém, sujeita a uma necessidade de deslocamento 500 metros (Tabela 3).

A utilização de pequenos fragmentos para formação de mosaicos funcionais, a recuperação de áreas adjacentes as UCs, a proteção dos grandes fragmentos sob a forma de novas UCs são medidas importantes que poderiam contribuir para conservação dos recursos naturais da área a médio e longo prazo. Contudo, tais medidas precisariam ser acompanhadas por uma adequação das atividades e práticas de

Tabela 3. Disponibilidade média de áreas de vegetação natural para distancias de deslocamento de 50, 100 e 500 metros para os períodos de 1990, 2000 e 2009

Períodos	Áreas de conectividade funcional					
	50 metros		100 metros		500 metros	
	ha	%	ha	%	ha	%
1990	0,0	0,0	19.159,01	18,51	25.015,82	24,17
2000	0,0	0,0	15.480,44	14,96	21.700,69	20,97
2009	0,0	0,0	12.150,33	11,74	18.847,91	18,21

A área disponível para capacidade de deslocamento de até 50 metros foi nula pra todos os períodos avaliados. Porém, esses valores podem estar subestimados em função da resolução espacial das imagens do sensor TM que pode tornar imperceptível pequenas lacunas entre fragmentos. Contudo, o arranjo espaço/temporal registrado revela a necessidade de ações imediatas para a proteção dos últimos remanescentes de vegetação natural e recuperação de áreas prioritárias nas zonas de amortecimento.

manejo implementadas na matriz agrícola das zonas de amortecimento.

Conclusões

Ambas as unidades de conservação encontram-se imersas em uma matriz primariamente agrícola e que ocupou em média mais de 70% das zonas de amortecimento. A concentração de áreas urbanizadas, o aumento da densidade populacional e os problemas relacionados às atividades antró-

picas (monoculturas extensivas, práticas de manejo, espécies invasoras e intensificação do uso das terras), na área de estudo, representam as principais forças que ameaçam diretamente a integridade biológica das unidades de conservação.

A avaliação da dinâmica da paisagem revelou uma reestruturação da matriz agrícola implementada nas zonas de amortecimento durante o período analisado. Essa característica é atribuída à mobilização do setor produtivo na conversão de grande parte das terras agricultáveis para o cultivo da cana-de-açúcar. Contudo, essa condição afeta negativamente o ambiente e aumenta a pressão da matriz agrícola sobre as unidades de conservação.

As zonas de amortecimento revelam-se em adiantado grau de degradação das

características ambientais originais e em processo contínuo de supressão e isolamento. As áreas de vegetação remanescente encontram-se extremamente fragmentadas, compostas em grande parte por fragmentos inferiores a 50 hectares e fortemente sujeitos a efeitos de borda. Esta condição também afeta a capacidade de deslocamento potencial de espécies em decorrência das mudanças na configuração espacial da paisagem.

O cenário registrado revela a necessidade de adotar medidas de proteção, manejo e recuperação de áreas prioritárias para a manutenção da integridade natural das UCs. Essas ações devem ser baseadas em um planejamento cuidadoso e voltadas a aumentar a representatividade funcional das UCs nas zonas de amortecimento.

Referências

BAPTISTELLA, C. S. L.; FREDO, C. E.; OLIVETTE, M. P. A.; VICENTE, M. C. M.; FRANCISCO, V. L. F. S.; Técnicas e Ocupação de Mão-de-obra na Cultura de Laranja no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n.12, p. 73-81, 2008.

BARBOSA, E. G. **Eficiência do manejo no controle de duas espécies de gramíneas invasoras em cerrados paulistas**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CAMARGO, A. M. M. P.; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P.; OLIVETTE, M. P. A.; SACHS, R. C. C.; TORQUATO S. A.; Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 47-66, 2008.

COHEN, J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 13 de 6 de dezembro de 1990. Normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação visando à proteção dos ecossistemas ali existentes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 dez. 1990. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/legislacao/Res_CONAMA_13_1990> Acesso em: 25 ago. 2010.

DALLA NORA, E. L. **Caracterização e diagnóstico ambiental das zonas de amortecimento de áreas naturais legalmente protegidas**. Estudo de caso: Estação Ecológica de São Carlos e Estação Ecológica de Itirapina. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, 2010.

DE GROOT, R. S. **Functions of Nature**: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff, Amsterdam, 1992. 315 p.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A.; NINIS, A. B. Brazilian federal conservation units: A historical overview of their creation and of their current status. **Environment and History**, v.15, n.4, p. 463-491, 2009.

FELICIANO, A. L. P. **Caracterização ambiental, florística e fitossociológica de uma unidade de conservação**. Caso de estudo: Estação Ecológica de São Carlos, Brotas, SP. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, 1999.

GONÇALVES, D. B. **Mar de cana, deserto verde?** Os dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista. 2005. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, 2005.

_____. Considerações sobre a expansão recente da lavoura canavieira no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.10, [S.I.], 2009.

GROOMBRIDGE, B. **Global biodiversity: status of the Earth's living resources**. London: Chapman & Hall/World Conservation Monitoring Centre, 1992.

HANSBAUER, M. M.; STORCH, I.; LEU, S.; NIETO-HOLGUIN, J. P.; PIMENTEL, R. G.; KNAUER, F.; METZGER, J. P. Movements of neotropical understory passerines affected by anthropogenic forest edges in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Biological Conservation**, v.141, n. 3, p. 782-791, 2008.

HEYWOOD, V. H., WATSON, R. T. **Global biodiversity assessment**. Cambridge: Cambridge University Press/United Nations Environment Programme, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de uso da terra**. Brasília: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2000**: características da população e dos domicílios. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/senso2000/default.shtm>>. Acesso em: 12 ago. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/concla/claativeco/cnae.shtm>>. Acesso em: 25 ago. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Contagem da população 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007>>. Acesso em: 12 ago. 2010.

LAURANCE, W. F. Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeography theory. **Biological Conservation**, v. 141, n. 7, p. 1731-1744, 2008.

LAURANCE, S. G. W.; GÓMEZ, M. S. Clearing width and movements of understory rainforest birds. **Biotropica**, v. 37, n.1, p. 149-152, 2005.

LEITÃO FILHO, H. F. Taxonomic aspects in Sao Paulo state forests - Brazil. **Silviculture**, v.16, n.3, p. 197-206, 1982.

LOPES, A. V.; GIRÃO, L. C.; SANTOS, B. A.; PERES, C. A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, v.142, n. 6, p. 1154-1165, 2009.

MACEDO, I. C. Emissões de GEE do setor de açúcar e etanol no Brasil: valores atuais e esperados. In: MACEDO, I. C. (Org.) **A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Berlendis & Vertecchia/ UNICA, 2005. P. 101-104.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: UFV. 2001.

NIMER, E. **Climatology of Brazil, natural resources and environment season**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVA, A.; MAGRO, T. C. A evolução do planejamento do entorno das Unidades de Conservação de proteção integral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 4., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, 2004. p. 462-473.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo state (Brazil) using Landsat data. **Remote Sensing**, v.2, n.4, p. 1057-1076, 2010.

SILVA, R. O. P.; FREDO, C. E. Economic aspects of milk production and its impact on job generation in the state of Sao Paulo - Brazil over 1995-2006. **Economic Information**, v. 38, p. 73-85, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA: Lei no. 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 12 ago. 2010.

SZMRECÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 10, p. 73-74, 1994.

URBAN, D. L. Modeling ecological processes across scales. **Ecology**, v. 86, n. 8, p. 1996-2006, 2005.

URBAN, D.; KEITT, T. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. **Ecology**, v.82, n. 5, p. 1205-1218, 2001.