

FRAGMENTAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (SP) ENTRE 1973 E 2004

Denise Maria Paes GUIARD¹

Tatiana Mora KUPLICH¹

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados da análise temporal de dados de sensoriamento remoto para a quantificação da fragmentação da cobertura florestal em São José dos Campos (SP) em um período aproximado de 30 anos (1973 a 2004). Para tanto, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e de ecologia de paisagens. Resultados apontaram uma paisagem altamente fragmentada, com aumento do número de fragmentos e diminuição do tamanho médio dos fragmentos florestais no período de estudo. As demais métricas também indicaram aumento das áreas de borda e diminuição da área central dos fragmentos florestais. Estudos adicionais são necessários, para refinar o conhecimento de campo e permitir a definição de prioridades de conservação no município.

Palavras-chave: ecologia de paisagens, métricas de paisagem, sensoriamento remoto, São José dos Campos (SP).

Abstract

Forest fragmentation in São José dos Campos Municipality between 1973 and 2004

Remote sensing data and techniques, coupled with landscape ecology metrics, were used to investigate the fragmentation of forest patches in São José dos Campos municipality over 30 years. 1973 and 2004 Landsat sensors images were classified, generating land use/cover maps. These maps were used to calculate landscape ecology metrics for forest patches in the Fragstats software. Results showed a landscape highly fragmented and with increasing forest degradation throughout the period of study. The number of forest patches increased, along with a decrease in mean patch size, denotes fragmentation and reduction of forest area in São José dos Campos. The remaining metrics were also indicative of forest degradation, such as increasing edge length and reduction of area core for forest patches. Additional studies are needed to refine the analysis presented here, such as to gather data on forest inventories to allow attempts on conservation planning.

Keywords: landscape ecology, landscape metrics, remote sensing, São José dos Campos (Brazil).

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - Av. dos Astronautas 1758 – 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil – E-mails: denise.guisard@lit.inpe.br / tmk@dsr.inpe.br

INTRODUÇÃO

A paisagem original de São José dos Campos apresentava uma excepcional heterogeneidade ambiental e biodiversidade, condicionada por aspectos como extensão em área, localização e posicionamento do município em relação ao Vale do Paraíba, no sentido de maior variação das características ambientais (MORELLI, 2002). Esta condição de excepcionalidade ainda é evidenciada hoje, já que São José dos Campos está localizada em um dos oito "hot spots" do planeta, ou seja, áreas com maior diversidade de espécies (MITTERMEIER et al. 2000),

O município de São José dos Campos tem sido palco de grandes mudanças nas atividades econômicas desenvolvidas. O município começou seu desenvolvimento econômico com uma produção crescente de café, com destaque no quadro nacional, até seu declínio no final do século XIX. O início do século XX marcou o período "sanatorial" de São José dos Campos, que foi incluída no projeto das "Prefeituras Sanitárias" na tentativa de controle da epidemia de tuberculose. O início do século XX também viu o apogeu da pecuária em São José dos Campos, com duração aproximada até 1950. Após esse período, inicia-se a fase de "Metropolização", com uma política econômica favorecida principalmente pelas verbas arrecadadas, o município pôde investir em uma infra-estrutura voltada para o seu desenvolvimento industrial, que se mantém com o comércio e agropecuária até os dias de hoje (MORELLI, 2002). As atividades passadas e atuais resultaram em diferentes tipos de ocupação e uso da terra, tendo como consequência uma paisagem altamente modificada, com constante ameaça aos remanescentes de vegetação.

Numa paisagem fragmentada, os remanescentes de vegetação sofrem alguns processos que podem levar à diminuição de sua biodiversidade. Algumas espécies são adaptadas a habitats de borda e outras de interior da floresta. O processo de fragmentação muda o padrão espacial da floresta e, com isto, a aptidão dos organismos para diferentes regiões da floresta. A redução de habitats pela redução nas áreas cobertas por vegetação nativa está associada a perdas de espécies de flora e fauna (FISCHER; LINDENMEYER, 2007).

O atual interesse no estudo das mudanças da cobertura florestal está relacionado com suas consequências na perda de habitats e biodiversidade, além de questões como armazenamento de carbono, qualidade da água e a sustentabilidade dos recursos naturais. Além desses, a vegetação também é considerada como um importante indicador das condições ambientais de uma região, protegendo o solo, reduzindo o transporte de sedimentos e o assoreamento dos recursos hídricos (MORELLI, 2002).

Neste contexto, a análise espacial da paisagem e, em particular, dos remanescentes vegetais, bem como a relação entre os mesmos, são importantes para o conhecimento da vegetação e sua preservação.

Por meio da base conceitual da ecologia de paisagens, integrada às técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, as mudanças ocorridas em uma paisagem, bem como a estrutura e função dos elementos da mesma podem ser estudadas (GUISARD, 2006). A ecologia de paisagens é uma área relativamente nova de conhecimento dentro da Ecologia, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica. Deste modo, o comportamento das espécies é relacionado com a configuração da paisagem, ou seja, tamanho, forma e isolamento dos fragmentos, bem como a disposição destes em relação às outras unidades de paisagem (METZGER, 2001).

Para quantificar a configuração espacial da paisagem são utilizadas métricas ou índices, que muitas vezes são funções comuns em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), aplicáveis a "polígonos" de mata, por exemplo. As métricas podem ser aplicadas de forma integrada em nível de paisagem, classe de elemento da paisagem ou especificamente

a elementos da paisagem, como uma mancha ou fragmento. Em nível de mancha, os fragmentos florestais podem ser avaliados utilizando métricas de forma, tamanho, quantidade, área central, grau de isolamento, entre outros, como subsídio ao inventário e a avaliação estrutural dos remanescentes florestais (CEMIN et al., 2005). Em nível de paisagem, os estudos realizados são importantes na determinação de áreas prioritárias para conservação (METZGER, 2001).

Os remanescentes florestais resultantes do processo de fragmentação geralmente estão envoltos por uma matriz. A matriz corresponde à unidade de paisagem dominante em termos de extensão ou conexão (METZGER, 2001), podendo ser área urbana, área agrícola ou outra cobertura/uso da terra. A matriz tem importante influência na relação entre os elementos da paisagem, podendo acelerar ou retardar a perda de biodiversidade.

A área do Município de São José dos Campos é de aproximadamente 1100 km², com cerca de 30% desta área urbanizada (PMSJC 2007). Mais de 60% da área do município é considerada rural e observa-se a ocorrência de matas nativas, principalmente nas encostas da Serra da Mantiqueira, no centro e ao norte do Município. Nestas regiões e também próximo ao Distrito de São Francisco Xavier, o campo antrópico, chamado assim por ter sido resultado de desmatamento para utilização como pastagem, é a unidade de paisagem dominante ou matriz.

Este trabalho tem como objetivo a quantificação da fragmentação da vegetação arbórea em São José dos Campos, através de dados e técnicas de sensoriamento remoto, com auxílio de algumas métricas da paisagem. A abordagem considera a cobertura da terra em dois momentos temporais distintos: 1973 e 2004, utilizando imagens orbitais dos sensores a bordo do satélites Landsat.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de São José dos Campos localiza-se entre as coordenadas geográficas 23°13'53"S e 45°51'21"W e tem população de aproximadamente 589.000 habitantes (PMSJC 2007). As principais atividades econômicas estão relacionadas com as indústrias, refino de petróleo, comércio e pecuária. O município localiza-se na região do Vale do Paraíba do Sul, que é considerada a segunda maior macrorregião do Estado de São Paulo em população e arrecadação.

A vegetação atual do município de São José dos Campos é caracterizada pelas manchas de cerrado original, que se encontra em áreas próximas ao CTA (Centro Tecnológico Aeroespacial), fragmentos de matas de várzeas ao longo do rio Paraíba do Sul e seus principais tributários, e por fragmentos de floresta ombrófila e estacional, encontrados em áreas afastadas da zona urbana e no Distrito de São Francisco Xavier. Segundo Silva (1989), no Horto Florestal (Reserva Ecológica "Augusto Ruschi"), um remanescente de floresta estacional semidecidual, próximo à zona urbana de São José dos Campos, existem seis espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção e uma rara.

A vegetação remanescente encontra-se basicamente nas escarpas da Serra da Mantiqueira e do Mar, protegida graças ao difícil acesso causado pelo relevo, e por serem áreas de preservação ambiental (MORELLI, 2002).

A vegetação atual do município, assim como em toda região do Vale do Paraíba, é composta predominantemente por fragmentos de matas secundárias resultantes da intensa atividade agropecuária. Essas áreas foram abandonadas e estão se regenerando, formando capoeiras. Quanto às formações não-florestais, os campos antrópicos são en-

contrados principalmente na região norte do Município. Áreas de monoculturas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* também são encontradas no município, ao sul e ao norte da zona urbana (denominadas *reflorestamento* no restante do texto).

Materiais

As imagens de sensoriamento remoto utilizadas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Imagens Landsat utilizadas, com respectivas datas e bandas espectrais

Produto	Datas	Bandas espectrais	Órbita ponto
Imagens Multi Spectral Scanner (MSS)	11/07/1973 12/10/1976	MSS4, MSS5 e MSS7	234 235
Imagens Thematic Mapper (TM)	31/07/2004 08/09/2004	TM3, TM4 e TM5	219/76 218/76

Nota: As bandas MSS4, MSS5 e MSS7 correspondem às faixas espectrais do verde, vermelho e infra-vermelho próximo, respectivamente. As bandas TM3, TM4 e TM5 correspondem às faixas espectrais do vermelho, infra-vermelho próximo e infra-vermelho médio, respectivamente.

Como informação complementar, utilizou-se o banco de dados *Cidade Viva*, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de São José dos Campos em 2001. Os dados cartográficos utilizados foram: (i) mapa de uso da terra de 1980, elaborado para MAVALE (Macrozoneamento do Vale do Paraíba), em escala 1:100.000; (ii) cartas topográficas de São José dos Campos e Monteiro Lobato, de 1973, elaboradas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em escala 1:50.000, (folhas SF 23Y D II I e SF 23Y B V 3); (iii) cartas topográficas em formato vetorial elaboradas pelo IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico) em 1978, na escala 1:10.000 e (iv) mapa de Uso das Terras no Município de São José dos Campos para 2000, de Morelli (2002).

Para o processamento digital das imagens, obtenção de métricas de paisagem e localização dos pontos coletados em campo, utilizaram-se os seguintes sistemas: ENVI (Environment for Visualising Images) versão 3.6, SPRING (Sistema de Processamento de Imagens Georeferenciadas) versão 4.2, FRAGSTATS (Spatial pattern analysis program) versão 3.3 e GPSTrackMaker.

Métodos

Para que fosse possível realizar a análise da estrutura da paisagem e, em específico, dos fragmentos de mata, foi necessária a elaboração dos mapas de cobertura do solo dos anos de 1973 e 2004 para a área de estudo. As imagens utilizadas já estavam georeferenciadas. Como o município é coberto por duas cenas distintas, primeiramente executou-se o processo de mosaicagem, que é a junção de imagens para recobrimento de toda a área de estudo. Posteriormente ao mosaico, foi realizado seu recorte, utilizando como máscara o arquivo vetorial com os limites do município.

A segmentação, que consiste no agrupamento de pixels das imagens com respostas espectrais semelhantes, foi realizada como etapa anterior à classificação. Na segmentação definiu-se um limiar de similaridade de 8 níveis de cinza e de 10 pixels de área.

Foram selecionadas sete classes de cobertura do solo: (i) água, (ii) nuvem, (iii) área urbana, (iv) mata/capoeira, (v) reflorestamento, (vi) pastagem e campo antrópico e (vii) cultura agrícola. Estas classes foram definidas depois de uma visita ao campo, onde as coberturas principais foram observadas e seu comportamento espectral conferido nas imagens de 2004 em computador portátil. Foi observada a existência, em áreas próximas ao tecido urbano, de muitas áreas de mata secundária, com espécies pioneiras típicas de capoeiras. Estas áreas são resultado da utilização da terra com atividade agropecuária intensa, com posterior abandono. Acredita-se que poucas áreas vegetadas no município sejam matas "primárias" e, dada a dificuldade de diferenciação nas imagens, optou-se pela inclusão de capoeiras junto à classe mata.

Após a definição das classes, a imagem foi submetida a dois métodos de classificação distintos: classificação supervisionada e não-supervisionada. Para classificação supervisionada, utilizou-se o algoritmo Bhatthacharya e para não-supervisionada, o algoritmo ISOSEG, com limiar de aceitação de 95%. Com a realização dos testes com os classificadores, optou-se pelo algoritmo ISOSEG, por gerar menor confusão entre as classes. Após a classificação, utilizou-se a ferramenta da edição matricial, para correção das áreas com erros e a inclusão de polígonos não-classificados. Para facilitar a edição da classificação de 1973, foi realizada a técnica de transformação por componentes principais (TCP) na imagem MSS/Landsat. A TCP foi realizada para realce e facilitação de interpretação das bandas espectrais, com incremento na diferenciação entre as áreas de mata e reflorestamento.

Para análise das métricas de paisagem geradas no FRAGSTATS nos dois períodos, foi necessário que ambas as imagens tivessem a mesma resolução espacial. Assim, para compatibilizar a resolução das imagens, degradou-se a resolução da imagem TM/Landsat de 30 metros para 80 metros.

Pelo padrão de exatidão cartográfica, o tamanho mínimo de unidades mapeáveis para a escala de 1:250.000 é de 0,5 mm da escala, que corresponde a um tamanho de aproximadamente 125 metros. Sendo assim, foram descartados os polígonos com tamanho menor que 4 pixels (área 160x160 metros). Posteriormente, os mapas de cobertura do solo foram inseridos em formato ASCII no FRAGSTATS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de cobertura da terra de 2004 é apresentado na figura 1. A tabela 2 apresenta as áreas das classes apresentadas na figura 1 para 1973 e 2004.

A figura 1 permite a visualização das classes no município em 2004. A tabela 2 apresenta as áreas de cada classe nos dois períodos de estudo. Cabe ressaltar que os dados de 1973 apresentam cobertura de nuvens, sendo necessário cautela na comparação temporal das áreas das classes. Foi observado, entretanto, que as nuvens em 1973 cobriam principalmente áreas de campo antrópico nas regiões central e centro-oeste do município, não cobrindo muitos fragmentos de mata ou capoeiras em 2004.

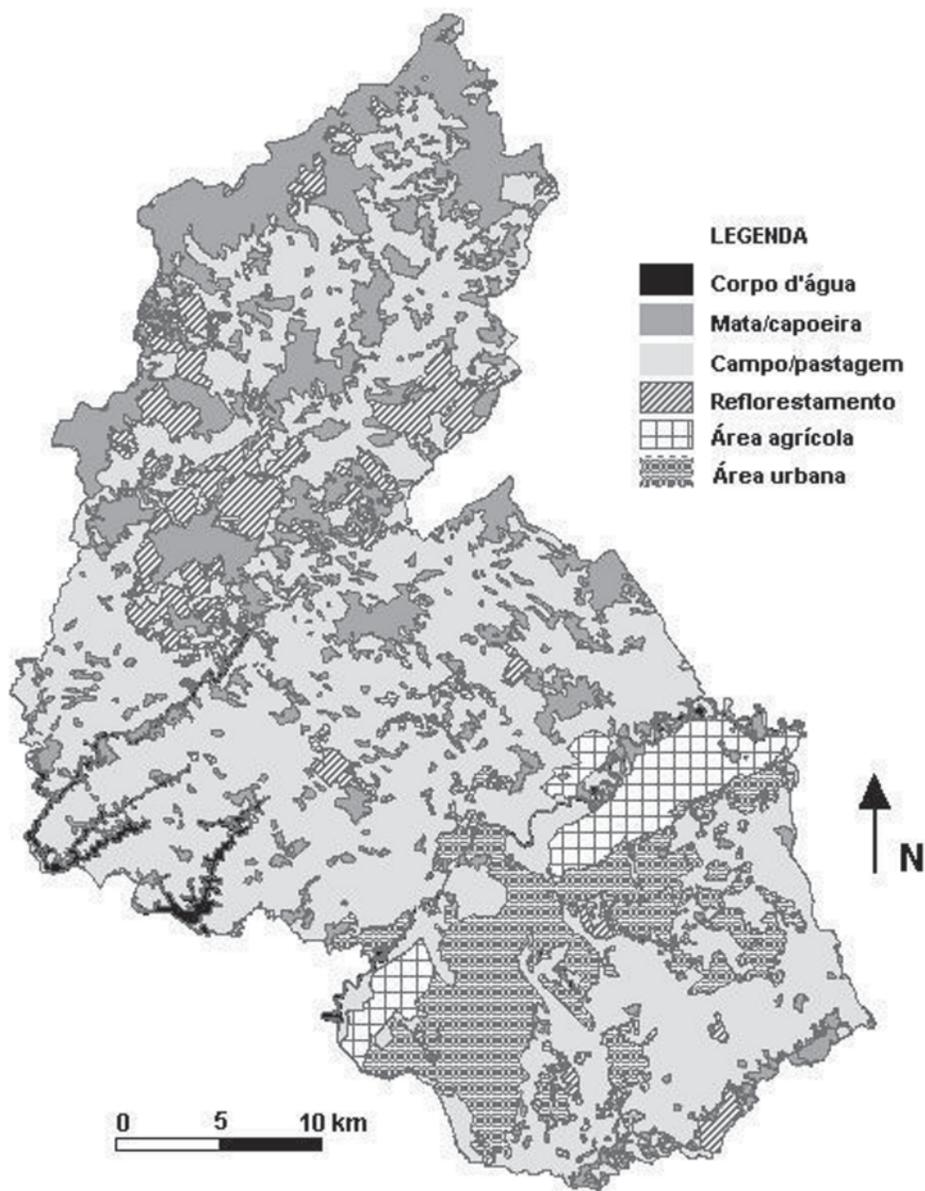


Figura 1 - Mapa de cobertura do solo do município de São José dos Campos feito com base em imagens TM/Landsat de 2004

Tabela 2 - Áreas aproximadas das classes de cobertura do solo em 1973 e 2004

Classes de cobertura do solo	1973		2004	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Pastagem e Campo Antrópico	649.7	58,5	635	57.2
Mata/capoeira	246.7	22.2	220.6	19.9
Reflorestamento	6.4	0.6	75	6.7
Cultura agrícola	35.9	3.2	47.2	4.3
Área urbanizada	66.9	6	117.8	10.6
Nuvem	88.8	8	0	0
Água	15.3	1.4	15.1	1.4
Total	1110.7	100	1110.7	100

Pode ser observado na tabela 2 que a classe mata/capoeira representa aproximadamente 22 % da paisagem em 1973 e tem um pequeno decréscimo em 2004, representando 19,88% da paisagem. Das demais classes, reflorestamento teve o maior aumento de área, passando de menos de 1% para quase 7% do município, com monoculturas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. A área urbana também aumentou de aproximadamente 6% para 10% do Município (Tabela 2) entre os períodos de estudo.

Em ambos os períodos, a matriz da paisagem – ou onde as demais classes estão inseridas, a cobertura predominante na área de estudo - é o campo antrópico, visível na figura 1. Essa configuração é típica das cidades do Vale do Paraíba, caracterizadas pelas constantes modificações das atividades econômicas, como a substituição da cultura cafeeira pela pecuária em pastagens (Morelli et al. 2007).

O crescimento da área urbanizada se deve principalmente à intensificação do processo de industrialização verificado no município na década de 70 (MORELLI 2002). A classe cultura agrícola teve um pequeno acréscimo de área, sendo observado que a maioria das áreas de cultivo continua sendo próxima à várzea do Rio Paraíba do Sul.

A tabela 3 apresenta as métricas de paisagem obtidas para a classe mata/capoeira nos dois períodos de estudo.

Em relação à porcentagem de fragmentos de mata/capoeira (métrica PLAND) observou-se um decréscimo no período analisado, como pôde também ser observado na tabela de medidas de área para a classe (Tabela 2). Utilizando a métrica NP (número de fragmentos), observou-se que, entre os dois períodos, surgiram aproximadamente 154 novos fragmentos, o que, conseqüentemente, aumentou a densidade (PD) desses para 1,5 fragmentos em cada 500 hectares de paisagem. Com os resultados da métrica que quantifica a porcentagem ocupada pelo maior fragmento de mata na paisagem (LPI), observou-se diminuição em aproximadamente 3%.

A métrica área média dos fragmentos (AREA_MN) permitiu a observação da diminuição da área média entre os dois períodos, com a fragmentação dos polígonos de 1973 (que eram maiores) e a regeneração de pequenos remanescentes no período.

Tabela 3 - Métricas de paisagem (com respectivas unidades) obtidas para a classe mata/capoeira em 1973 e 2004

Métricas de Paisagem	1973	2004
PLAND - porcentagem de fragmentos de mata na paisagem (%)	22,2	19,8
NP - número de fragmentos	189	343
PD - densidade de fragmentos em 100 ha de área de paisagem	0,2	0,3
LPI - porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%)	8,8	5,5
TE - total de bordas (metros)	1.393040	1.505040
ED - densidade de bordas (m/ha)	12,5	13,6
AREA_MN - área média dos fragmentos (ha)	287,2	63,96
TCA - total de área central (ha)	24648,3	21938,6
PROX_MN - Mede o grau de isolamento dos fragmentos dentro da vizinhança	121,2	45,2
SHAPE_MN - Índice de forma média	1,8	1,6

Para calcular a distância entre os fragmentos, utilizou-se a métrica PROX_MN e um raio de busca de 180 metros, que em determinadas situações é considerado o limite de dispersão de sementes pelo vento (KRAMER 1997). Como resultado observou-se uma diminuição no grau de isolamento, que pode ser explicada pelo fato de que em 1973 havia fragmentos maiores, em menor número e mais isolados, e em 2004 fragmentos menores, mas em maior número e, por isso, menos isolados.

Os resultados obtidos nas métricas NP, PD, AREA_MN, AREA_CV e PROX_MN demonstram o processo de fragmentação ocorrido no município. Com a utilização das métricas de área entende-se que o aumento do número de fragmentos, além de estar relacionado com aumento das áreas de mata em regeneração, decorrente do declínio da pecuária e abandono de pastagens, está também relacionado com a fragmentação das grandes áreas de mata. Em situações nas quais ocorre a formação de um grande número de fragmentos a partir de grandes manchas, as espécies que ocupam o interior do fragmento podem sofrer um declínio em suas populações, pois estarão atuando em conjunto os efeitos da redução do tamanho do hábitat, assim como seu eventual desaparecimento.

Ao processo de fragmentação é inerente a criação de novas bordas na floresta, sendo fundamental a análise das métricas de borda. A borda de um fragmento é a área limite entre o interior da mata e outra unidade de paisagem – área urbanizada, pastagem, campo antrópico, etc. Essa área do fragmento está sujeita aos efeitos de borda, que são as mudanças nos regimes de radiação, umidade, temperatura, nutrientes do solo, etc., assim como mudanças na composição de espécies animais e vegetais e suas relações (FISCHER; LINDENMEYER 2007). As métricas utilizadas para analisar o efeito de borda neste estudo foram: total de bordas (TE) e densidade de bordas (ED). Foi utilizado um limite de 50 metros como zona de efeito de borda sobre todos os fragmentos de mata na

paisagem. Este limite, com variações dependentes do tipo de fragmento e sua biodiversidade, pode ser a distância a partir da qual os efeitos de borda tendem a desaparecer (MURCIA, 1995).

Com os resultados das métricas, observou-se um aumento de bordas entre os dois períodos, o que conseqüentemente aumentou a densidade das mesmas. Entre as conseqüências desse aumento de bordas dos fragmentos estão mudanças na composição de espécies, assim como nas relações entre elas (aumento da competição, predação, etc.). Dependendo, entretanto, do tipo de fragmento ou matriz adjacente à nova borda criada, os efeitos de borda podem ser mais ou menos intensos (FISCHER; LINDENMEYER, 2007).

Retirando a zona de efeito de borda do fragmento resta a área central conhecida também como área nuclear ou *core*. Essa área é onde normalmente se concentra a riqueza do fragmento, ou seja, a diversidade de espécies. Para analisar a área central dos fragmentos utilizou-se a métrica de área central total (TCA). Observou-se uma diminuição das áreas centrais dos fragmentos de mata.

Outra métrica utilizada para analisar a estrutura da paisagem, e que está diretamente relacionada com a área central e o efeito de borda, é a forma do fragmento (SHAPE_MN). Em ambos os períodos os fragmentos apresentam forma retangular e se observa que em 1973 os fragmentos eram maiores, mas mais alongados, com o valor de SHAPE_MN encontrado correspondente aproximadamente a um retângulo de lados L e 10 L. Já em 2004 ocorreu uma diminuição deste valor, pois os fragmentos eram menores e menos alongados. Quanto mais alongado, mais fortemente os efeitos de borda podem se fazer sentir, pois diminui a razão interior/borda. A razão entre o interior e a borda impõe restrições à manutenção de populações de determinadas espécies, à medida que mexe com fatores espaciais com forte impacto ecológico (CEMIN et al., 2005).

CONCLUSÕES

As técnicas utilizadas permitiram o estudo da evolução da paisagem em São José dos Campos num período aproximado de 30 anos. A análise permitiu a observação do decréscimo das áreas de mata e sua fragmentação, assim como a diminuição do tamanho médio dos fragmentos, aumento das áreas de borda e diminuição de área central. Todos estas métricas sinalizam para o aumento da suscetibilidade destas áreas de mata aos efeitos deletérios da fragmentação da paisagem, com possível perda de qualidade de habitats para espécies animais e vegetais e, conseqüentemente, diminuição de biodiversidade.

Observou-se o aumento expressivo nas florestas plantadas, na sua maioria de monoculturas de *Eucalyptus*, principalmente na região norte do município. Estas monoculturas parecem representar a mais nova mudança nas atividades econômicas na zona rural de São José dos Campos.

O histórico de atividades econômicas em São José dos Campos, que passou por extenso período de cultura cafeeira e posteriormente da pecuária, resultou numa paisagem altamente fragmentada. As métricas relataram que a dinâmica da fragmentação da paisagem já era alta em 1973 e continua crescendo ao longo das décadas. Tais resultados corroboram o trabalho de Morelli et al. (2007), que quantificaram os remanescentes de vegetação em São José dos Campos com base nas classes presentes nas cartas de vegetação do IBGE e RADAMBRASIL. Eles também apontam as classes de floresta estacional semidecidual da Serra do Mar (ao sul do município) e das várzeas do Rio Paraíba do Sul (onde se concentra a agricultura), assim como os remanescentes de cerrado, como as áreas mais ameaçadas de desmatamento (MORELLI et al. 2007). Remanescentes florestais destas classes mereceriam prioridade nos esforços de conservação.

Este estudo baseou-se em dados orbitais e cartográficos, que fornecem estimativas de áreas das classes definidas, assim como sua evolução num período específico. Mais estudos, entretanto, são necessários, para a identificação de áreas prioritárias de conservação no município, com base em inventários e levantamentos de campo. As necessidades de estabelecimento de conexões (corredores) entre os fragmentos florestais também serão melhor determinadas através de estudos locais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos doutores Ademir Fernando Morelli e Maria Cecília Barbosa de Toledo, da Universidade de Taubaté, pelas idéias e suporte proporcionados a este estudo. A professora Maria do Carmos Soares pela leitura e sugestões ao texto. Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pela disponibilização da infra-estrutura. Por fim, ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica concedida.

REFERÊNCIAS

- CEMIN, G.; PÉRICO, E.; REMPEL, C. Uso de Sistemas de Informações Geográficas para análise de estrutura da paisagem no Município de Arvorezinha (RS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12, Goiânia., 16-21 abril 2005. **Anais**. São José dos Campos: INPE. p. 2113-2120. 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.21.06/doc/2113.pdf>>. Acesso em: 28 de agosto de 2006.
- FISCHER, J.; LINDENMEYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography** v. 16, p. 265-280. 2007.
- GUISARD, D.M.P. **Análise da cobertura florestal no município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e métricas de paisagem**. 2006. 65 p. Trabalho Final de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Taubaté, Taubaté (SP).
- KRAMER, E. Measuring landscape changes in remnant tropical dry forests. In: LAURANCE, W.F., BIERREGAARD, JR., R. O. (Ed.), **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. Cap. 25, p. 386-399.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotrópica** v. 1, n. 1. 2001. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/download?thematic-review+BN00701122001>> Acesso em: 09 de maio de 2006.
- MITTERMEIER, R.A., MYERS, N., MITTERMEIER, C.G., MYERS, N. **Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Chicago: University of Chicago Press, 2000. 432 p.
- MORELLI, A. F. **Identificação e Transformação das Unidades da Paisagem no Município de São José Dos Campos (SP) de 1500 a 2000**. 2002. 404 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2002.

MORELLI, A.F., CAVALHEIRO, F., ALVES, M., FANTIN, M. 2007. Transformação da cobertura vegetal de São José dos Campos (SP) no período de 1500 a 2004. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis, 21-26 abril 2007. **Anais**. São José dos Campos:INPE. p. 4065-4072.. Disponível em: <http://martem.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.14.06/doc/4065-4072.pdf>

Acessado em: 08 de outubro de 2007.

MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forests:** implications for conservation. *Tree* 10, p. 58-62, 1995.

PMSJC (Prefeitura Municipal de São José dos Campos), 2007. **São José em Dados**. Disponível em <<http://www.sjc.sp.gov.br/html/prefeitura/sjcemdados.html>> Acessado em: 13 de junho de 2006.

SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Prof. Augusto Ruschi, São José dos Campos-SP.** 1989. 150 p. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas. 1989.

Recebido em outubro de 2007

Aceito em fevereiro de 2008