

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES NATURAIS DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE IBATÉ, SÃO PAULO, BRASIL

Diego Peruchi TREVISAN¹

Luiz Eduardo MOSCHINI²

Mayra Cristina Prado de MORAES³

Resumo

Com a intensificação das pressões antrópicas sobre o meio ambiente, diversos usos da terra substituíram as paisagens naturais. Assim, o presente estudo analisou a dinâmica temporal do uso e cobertura da terra em Ibaté, São Paulo – Brasil, em um período de vinte anos (1990, 2000 e 2010) e também diagnosticou a perda da paisagem natural ao longo deste período. Foram utilizadas técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para mapear o uso e cobertura da terra e o Índice de urbanidade (IB) foi utilizado para diagnosticar a perda das condições naturais. Tal análise permitiu a identificação de uma redução nas áreas de florestas nativas ao longo do tempo com intensa expansão das áreas agrícolas, principalmente do cultivo de cana-de-açúcar. O IB evidenciou uma diminuição das condições naturais da paisagem ao longo do tempo, principalmente devido à diminuição das áreas de floresta no município. A perda e degradação de florestas remanescentes na paisagem de Ibaté destaca a necessidade de um plano que tem como objetivo desenvolver um modelo de crescimento econômico, que também considera a conservação dos ecossistemas naturais.

Palavras-chave: Análise da paisagem. Índice de Urbanidade. Dinâmica da paisagem. Planejamento ambiental. Usos da terra.

Abstract

Evaluation of natural conditions of landscape Ibaté county, São Paulo, Brazil

With the intensification of anthropogenic pressures on the environment, diverse land uses have replaced natural landscapes. Thus, the present study examined temporal dynamics of land use and cover in Ibaté, São Paulo – Brazil, in a period of twenty years (1990, 2000 and 2010), and also diagnosed the loss of natural landscape throughout this period. Geographic Information Systems (GIS) techniques were used to map land use and cover and the Urbanity Index (IB) was used to diagnose the loss of natural conditions. Such analysis allowed the identification of a decrease in native forest areas over time with intense expansion of agricultural areas, especially the growing of sugar cane. IB revealed a decrease of landscape natural conditions over time, mainly due to the decrease of forest areas in the city. Loss and degradation of remaining forests in Ibaté's landscape highlights the need for a plan that aims to develop an economic growth model, which also considers conservation of natural ecosystems.

Key words: Landscape analysis. Urbanity index. Landscape dynamics. Environmental planning. Land use.

¹ Universidade Federal de São Carlos, Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - Rod. Washington Luís, Km 235 - São Carlos, SP - Brasil. E-mail: diego.peruchi@gmail.com

² Universidade Federal de São Carlos, Professor adjunto ao Departamento de Ciências Ambientais. E-mail: lemoschini@ufscar.br

³ Universidade Federal de São Carlos, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - Rod. Washington Luís, Km 235 - São Carlos, SP - Brasil. E-mail: mayracp Moraes@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os espaços terrestres ocupados pelo homem vão desigualmente mudando de natureza e de composição, exigindo uma nova definição de seus limites, onde as dimensões dessas áreas antropizadas passam por um processo de modificação muito intenso (SANTOS, 2008).

Essa constante transformação do espaço vêm em consequência das relações socioculturais, ambientais e econômicas estabelecidas. O homem, por intermédio do desenvolvimento de técnicas, modifica a organização dos elementos espaciais, causando impactos ambientais nas diversas escalas de abrangência: local, regional e global (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Todos os processos de ocupação pela espécie humana geridos sem planejamento produzem grandes pressões nos sistemas naturais e provocam sua alteração (VITOUSEK et al., 1997). Dentre eles, pode-se citar o desaparecimento de grande parte da sua cobertura vegetal original, fruto da utilização dos recursos naturais de forma insustentável, sem levar em consideração a capacidade de resiliência do meio ambiente. (TUNDISI, 2010).

Com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, observa-se um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos da terra. Essas interferências convertem extensas e contínuas áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, causando problemas ao meio ambiente e, comprometendo assim as funções ambientais em termos dos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais (DE GROOT, 2013).

Há a necessidade de análise das alterações sofridas pela paisagem ao longo do tempo, provocadas principalmente pelas diversas atividades antrópicas, a fim de verificar os principais impactos dentro de cada unidade da paisagem. Determinar essas mudanças permitirá avaliar as dimensões dos diversos problemas ambientais e conduzir os resultados para aplicação de convenções internacionais, programas de ação e políticas nacionais.

Para dimensionar e planejar este arranjo espacial é necessário conhecer os usos da terra e compreender os processos que nela ocorrem, envolvendo não somente os ecológicos, mas também as interações entre as atividades humanas e o ambiente natural.

O significado dessas mudanças, do ponto de vista da qualidade ambiental, pode não estar em evidência até mesmo para especialistas e menos ainda para políticos, planejadores e a população de forma geral.

Surge, então, a necessidade em definir sistemas que combinem vários indicadores, objetivando adquirir informações integradas. Nessa perspectiva os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) têm facilitado as atividades relacionadas à caracterização, ao diagnóstico e ao planejamento ambiental, auxiliando em tarefas como a simulação do espaço geográfico e de seus processos naturais, na integração de informações espaciais (RIBEIRO, 1999).

Dentro dos SIGs os índices são importantes ferramentas para caracterização das paisagens, servindo como fatores para a tomada de decisão. Os índices ainda fornecem informações sobre as características e condições de uma determinada área geográfica, dentro de uma amplitude de informações diretamente ligadas aos objetos de estudo (OCDE, 2002).

O ideal na quantificação da estrutura das paisagens é a reunião de uma pequena variedade de índices, os quais permitam obter em curto espaço de tempo, o mais

importante da estrutura e do padrão de uma paisagem tendo em vista a caracterização e diferenciação de aspectos espaciais da estrutura de uma paisagem, ao longo do tempo, sendo um elemento chave para a elaboração de estratégias de manejo de paisagens (RITTERS et al., 1995).

O índice de urbanidade insere-se neste contexto, ao avaliar as relações entre os diversos elementos que organizam-se ao longo das paisagens naturais ou antrópicas e como a distribuição destes interferem ou colaboram nas condições naturais e consequentemente na sustentabilidade das paisagens em detrimento aos usos uso e cobertura da terra.

Desenvolvido por O'Neil et al. (1988), o Índice de Urbanidade atua como um indicador da extensão e intensidade em que as paisagens são dominadas por sistemas alterados (WRBKA et al, 2004), considerando a proporção entre as áreas com forte interferência antrópica, como as áreas urbanas e agrícolas, e os biótopos naturais e seminaturais, como as áreas alagadas e os fragmentos de vegetação nativa.

Diante dos fatos apresentados, o presente estudo teve como objetivo analisar através de técnicas de SIG, a dinâmica temporal do uso e cobertura da terra da paisagem do município de Ibaté-SP no período de 20 anos (1990, 2000 e 2010) e ainda, diagnosticar a perda das condições naturais da paisagem neste período por meio da aplicação do Índice de Urbanidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Ibaté localiza-se na região Administrativa Central do Estado de São Paulo (ICG, 2014), entre as coordenadas 21°57'17" de latitude sul e 47°59'48" de longitude oeste, área de aproximadamente 286,544 km² (Figura 1), com altitudes entre 500 a 839 metros (IBGE, 2014).

Limitado a Sudeste pelo município de São Carlos, a Noroeste por Araraquara e a Sudoeste por Ribeirão Bonito, encontra-se a margem direita da rodovia Washington Luiz -SP-310, à aproximadamente 248km da capital do estado, São Paulo (IBGE, 2014).

O município conta com uma população de 31.147 habitantes (densidade demográfica de 107,57 habitantes por km²), com grau de urbanização de 96,03% e taxa de crescimento anual da população de 1,53, sendo a base de sua economia movimentada entorno da produção sucroalcooleira, (SEADE, 2014).

O clima caracteriza-se como tropical de altitude com inverno seco, relevo de planalto, bioma de Cerrado, a temperatura média de 20,4° e média mensal pluviométrica de 125,14mm num total de 1.501,6mm anuais (CEPAGRI, 2014). Caracteriza-se também pela geomorfologia Botucatu, área de recarga do Aquífero Guarani, maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo, com hidrografia das sub-bacias Tiete-Jacaré e Mogi-Guaçu (BIOTA FAPESP, 2014).

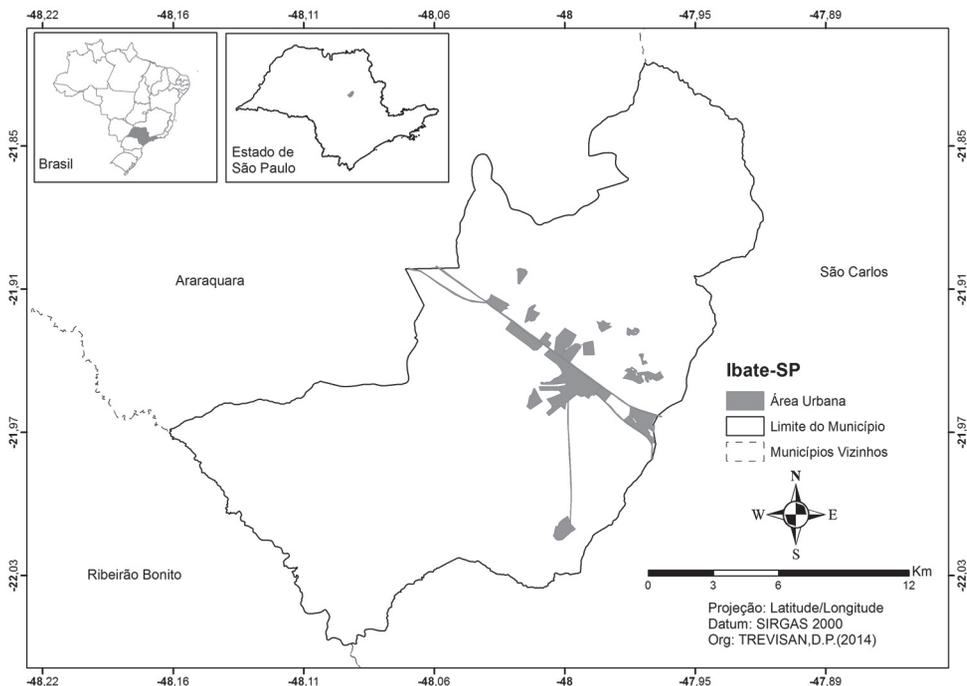


Figura 1 - Localização do município de Ibaté, estado de São Paulo (SP), Brasil

Metodologia

A abordagem metodológica envolveu o uso de técnicas para o planejamento ambiental voltado ao gerenciamento do município de Ibaté – SP.

As informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizados os softwares ArcGis 10.2.2 e IDRISI-Andes.

Para a caracterização da paisagem, foi elaborado um banco de dados georreferenciado do município de Ibaté no software ArcGis 10.2.2, utilizando-se a projeção geográfica de latitude/longitude, datum SIRGAS 2000.

Caracterização e aquisição dos dados da área de estudo

Os dados primários para a delimitação do Município de Ibaté foram adquiridos da base de dados digital do IBGE. As cartas planialtimétricas em escala 1:50.000 referentes à área de estudo pertencem às folhas: SF-23-V-C-IV-3, SF-22-X-D-VI-4 e SF-22-Z-B-III-2, sendo convertidas para o sistema digital, e posteriormente georreferenciadas no software ArcGis 10.2.2.

Foram utilizadas três imagens do satélite LandSat 5 – sensor TM, bandas 3, 4 e 5 referentes à órbita/ponto 220/75, que corresponde à área de estudo, com datas de passagem em maio de 1990, abril de 2000 e agosto de 2010, processadas e georreferenciadas no ArcGis 10.2.2.

Uso e cobertura da terra

A classificação dos usos e cobertura da terra foi baseada no sistema multinível de classificação proposto pelo manual técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), que em um nível hierárquico primário contemplou quatro classes que indicaram as principais categorias da cobertura terrestre, que podem ser discriminadas com base na interpretação direta dos dados dos sensores remotos, atendendo assim uma escala mais ampla (nacionais ou inter-regionais).

Um nível hierárquico secundário (subclasses) explicitou os tipos de usos inseridos no primeiro nível, com um detalhamento mais apurado e preciso da cobertura e o uso da terra em uma escala local e o nível hierárquico terciário (unidade) explicitou os usos propriamente ditos (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das classes de uso e cobertura da terra

Classe	Descrição
Área urbana	Área de adensamento urbano.
Área suburbana	Áreas com instalações rurais (industriais e domiciliares).
Cana-de-açúcar	Área de cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
Corpos hídricos	Rios de grande porte, lagos, lagoas e represas formadas naturalmente ou artificialmente.
Floresta	Área com predomínio de vegetação abustiva/arbórea, com as formações vegetais de Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão.
Laranja	Área de cultivo de <i>Citros sinensis</i> .
Pastagens	Área com predomínio de vegetação herbácea (nativa ou exótica), utilizada para pecuária extensiva.
Silvicultura	Área de cultivo homogêneo de <i>Eucalyptus</i> spp ou <i>Pinus</i> spp.
Solo exposto	Área de pousio do solo para cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.

Dinâmica do uso e cobertura da terra

A dinâmica do uso e cobertura da terra para a área de estudo foi efetuada com base na classificação visual das imagens LandSat 5 sensor TM para um período de 20

anos, através da digitalização em tela em escala 1:50.000, criando-se áreas de treinamento vetoriais com o auxílio do software ArcGis 10.2.2.

Para a classificação dos usos foram utilizadas imagens referentes aos anos de 1990, 2000 e 2010 em um nível hierárquico secundários abrangendo 10 tipos de uso segundo IBGE.

As datas foram escolhidas decorrência da sazonalidade das práticas agrícolas predominantes na região, onde a diferença de 10 anos entre as imagens, possibilita o estudo dos padrões temporais da paisagem.

A classificação da dinâmica de uso e cobertura da terra foi realizada individualmente para cada período estudado, desta forma a geração dos anos de 2000 e 2010 não utilizou arquivos pré-definidos em 1990, por exemplo. Pois a classificação de forma individual sem considerar polígonos pré-definidos, que podem não terem sido alterados, diminui os erros e as possibilidades de tender-se para classificação de um uso da terra ou outro. Desta forma as imagens foram classificadas individualmente e aplicadas aos índices individualmente, garantindo a padronização das análises e diminuindo erros de classificação.

Índice de Urbanidade (IB)

Para descrição do padrão da paisagem decorrente da influência dos processos antrópicos (usos da terra) no município de Ibaté nos períodos de 1990, 2000, e 2010, foi utilizado o Índice de Urbanidade (IB) (O'NEILL et al., 1988; WRBKA et al., 2004) como indicador da perda das condições naturais da paisagem, expressando a extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos.

O Índice de Urbanidade (IB) é definido pela expressão:

$$IB = \text{Log}_{10} \frac{(U + A)}{(F + W)}$$

Onde:

- U:** Corresponde a extensão de área urbana;
- A:** Corresponde a extensão de área agrícola;
- F:** Corresponde a extensão de área de vegetação natural;
- W:** Corresponde a extensão dos corpos hídricos.

As unidades de medidas para o cálculo e aplicação do índice de urbanidade foram analisadas primeiramente em hectares, baseando-se nas análises dos usos e cobertura da terra e após aplicação do índice, estes valores foram convertidos e padronizados em valores de 0 a 1, no intuito de facilitar as comparações entre fragmentos.

As informações (ou variáveis) coletadas para a análise integrada do meio ambiente possuem naturezas distintas. Assim, para obter não só comparabilidade, mas também ajustar os dados a uma escala comum de trabalho requer a padronização dos critérios. A representação espacial do IB foi obtida no SIG-IDRISI e reescalado com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear [$y=f(x)$], com valores de zero a um.

A técnica fuzzy tem sido utilizada em trabalhos de inferência espacial e, quando comparada com o modelamento convencional, tem a prerrogativa de não forçar os especialistas a definirem regras dicotômicas rígidas com contatos normalmente artificiais, que diminuem a habilidade de articular eficientemente soluções para problemas complexos, tão comuns em processos naturais (TANSCHIT, 2006).

Isto significa que um valor lógico difuso é um valor qualquer no intervalo de valores entre 0 e 1. A lógica convencional ou clássica usa distinções bem definidas para separar conjuntos. As implementações da lógica difusa permitem que estados indeterminados possam ser tratados por dispositivos de controle (MARRO et al., 2013).

Foi considerado como grau máximo de condição natural (IB = 0), e como grau mínimo de condição natural (IB = 1), correspondente a predominância de sistemas alterados pelo homem, onde maiores condições naturais demonstram sistemas menos impactados e menores condições naturais demonstram sistemas mais impactados pelas atividades antrópicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dinâmica de Uso e Cobertura da terra (1990, 2000 e 2010)

Analisou-se o uso e cobertura da terra do município ao longo dos vinte anos propostos (Figura 2), sendo encontrados e classificados os usos: cana-de-açúcar, cerrado, corpos hídricos, laranja, pastagens, silvicultura, usos suburbanos, urbanos e floresta.

Considerando todo o intervalo de tempo do estudo (1990 a 2010), observou-se um predomínio e crescimento dos cultivos agrícolas no município, como laranja, silvicultura e principalmente cana-de-açúcar. As áreas de pastagem aparecem ao longo do tempo distribuídas em pequenas manchas na paisagem.

Segundo os resultados da análise, para o período de 1990 já se evidencia o predomínio dos cultivos agrícolas no município, como laranja (0,58%), silvicultura (1,87%), e principalmente cana-de-açúcar, que se destacou com predominância de 62,79% na paisagem (Tabela 2).

A cultura de cana de açúcar está ainda associada às áreas com solo exposto, que se referem à época de pousio e preparo do solo para o próximo plantio. Esse fato, coincide com o cenário paulista, sendo o estado de São Paulo, mais precisamente o interior paulista, o maior produtor de cana de açúcar do Brasil.

O título é devido ao crescimento do mercado interno e de algumas condições favoráveis ao seu cultivo, como por exemplo, ser o estado com mais terras férteis que permite a produtividade média maior do que em outras regiões, e pelo fato de possuir desenvolvido setor de bens de produção para a cultura canavieira (NATALE NETTO, 2007).

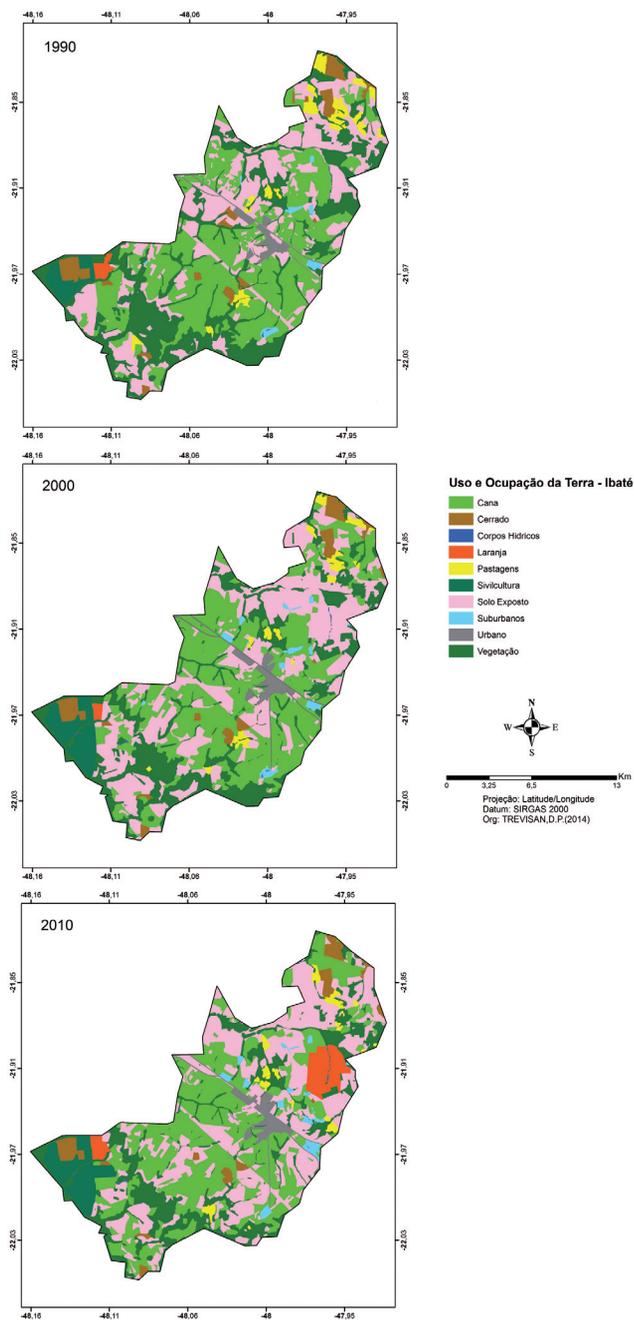


Figura 2 - Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra do município de Ibaté-SP nos anos de 1990, 2000 e 2010

Tabela 2 - Valores do uso e ocupação do solo do município de Ibaté (SP), para os anos de 1990, 2000 e 2010

Usos	1990		2000		2010	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Área Suburbana	206,33	00,71	311,75	01,07	413,61	01,42
Área urbana	485,27	01,67	598,75	02,06	642,21	02,21
Cana-de-açúcar	10.584,16	36,35	10.718,71	36,82	10.046,76	34,51
Corpos Hídricos	47,75	00,16	47,10	00,16	52,28	00,18
Floresta	8.439,86	28,99	6.821,74	23,43	6212,47	21,34
Laranja	169,62	00,58	198,49	00,68	1.015,31	03,49
Pastagens	938,48	03,22	592,05	02,03	507,05	01,74
Silvicultura	545,71	01,87	1.121,00	03,85	1.292,52	04,44
Solo exposto	7.696,31	26,44	8.703,90	29,90	8.931,28	30,68
TOTAL	29.113,49	100	29.113,49	100	29.113,49	100

O aumento da área plantada de cana-de-açúcar (considerando as áreas com solo exposto) observada para Ibaté é corroborado com pesquisas que monitoram as mudanças no uso e ocupação da terra no estado de São Paulo (MORAES et al., 2013; RUDORFF et al., 2010; FISHER et al., 2008; COELHO et al., 2007; CRIUSCUOLO et al., 2006). Esses estudos verificaram a expansão da cana-de-açúcar por meio das técnicas de dinâmica da paisagem, e evidenciaram a expansão dessa cultura sobre áreas de pastagens e outras culturas

As áreas naturais (floresta) apresentaram-se fragmentadas ao longo do território do município e sofreram perdas significativas (2.227,23ha) nos vinte anos estudados. Esses fragmentos imersos na matriz agrícola estão em sua maioria associados a corpos hídricos, ou seja, pertencem às Áreas de Preservação Permanente (APP), protegidas pela legislação brasileira.

Essa perda de fragmentos florestais encontrados para o município de Ibaté foi semelhante a estudos previamente realizados para o Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual em outros municípios do interior paulista (MELLO, 2014; MORAES, 2013; MOSCHINI, 2005; CINTRA, 2004), evidenciando assim a comum ocorrência de paisagens fragmentadas pelo uso desordenado da terra.

Considerando que a Mata Atlântica e o Cerrado são dois hotspot, é necessário que se dê maior atenção à perda dessas áreas florestais, principalmente pelo avanço

das culturas, mais precisamente da cana de açúcar, que implica em severas mudanças nos padrões biológicos da paisagem e na conservação de fauna e flora presentes nesses habitats.

As áreas urbanas e suburbanas ao longo do período estudado (1990-2010) apresentaram-se em pequena proporção e quantidade de área quando comparadas aos outros usos (691,60ha em 1990, 910,50ha em 2000 e 1.055,92ha em 2010), isso se deve, principalmente pelo fato da dependência do município com o setor agropecuário, fato que explica a pequena expansão da área urbana e tornando o crescimento urbano pouco significativo nesse período.

Análise do Índice de Urbanidade

A distribuição dos intervalos de classe do Índice de Urbanidade (Tabela 3), ao longo dos vinte anos estudados, evidencia um gradiente crescente do processo de urbanização da paisagem (Figura 3).

Tabela 3 - Valores do índice de urbanidade (ib) da paisagem do município de Ibaté (SP), para os anos de 1990, 2000 e 2010

Intervalos	1990		2000		2010	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0 – 0,2	1.203,18	4,13	244,27	00,84	236,29	00,81
0,2 – 0,4	3.149,15	10,82	2.472,50	08,49	2.359,00	08,10
0,4 – 0,6	18.004,47	61,84	22.566,42	77,51	19.991,90	68,67
0,6 – 0,8	6.730,55	23,12	3.800,15	13,05	6.497,14	22,32
0,8 – 1,0	26,13	00,09	30,15	00,10	29,16	00,10
TOTAL	29.113,49	100	29.113,49	100	29.113,49	100

Como a expansão urbana e a densidade populacional ao longo do tempo, são pouco representativos (crescimento de 1,25% da área urbana), o gradiente crescente de urbanidade para o município de Ibaté, está basicamente relacionado à demanda de área para atender a expansão das atividades agrícolas, que em vinte anos passou de 68,47% para 74,86% de cobertura, enquanto as áreas naturais passaram de 28,99% para 21,34%.

Frente às evidentes perdas das condições naturais da paisagem ao longo do tempo as condições dos Ecossistemas Naturais do município de Ibaté apresentam-se problemáticas do ponto de vista conservacionista.

A perda das condições naturais da paisagem em decorrência de usos antrópicos é semelhante em outras regiões brasileiras (MOSCHINI, 2008; Dos SANTOS, 2011; TREVISAN, 2015) que também apresentam avanços das fronteiras agrícolas e urbanas sobre os ecossistemas naturais.

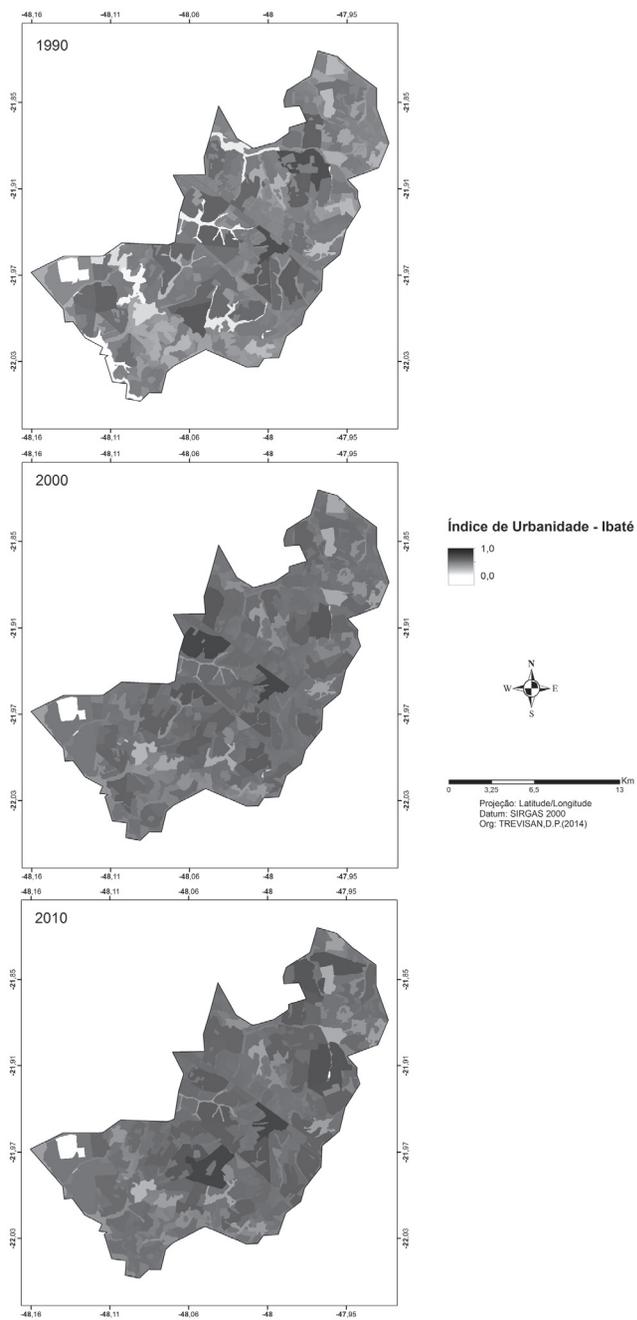


Figura 3 - Índice de Urbanidade (IB) da paisagem do município de Ibaté (SP), para os anos de 1990, 2000 e 2010

Em todos os períodos o município (Figura 4) se encontra principalmente em uma posição intermediária das condições naturais (IB entre 0,4 a 0,6), conservando alguns fragmentos naturais, mas com provável crescimento das ações antrópicas e assim dos impactos sobre as áreas naturais.

Em todos os períodos, observa-se a presença de alguns fragmentos de vegetação que ainda mantém sua total condição natural (IB = 0), locais com extensas áreas de vegetação ou que possuem conectividade entre os fragmentos ao longo da paisagem, principalmente associados ao corpos hídricos os quais são protegidos legalmente pelo Código Florestal, Lei Nº 12.651 de 2012.

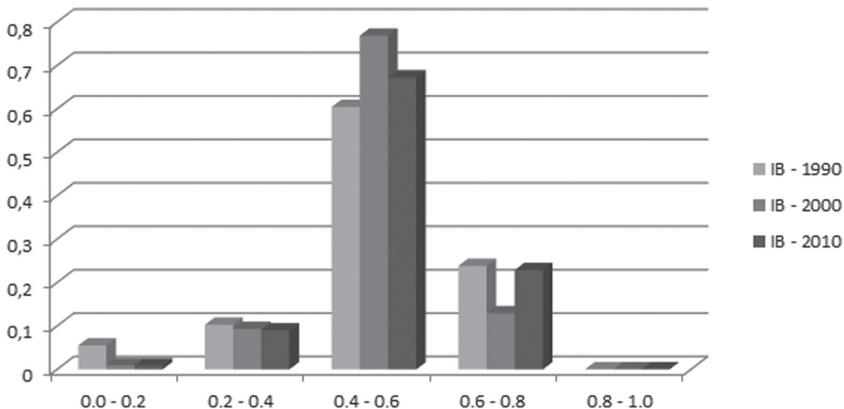


Figura 4 - Variação dos valores dos intervalos do Índice de Urbanidade ao longo de cada ano do período estudado

Os fragmentos de vegetação apresentaram-se principalmente em posição intermediária (IB entre 0,4 e 0,6) ou crítica (IB entre 0,6 e 1,0), devido a pressão exercida pelos usos antrópicos, que na maioria dos casos isolam e reduzem os fragmentos naturais, pendendo assim sua condição natural.

Tem-se a presença de alguns fragmentos onde a ação antrópica está fortemente desenvolvida, com a perda de sua condição natural (IB = 1), assim como ocorre nas áreas agrícolas e nas áreas urbanizadas.

Se comparado com 1990, o período de 2000 obteve um decréscimo expressivo das áreas com altas condições naturais, em que muitos fragmentos passaram da faixa de total de condição natural para faixas intermediárias ou críticas.

A maioria dos fragmentos (68,67%) no ano de 2000 apresentam-se em posição intermediária ou crítica (havendo crescimento das áreas presentes nesta faixa), causada principalmente pela pressão exercida pelos ecossistemas antrópicos, ocorrendo também o decréscimo da presença de fragmentos que perderam quase toda a sua condição natural (IB = 1), havendo uma considerável melhora das condições de fragmentos em estado crítico, sendo estes apresentados em faixas intermediárias de condição natural.

Em 2010 ocorre um decréscimo menor da áreas naturais do que no intervalo entre 1990 a 2000, principalmente porque em 2000 estas áreas já haviam sido substituídas por outros usos).

Entretanto, diferentemente de 2000, ressalta-se neste período o crescimento no número de fragmentos que perderam quase toda a sua condição natural (IB = 1),

havendo considerável piora das condições de fragmentos em estado crítico, saindo da faixa de fragmentos intermediários de condição natural para fragmentos em estado crítico.

Ao longo do período observado ocorre a existência de um único fragmento que ainda resguarda sua condição natural (IB = 0), sendo umas das áreas remanescentes de cerrado presentes, com cerca 256,61 hectares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice de urbanidade ao analisar o estado de conservação e condição natural das paisagens, apresenta-se como uma ferramenta importante no diagnóstico voltado a conservação dos ecossistemas possibilitando uma análise mais precisa de cada fragmento da paisagem estudada.

Os ecossistemas naturais com seus bem e serviços ambientais subsidiam diversas atividades antrópicas (sociais e econômicas), podendo ser sobrecarregados e até mesmo impedidos de atender as necessidades humanas.

Em Ibaté há a necessidade de um planejamento voltado a manutenção dos remanescentes de vegetação natural priorizando a conservação e recuperação destas áreas, levando em consideração não apenas o estado atual do município, mas a tendência desenvolvimentista a qual este vem seguindo.

O crescimento das atividades antrópicas e a perda de áreas naturais podem levar a total perda de condição natural do município, implicando em perda das funções ambientais e conseqüentemente dos benefícios que estas proporcionam, sendo que essas áreas servem de suporte para manutenção das atividades urbanas e agrícolas de uma forma geral.

Desta forma faz-se necessário o planejamento que almeje um modelo de desenvolvimento que leve em consideração toda esta temática, incluindo todos os agentes presentes nela (social, econômica, ambiental), focando-se não apenas nos problemas, mas nas causas que os levam, reforçando a ideia de necessidade de desenvolvimento, que busque o crescimento econômico considerando também a conservação dos ecossistemas naturais.

AGRADECIMENTOS

A FAPESP Proc.: 2010/13126-4 pelo apoio na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

BIOTA FAPESP. **Sub-bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**, 2014. Disponível em: <www.biota.org.br/info/saopaulo/bacias/>. Acesso em: 31 de maio de 2014.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas**, 2014. Disponível em: < www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_224.html >. Acesso em: 31 de maio de 2014.

CINTRA, R. H. Análise qualitativa e quantitativa de danos ambientais com base na instauração e registros de instrumentos jurídicos IN: SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M.; MOSCHINI, L. E. (Ed.). **Faces da polissemia da paisagem**: ecologia, planejamento e percepção. São Carlos: Rima, 2004.

COELHO, A. T.; GUARDABASSI, P.M.; LORA, B.A.; MONTEIRO, B.A.A.; GORREN, G.A. Sustentabilidade da expansão da cultura canavieira. **Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos**, São Paulo, v. 6, p. 1-13, 2007.

CRIUSCUOLO, C.; QUARTAROLI, C. F.; MIRANDA, E.; GUIMARÃES, M.; HOTT, M. **Dinâmica de uso e cobertura das terras na região nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 1ª ed, v.1, 2006, 70 p.

DE GROOT, R. S.; BLIGNAUT, J.; DER PLOEG, S.; ARONSON, J.; ELMQVIST, T.; FARLEY, J. Benefits of Investing in Ecosystem Restoration. **Conservation Biology**, v. 27, p. 286-1293, 2013.

Dos SANTOS, R.M. **Padrão temporal e espacial das mudanças de usos da terra e cenários para a conservação da biodiversidade regional do município de São Félix do Araguaia, MT**. 2011.153 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

FISHER, G. et al. Land use dynamics and sugarcane production. In: ZUURBIER, P.; VAN DE VOOREN, J. (Ed.). **Sugarcane ethanol**: contributions to climate change mitigation and the environment, p. 29-62, 2008.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **Divisão territorial Brasileiro e limites territoriais: IBGE cidades - Ibaté**, 2014. Disponível em: < www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930# >. Acesso em: 31 de maio de 2014.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**, 3ª ed., 2013,171 pp.

IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Região Administrativa Central**, 2014. Disponível em: <www.igc.sp.gov.br/>. Acesso em: 31 de maio de 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2007: Synthesis Report. **IPCC**, 2007, 937p.

MARRO, A.A.; SOUZA, A.M.C.; CAVALCANTE, E.R.S.; NUNES, G.S.B.R.O. **Lógica Fuzzy**: Conceitos e aplicações. Natal: Departamento de Informática e Matemática Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013,23 p.

MELLO, K.; PETRI, L.; CARDOSO-LEITE, E.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**. v. 38, p. 309-317, 2014.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington: Island Press. **World Resources Institute**, 2005,155p.

MORAES, M. C. P. **Dinâmica da Paisagem da Zona de Amortecimento do Parque Estadual de Porto Ferreira, SP**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.

MORAES, M. C. P.; TOPPA, R.H.; MELLO, K. A Expansão da Cana-de-Açúcar como Fator de Pressão para Áreas Naturais Protegidas. In: SANTOS, J. E. dos; ZANIN, E. M. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem** - Ecologia, Planejamento e Percepção. 1ed. São Carlos: Rima, 2013, v. 5, p. 163-173.

MORTENSEN, L.F. The driving force-stateresponse framework used by the CSD. IN: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. (Ed.). **Sustainability indicators**. Chichester- N. York: Wiley, p.47-53, 1997.

MOSCHINI, L. E. **Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e semi-naturais da paisagem**: estudo de caso, município de Araraquara, SP. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

MOSCHINI, L. E. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior**. 2008. 149f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

NATALE NETTO, J. **A saga do álcool**: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país. 1ª ed. Osasco: Novo Século, 2007, 343 p.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico: Rumo ao Desenvolvimento Sustentável. **Indicadores Ambientais**. Salvador: Governo do estado da Bahia. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia, 2002,243p.

O'NEILL, R. V.; GARDNER, R.H.; TURNER, M.G.A hierarquical neutral model for landscape analysis. **Landscape Ecology**. v. 7, p. 55-61, 1988.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S.; PIROLI, E.L; SANTOS, T.G.; CARDOSO, L.G. Uso da terra do Alto rio pardo, obtido a partir da análise visual. In: I CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONESUL, Santa Maria, **Anais...** UFSM, 1999. v. único, p. 75 – 81, 1999.

RITTERS, K.H.; O'NEIL, R.V.; HUNSAKER, C.T.; WICKHAM, J.D.; YANKEE, D.H. TIMMINS, S.P. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. **Landscape Ecology**, v.10, n.1, p. 23-39, 1995.

RUDORFF, B. F. T. et al. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production on São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**: Fundamento teórico e metodológico da geografia. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2008, 28 p.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de dados. **Perfis Municipais**, 2014. Disponível em: <www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acesso em: 31 de maio de 2014.

TANSCHKEIT, R. **Fundamentos da lógica Fuzzy e controle Fuzzy**,2006. Departamento de Estatística – PUC Rio. Disponível em: <tcs.eng.br/PUC/Fuzzy/SI-Logica_Control_Fuzzy.pdf>. Acesso em: 31 de maio de 2014.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento. **Fronteiras: journal of social, technological and environmental science**, v. 4, p. 16-30, 2015.

TUNDISI, J. G. Prefácio, In: SANTOS, J.E. MOSCHINI, L.E.; ZANNIN, E.M. **Faces da Polissemia da Paisagem**: Ecologia, planejamento e percepção.v.3. São Carlos: Rima, 2010, 408p.

VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J.M. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v.277, p.494-499, 1997

WRBKA T.; ERB K.H.; SCHULZ, N.B.; PETERSEIL, J.; HAHN, C.O.; HABERL, H. Linking pattern and process in cultural landscapes: An empirical study based on spatially explicit indicators. **Land Use Policy** n.21, p.289-306, 2004.

Recebido em maio de 2015

Revisado em fevereiro de 2016

Aceito em fevereiro de 2016