ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbge

,Análise das mudanças do uso e cobertura da terra entre 1988 e 2017 no município de Ibaté-SP

Diego Peruchi Trevisan¹; Beatris Matos de Mello²; Rafaela Matos de Melo³, Luiz Eduardo Moschini⁴

¹Discente de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências ambientais. Universidade Federal de São Carlos. Rod. Washington Luís, km 235 - SP-310 - São Carlos. diego.peruchi@gmail.com. ²Discente de graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos. Rod. Washington Luís, km 235 - SP-310 - São Carlos. biaamello98@gmail.com. ³Discente de graduação em Farmácia Bioquímica. Universidade de São Paulo. Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre, Ribeirão Preto - SP. rafaela.matos.mello@usp.br. ⁴Docente do Departamento de Ciências Ambientais. Universidade Federal de São Carlos. Rod. Washington Luís, km 235 - SP-310 - São Carlos. lemoschini@ufscar.br.

Artigo recebido em 21/06/2018 e aceito em 14/02/2018

RESUMO

A compreensão integrada de fatores biofísicos e socioeconômicos nos processos de uso da terra é necessária para o entendimento das transformações na paisagem pois estes podem interagir e operar sob uma gama de escalas no tempo e no espaço influenciando na dinâmica das paisagens. O objetivo deste trabalho é analisar estatisticamente as mudanças do uso e cobertura da terra entre 1988 e 2017 no município de Ibaté-SP, no intuito de verificar em quais períodos de tempo estas mudanças formam mais significativas. A abordagem metodológica teve enfoque na análise temporal do uso e cobertura da terra. Para avaliação estatística das mudanças de uso e cobertura da terra, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) para cada ecossistema analisado (urbanos, naturais e agrícolas). Dentro dos ecossistemas analisados, os períodos foram divididos em blocos 3 a 3; 5 a 5; 6 a 6 e 10 a 10 anos. Foram encontradas e classificadas as classes de ecossistemas naturais, ecossistemas urbanos, ecossistemas agrícolas e ecossistemas aquáticos, observando-se uma expansão das atividades agrícolas, com um incremento de 1.513,80ha das áreas de cultivo e decréscimo dos ecossistemas naturais, representando 1.903,85ha. As análises estatísticas demonstraram que em todos os blocos de períodos analisados, é possível observar alterações contínuas ao longo do tempo, desta forma, apesar dessa característica variar de região para região, conclui-se que mesmo em períodos pequenos de comparação entre imagens de satélite é possível observar alterações nas paisagens.

Palavras-chave: Conservação dos ecossistemas; atividades antrópicas; mudanças na paisagem; dinâmica temporal.

Analysis of changes in use and land cover between 1988 and 2017 in Ibaté-SP municipality

ABSTRACT

The integrated understanding of biophysical and socioeconomic factors in the processes of land use is necessary for the understanding of the transformations in the landscape because they can interact and operate under a range of scales in time and space influencing the dynamics of the landscapes. The objective of this work is to analyze statistically the changes in use and land cover between 1988 and 2017 in Ibaté-SP municipality, in order to verify in which periods of time these changes are more significant. The methodological approach had a focus on the analysis of use and land cover. For the statistical evaluation of changes in use and land cover, was used the Analysis of Variance (ANOVA) for each ecosystem analyzed (urban, natural and agricultural). Within the ecosystems analyzed, the periods were divided into blocks of 3 to 3; 5 to 5; 6 to 6 and 10 to 10 years. Classes of natural ecosystems, urban ecosystems, agricultural ecosystems and aquatic ecosystems were found and classified, with an expansion of agricultural activities, with an increase of 1,513.80ha of areas of cultivation and decrease of natural ecosystems, representing 1,903,85ha. Statistical analysis has shown that in all blocks of periods analyzed, it is possible to observe continuous changes over time, thus, although this characteristic varies from region to region, it is concluded that even in small periods of comparison between satellite images is changes in the landscape.

Keywords: Ecosystems Conservation; anthropogenic activities; landscape changes; temporal dynamics.

Introdução

A paisagem, pode ser considerada uma unidade espacial, cuja heterogeneidade é modificada principalmente pela relação

estabelecida entre sociedade e natureza, produzindo assim uma configuração marcada pela fragmentação ou conexão entre seus elementos

(Goerl et al., 2011; Turner; Simard, 2017).

A mudança, em qualquer espaço, é dirigida pela combinação particular de fatores que configuram os padrões espaciais de paisagem (Burgi et al., 2004; Chaichi; Daim, 2018). Neste sentido, a compreensão integrada de fatores biofísicos e socioeconômicos nos processos de uso da terra (Milne et al., 2009; Hansen et al., 2013) é necessária para o entendimento das transformações na paisagem pois estes podem interagir e operar sob uma gama de escalas no tempo e no espaço influenciando na dinâmica das paisagens (Munroe; Müller, 2007; Tieskens et al., 2017).

O conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e da cobertura da terra é fundamental para orientar a utilização racional do espaço (IBGE, 2006; Tieskens et al., 2017), compreendendo-se a dinâmica de uso da terra ou uso do solo como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (Rosa, 2007; Van Zanten et al., 2016).

A ciência das mudanças da terra pode ser definida como uma matéria interdisciplinar, que investiga a natureza do uso e cobertura da terra, suas mudanças no espaço e no tempo e os processos sociais, econômicos, culturais, políticos e ecológicos que influenciam a produção dos padrões das mudanças (Turner et al., 2007; Fan; Myint, 2014), além de contribuir para o manejo adaptativo das mudanças nos sistemas de uso da terra ao fornecer subsídios para o gerenciamento e a tomada de decisões (Aspinall, 2008; Fan; Myint, 2014).

As mudanças de uso e cobertura da terra constituem fontes de alterações significativas da superfície terrestre e acarretam impactos potenciais para a atmosfera, para a diversidade biótica, para bens e serviços ambientais (Millennium Ecosystem Assessment, 2018). De acordo com Quinto Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do Planeta elaborado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) em 2014, as mudanças de uso da terra, juntamente com a queima de combustíveis fósseis, são os principais fatores responsáveis pela emissão do dióxido de carbono, o mais importante gás de efeito estufa provocado pelas atividades humanas.

A detecção das mudanças de uso e cobertura da terra e o reconhecimento da atuação das forças dirigentes das mudanças, constituem passos fundamentais nos estudos de dinâmica de paisagem (Lambin; Geist, 2006; Turner; Simard, 2017).

O avanço do campo de estudos sobre mudança no uso e cobertura da terra decorreu da preocupação quanto à intensificação do

desmatamento das florestas tropicais a partir de 1970. Inicialmente voltada para identificação das causas do desmatamento, hoje esta área caracteriza-se pela ampliação de seu escopo, que passou a incluir mais sistematicamente a perda da biodiversidade, a degradação do solo, a emissão de gases de efeito estufa, a capacidade biológica dos sistemas naturais, entre outros (Caldas et al., 2003; Lambin; Geist, 2006; Uriarte; Schneider; Rudel, 2010; Turner; Simard, 2017).

Os estudos da cobertura florestal ou da cobertura e do uso da terra, sua dinâmica e seus impactos cresceram com os trabalhos sobre as mudanças ambientais na última década, os quais vêm sendo desenvolvidos em diversas regiões (Ritters et al., 1999; Dos Santos, 2011; Mello et al., 2014; Trevisan; Moschini, 2015).

O desenvolvimento e a aplicação de modelos espaciais foram adotados como principais ferramentas para o estudo da dinâmica de uso e cobertura da terra pois permitem a investigação dos elementos da paisagem e sua configuração espacial visando, sobretudo, compreender o comportamento dos sistemas ambientais ao longo do tempo, de modo a auxiliar na projeção de seus estados futuros (Gaucherel; Houet, 2009; Marino et al., 2015).

Desta forma, a modelagem e as análises estatísticas são excelentes método para a obtenção de conhecimento e geração de hipóteses para análise das paisagens, onde vários autores têm desenvolvido índices e medidas descritivas dos padrões espaciais das paisagens (Turner, 1987; O'Neill et al., 1988; Gustafson; Parker, 1992; Mcgarigal; Marks, 1995; Trevisan et al., 2017).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar estatisticamente as mudanças do uso e cobertura da terra entre 1988 e 2017 no município de Ibaté-SP, no intuito de verificar em quais períodos de tempo estas mudanças formam mais significativas.

Material e métodos

Área de estudo

O município de Ibaté localiza-se na região Administrativa Central do Estado de São Paulo (ICG, 2018), entre as coordenadas 21°57' e 22°22' de latitude sul e 47°59' e 48°45' de longitude oeste, ocupando uma área de aproximadamente 291,13 km² (Figura 1), com altitudes variando de 500 a 839 metros (IBGE, 2018).

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

Figura 1: Localização do Município de Ibaté-SP

O município conta com uma população de 33.956 habitantes (densidade demográfica de 107,57 habitantes por km²), com grau de urbanização de 96,45 %, possui taxa de crescimento anual da população de 1,29 sendo a base de sua economia movimentada entorno da produção sucroalcooleira (SEADE, 2018), onde as relações comerciais são impulsionadas pela vantajosa localização do município, próximo de polos tecnológicos e industriais.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município está avaliado em 0,703 com PIB per capita de 19.141,37 reais, expectativa de vida da população de 73,76 anos e taxa de analfabetismo da população acima de quinze anos em 7,33 (SEADE, 2018).

O clima caracteriza-se como tropical de altitude com inverno seco, sendo o relevo de planalto e bioma de Cerrado, a temperatura média aproxima-se de 20,4° com média mensal pluviométrica de 125,14 mm num total de 1501,6 mm anuais (CEPAGRI, 2018). 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, 2018).

Metodologia

A abordagem metodológica envolveu o uso de técnicas para o planejamento ambiental voltado ao gerenciamento do município de Ibaté (SP), tendo como enfoque principal a caracterização ambiental do município, por meio da análise temporal do uso e cobertura da terra. As informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizado o software ArcGis 10.4, na projeção geográfica de Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, datum SIRGAS 2000.

As informações do município de Ibaté foram adquiridas da base de dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em formato shapefile, sendo utilizadas as cartas planialtimétricas do IBGE folhas: SF-23-V-C-IV-3, SF-22-X-D-VI-4 e SF-22-Z-B-III-2, referentes a área de estudo, adquiridas em meio analógico na escala 1:50.000.

A classificação visual do uso e cobertura da terra ocorreu por meio das imagens do satélite

LandSat 5 (1988 a 2011) bandas 5/4/3, LandSat 7 (2011) bandas 5/4/3 e LandSat 8 bandas 6/5/4 (2012 a 2017), referentes a órbita/ponto 220/76 com datas de passagem em 02 de abril de 1988, 20 de abril de 1989, 15 de abril de 1990, 20 de abril de 1991, 23 de abril de 1992, 26 de abril de 1993, 31 de maio de 1994, 02 de maio de 1995, 04 de maio de 1996, 08 de junho de 1997, 01 de agosto de 1998, 20 de abril de 1999, 24 de abril de 2000, 16 de abril de 2001, 10 de março de 2002, 01 de junho de 2003, 19 de abril de 2004, 22 de maio de 2005, 14 de abril de 2006, 05 de maio de 2007, 08 de julho de 2008, 09 de maio de 2009, 12 de junho de 2010, 27 de março de 2011, 29 de setembro de 2012, 21 de setembro de 2013, 28 de junho de 2014, 20 de abril de 2015, 20 de março de 2016, 14 de abril de 2017.

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) considerando o nível hierárquico primário (I) que contemplou quatro classes que indicaram as principais categorias da cobertura terrestre, que foram discriminadas com base na interpretação direta dos dados dos sensores remotos, numa escala mais ampla (Tabela 1).

A dinâmica do uso e cobertura da terra para a área de estudo foi efetuada com base na classificação visual das imagens LandSat por meio da digitalização em tela em escala 1:50.000, com a consequente atribuição de um “pixel” a cada classe de uso, criando-se áreas de treinamento vetoriais com o auxílio do SIG ArcGis 10.4.

Tabela 1: Descrição das classes de uso e cobertura da terra.

Classe (I)	Tipo (II)	Descrição (III)
Ecossistemas Urbanos	Áreas urbanizadas	Área de adensamento urbano e áreas com instalações rurais (industriais e domiciliares)
Ecossistemas Agrícolas	Cana-de-açúcar	Área de cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
	Citricultura	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 spp</i> ou <i>Pinus spp</i> .
	Solo exposto	Área de pousio do solo para cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
Ecossistemas Naturais	Vegetação Nativa	Área com predomínio de vegetação arbustiva/arbórea, com as formações vegetais de Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão.
Ecossistemas Aquáticos	Corpos hídricos	Rios de grande porte, lagos, lagoas e represas.

Análise de variância

Para avaliação estatística das mudanças de uso e cobertura da terra, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) para cada ecossistema analisado (urbanos, naturais e agrícolas), este método é utilizado para testar a igualdade de três ou mais médias populacionais, baseado na análise das variâncias amostrais (Equação 1).

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (1)$$

Onde: SQ (total) ou soma total de

quadrados: é uma medida da variação total (em torno de $\bar{x}$) em todos os dados amostrais combinados. SQ (entre): é uma medida da variação entre as médias amostrais combinados. Também conhecida como SQ (tratamento). SQ (dentro) ou SQ (erro): soma de quadrados que representa a variabilidade comum a todas as populações em consideração.

Para verificação da diferenciação entre os diferentes grupos analisados, foram considerados três variáveis principais, F, F - crítico e P valor. Em termos matemáticos o valor de F é calculado pela divisão entre os quadrados médios para o modelo

(mean squares for the model, MS_m) e os quadrados médios residuais (residual mean squares, MS_r). O Valor F crítico é um valor crítico é um ponto sobre a distribuição da estatística de teste sob a hipótese nula que define um conjunto de valores que chama para rejeitar a hipótese nula. Este conjunto é chamado região crítica ou de rejeição (Ferreira; Patino, 2015).

O valor-p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. Tradicionalmente, o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, o que significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes (Ferreira; Patino, 2015). Desta forma, foram aceitas variâncias ou diferenças entre os blocos analisados quando F fosse maior que o F crítico e p valor menor que 0,05.

Como os ecossistemas aquáticos apresentaram os mesmos valores, não houve necessidade de realizar as análises para tal ecossistema. Dentro dos ecossistemas analisados, os períodos foram divididos em blocos 3 a 3; 5 a 5; 6 a 6 e 10 a 10 anos. Desta forma os períodos de análises foram de: 3 a 3 (1988 – 1990; 1991 – 1993; 1994 – 1996; 1997 – 1999; 2000 – 2002; 2003 – 2005; 2006 – 2008; 2009 – 2011; 2012 – 2014; 2015 – 2017), 5 a 5 (1988 – 1992; 1993 – 1997; 1998 – 2002; 2003 – 2007; 2008 – 2012; 2013 – 2017), 6 a 6 (1988 – 1993; 1994 – 1999; 2000 – 2005; 2006 – 2011; 2012 – 2017) e 10 a 10 (1988 – 1997; 1998 – 2007; 2008 – 2017) anos, no intuito de observar em qual período tais alterações seriam mais evidentes.

Resultados e discussão

Foram encontradas e classificadas as classes de ecossistemas naturais, ecossistemas urbanos, ecossistemas agrícolas e ecossistemas aquáticos, observando-se uma expansão das atividades agrícolas, com um incremento de 5% das áreas de cultivo, representados principalmente pela cultura de cana-de-açúcar, totalizando 1.513,80ha.

Em 1988, aproximadamente 65% da área, apresentava o predomínio das atividades agrícolas, totalizando 18.914,61ha (Tabela 2). As práticas do cultivo de cana-de-açúcar são associadas às áreas com solo exposto, pois as mesmas referem-se ao período de pousio e preparo do solo para a próxima safra.

Conforme observado por Trevisan et al., (2018), as características físicas e ambientais da região de Ibaté, são propícias para a implementação das atividades agrícolas, como declividades

principalmente entre 0 e 20°, principal presença de latossolos. Os autores também observaram que o município apresentou os usos de cana-de-açúcar, cerrado, corpos hídricos, citricultura, pastagens, silvicultura, solo exposto, urbanos e vegetação.

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, título devido ao crescimento do mercado interno e de 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; Moraes et al., 2013).

O cenário observado (Figura 2 e 3), com expansão das áreas agrícolas é semelhante a estudos realizados com esta temática em outras regiões (Criuscuolo et al., 2006; Coelho et al., 2007; Fisher, 2008; Rudorff et al., 2010; Trevisan et al., 2011; Moraes et al., 2013), os quais também evidenciaram esta expansão e a consequente a supressão de áreas de vegetação nativa.

Os ecossistemas naturais, apresentam-se fragmentadas, com perda de cerca de 6,54% em dez anos, representando 1.903,85ha. Esses fragmentos remanescentes e imersos na matriz agrícola, estão em sua maioria associados aos corpos hídricos, ou seja, Áreas de Preservação Permanente (APP). Esta degradação da vegetação nativa, foi semelhante a estudos realizados em outras regiões (Cintra, 2004; Moschini, 2005; Moraes, 2013; Mello, 2014), os quais analisaram as fitofisionomias de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, tipos vegetacionais presentes na área de estudo.

A Mata Atlântica e o Cerrado são dois hotspots de biodiversidade, sendo necessário uma intervenção imediata no processo de fragmentação da paisagem, em sua maioria decorrentes do avanço da fronteira agrícola, mais especificamente pelo cultivo da cana-de-açúcar, que implica em severas mudanças nos padrões biológicos da paisagem e na conservação de fauna e flora presentes nesses habitats (Moraes et al., 2013).

As áreas urbanas, apresentaram-se em pequenas proporções e quantidades de área quando comparadas aos outros usos (350ha em 1988 e 705ha em 2017), isso se deve, principalmente pelo fato da dependência do município com o setor agropecuário, entretanto apesar deste fato explicar a pequena expansão da área urbana, em termos de gestão o município dobrou sua área de influência, o que demandou e demanda o desenvolvimento de atividades básicas para atendimento da população inserida. Conforme dados do SEADE (2018), em

1988 a densidade demográfica do município era de 52,21 e em 2018 é de 116,70

Tabela 2. Valores de uso e cobertura da terra para 1988 a 2017 em Ibaté – SP

Ano	Ecossistemas Naturais		Ecossistemas Urbanos		Ecossistemas Agrícolas		Ecossistemas Aquáticos	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
1988	9.783,85	33,61	350,00	1,20	18.914,61	64,97	65,00	0,22
1989	9.700,85	33,32	355,00	1,22	18.992,61	65,24	65,00	0,22
1990	9.683,85	33,26	360,00	1,24	19.004,61	65,28	65,00	0,22
1991	9.648,54	33,14	365,00	1,25	19.034,92	65,38	65,00	0,22
1992	9.640,00	33,11	366,50	1,26	19.041,96	65,41	65,00	0,22
1993	9.505,00	32,65	380,00	1,31	19.163,46	65,82	65,00	0,22
1994	9.490,00	32,60	387,50	1,33	19.170,96	65,85	65,00	0,22
1995	9.465,00	32,51	400,00	1,37	19.183,46	65,89	65,00	0,22
1996	9.406,84	32,31	400,00	1,37	19.241,62	66,09	65,00	0,22
1997	9.323,70	32,03	402,78	1,38	19.321,98	66,37	65,00	0,22
1998	9.003,00	30,92	439,96	1,51	19.605,50	67,34	65,00	0,22
1999	8.900,00	30,57	441,00	1,51	19.707,46	67,69	65,00	0,22
2000	8.730,00	29,99	477,61	1,64	19.840,85	68,15	65,00	0,22
2001	8.621,00	29,61	478,98	1,65	19.948,48	68,52	65,00	0,22
2002	8.580,00	29,47	519,00	1,78	19.949,46	68,52	65,00	0,22
2003	8.596,00	29,53	520,00	1,79	19.932,46	68,46	65,00	0,22
2004	8.498,00	29,19	521,00	1,79	20.029,46	68,80	65,00	0,22
2005	8.434,00	28,97	521,00	1,79	20.093,46	69,02	65,00	0,22
2006	8.403,20	28,86	536,42	1,84	20.108,84	69,07	65,00	0,22
2007	8.391,00	28,82	538,65	1,85	20.118,81	69,10	65,00	0,22
2008	8.131,80	27,93	558,85	1,92	20.357,81	69,93	65,00	0,22
2009	8.090,50	27,79	558,90	1,92	20.399,06	70,07	65,00	0,22
2010	7.970,00	27,38	559,10	1,92	20.519,36	70,48	65,00	0,22
2011	7.948,10	27,30	559,53	1,92	20.540,83	70,55	65,00	0,22
2012	7.945,00	27,29	565,00	1,94	20.538,46	70,55	65,00	0,22
2013	7.940,00	27,27	574,00	1,97	20.534,46	70,53	65,00	0,22
2014	7.938,00	27,27	650,00	2,23	20.460,46	70,28	65,00	0,22
2015	7.935,00	27,26	659,00	2,26	20.454,46	70,26	65,00	0,22
2016	7.930,00	27,24	700,00	2,40	20.418,46	70,13	65,00	0,22
2017	7.880,00	27,07	740,05	2,54	20.428,41	70,17	65,00	0,22

Figura 1: Uso e cobertura da terra de 1988 a 2002 em Ibaté-SP

Figura 2: Uso e cobertura da terra de 2003 a 2017 em Ibaté - SP

Análise de variância

As tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam os resultados da análise de variância para os ecossistemas naturais, as tabelas 7, 8, 9 e 10 apresentam os resultados da análise de variância para os ecossistemas agrícolas e as tabelas 11, 12, 13 e 14 apresentam os resultados da análise de variância para os ecossistemas urbanos.

Em todos os períodos analisados dos três ecossistemas presentes no município de Ibaté, foram encontradas variâncias significativas (F superior a F crítico com p-valor menor que 0,05).

Mesmo em períodos com conjuntos menores de intervalos, como nos blocos de 3 a 3, que poderiam apresentar menores significâncias, estes também demonstraram variabilidades entre as mudanças na paisagem. Tais fatos, corroboram como a significância do planejamento ambiental a curto e longo prazo, pois as mudanças são contínuas ao longo do tempo, mesmo em pequenas faixas de observação.

Tabela 3: Análise da variância dos ecossistemas naturais em blocos de 3 a 3 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	13289674	9	1476630.4	143.3888403	3.57074E-16	2.3928141
Dentro dos grupos	205961.69	20	10298.085			
Total	13495635	29				

Tabela 4: Análise da variância dos ecossistemas naturais em blocos de 5 a 5 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	13267698	5	2653540	279.3962	1.91E-20	2.620654
Dentro dos grupos	227937.76	24	9497.407			
Total	13495635	29				

Tabela 5: Análise da variância dos ecossistemas naturais em blocos de 6 a 6 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	12883125.12	4	3220781	131.4583	2.1E-16	2.75871
Dentro dos grupos	612510.2048	25	24500.41			
Total	13495635.33	29				

Tabela 6: Análise da variância dos ecossistemas naturais em blocos de 10 a 10 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	12857347	2	6428674	271.9371	1.28859E-18	3.35429
Dentro dos grupos	638288	27	23640.29			
Total	13495635	29				

Tabela 7: Análise da variância dos ecossistemas agrícolas em blocos de 3 a 3 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9646511.128	9	1071834.57	122.6674791	1.64393E-15	2.392814108
Dentro dos grupos	174754.4789	20	8737.723947			
Total	9821265.607	29				

Tabela 8: Análise da variância dos ecossistemas agrícolas em blocos de 5 a 5 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9639142.5	5	1927828.5	254.04729	5.84E-20	2.620654

Dentro dos grupos	182123.11	24	7588.4631			
Total	9821265.6	29				

Tabela 9: Análise da variância dos ecossistemas agrícolas em blocos de 6 a 6 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9295708.223	4	2323927.1	110.5458	1.64E-15	2.75871
Dentro dos grupos	525557.3831	25	21022.295			
Total	9821265.607	29				

Tabela 10: Análise da variância dos ecossistemas agrícolas em blocos de 10 a 10 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9367771.5	2	4683886	278.8678	9.32E-19	3.354131
Dentro dos grupos	453494.08	27	16796.08			
Total	9821265.6	29				

Tabela 11: Análise da variância dos ecossistemas urbanos em blocos de 3 a 3 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	326509.56	9	36278.84	70.472502	3.53247E-13	2.392814108
Dentro dos grupos	10295.885	20	514.79427			
Total	336805.45	29				

Tabela 12: Análise da variância dos ecossistemas urbanos em blocos de 5 a 5 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	316182.43	5	63236.485	73.591329	9.23E-14	2.620654
Dentro dos grupos	20623.023	24	859.29262			
Total	336805.45	29				

Tabela 13: Análise da variância dos ecossistemas urbanos em blocos de 6 a 6 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	307022.25	4	76755.56	64.42856	8.43E-13	2.75871047
Dentro dos grupos	29783.204	25	1191.328			
Total	336805.45	29				

Tabela 14: Análise da variância dos ecossistemas urbanos em blocos de 10 a 10 anos

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	278079.4	2	139039.7	63.92512	5.74911E-11	3.354130829
Dentro dos grupos	58726.08	27	2175.04			
Total	336805.4	29				

Diversos são os estudos que analisam os impactos das mudanças de uso e cobertura da terra nas diferentes regiões do planeta (Watrin et al., 2009; Sebra; Costa, 2012; Cruz, 2013; Adami et al., 2015). Cortes; D'Antona (2014) analisaram a região da Amazônia brasileira, mostrando como a população foi explorada nas teorias sobre

mudanças nos usos e coberturas da terra, passando pelo viés do crescimento populacional durante o período de fronteira agrícola, o modelo de ciclo de vida do domicílio (fecundidade e composição do domicílio) na década de 1990 e, mais recentemente, o enfoque no componente migratório.

Conclusões

A caracterização ambiental do município de Ibaté demonstrou características o predomínio das atividades agrícolas na região, entretanto este o modelo de desenvolvimento observado em Ibaté e em diversos outros municípios tem gerado impactos sobre os ecossistemas naturais, com perda de áreas e fragmentação das mesmas. Tais alterações, apesar de pequenas de ano para ao, demonstra-se continuas ao longo de todo o período analisado.

Contudo, a continuidade destes fragmentos na paisagem, pode ainda proporcionar maiores ganhos econômicos do que os obtidos da conversão e expansão agrícola do uso da terra. O ambiente natural proporciona benefícios para a sociedade de diversos modos, contribuindo com a regulação climática, na formação do solo, na ciclagem dos nutrientes, no fornecimento de combustível, de fibras e substâncias farmacêuticas, etc.

As análises estatísticas demonstraram que em todos os blocos de períodos analisados, é possível observar alterações contínuas ao longo do tempo, desta forma, apesar dessa característica variar de região para região, conclui-se que mesmo em períodos pequenos de comparação entre imagens de satélite é possível observar alterações nas paisagens.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processos 2015/19918-3 e 2018/00162-4, pelo apoio financeiro a pesquisa.

Referências bibliográficas

Adami, M.; Gomes, A. R.; Coutinho, A. C.; Esquerdo, J. C. M.; Venturieri, A. 2015. Anais. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7028 – 7036.

Aspinall, R. J.; Hill, M. J. 2008. Land use change: science, policy, and management, 1 ed. Taylor and Francis Group. USA.

BIOTA FAPESP. Sub-bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2018. Disponível: www.biota.org.br/info/saopaulo/bacias/. Acesso: 31 jan. 2018.

Burgi, M., Hersperger, A. M., Schneeberger, N. 2004. Driving forces of landscape change—current and new directions. *Landscape Ecology* 19, 857–868.

Caldas, M. M.; Walker, R.; Shiota, R.; Perz, S.; Skole, D. 2003. Ciclo de vida da família e desmatamento na Amazônia: combinando

informações de sensoriamento remoto com dados primários. *Revista Brasileira de Economia* 57, 683-711.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas, 2018. Disponível: www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_224.html. Acesso: 31 jan. 2018.

Chaichi, N.; Daim, T. U. 2018. Landscape Analysis: Connected Lighting System. *Infrastructure and Technology Management* 10, 45-65.

Cintra, R. H. 2004. 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. Rima, São Carlos, 15 – 30.

Coelho, A. T.; Guardabassi, P. M.; Lora, B. A.; Monteiro, B. A. A.; Gorren, G. A. 2007. Sustentabilidade da expansão da cultura canaveira. *Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos* 6, 1-13.

Cortes, J. C.; D'antona, A. O. 2014. Dinâmicas no uso e cobertura da terra: perspectivas e desafios da Demografia. *R. bras. Est. Pop* 1, 91-210.

Costa, T. A. 2012. Dinâmica do uso e ocupação da terra na microbacia do Ribeirão São Bartolomeu – Viçosa, MG. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade federal de Viçosa, MG.

Criuscuolo, C.; Quartaroli, C. F.; Miranda, E.; Guimarães, M.; Hott, M. 2006. Dinâmica de uso e cobertura das terras na região nordeste do Estado de São Paulo. 1 ed, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas.

Dos Santos, R. M. 2011. 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. Tese (Doutorado em Ecologia de Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Fan, C.; Myint, S. 2014. A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation. *Landscape and Urban Planning* 121, 117-128.

Ferreira, J. C.; Patini, C. M. 2015. O que realmente significa o valor – P? *J Bras Pneumol* 41, 485-485.

Fisher, G. 2008. Land use dynamics and sugarcane production. in: Zurbier, P.; Van De Vooren, J. (Ed.). Sugarcane ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment,

- Wageningen Academic Publishers, pp. 29-62.
- Gaucherel, C. Houet, T. 2009. Preface to the selected papers on spatially explicit landscape modelling: current practices and challenges. *Ecological Modelling* 220, 3477-2480.
- Goerl, R. F.; Siefert, C. A. C.; Schultz, G. B.; Dos Santos, C. S.; Dos Santos, I. 2011. Elaboração e Aplicação de Índices de Fragmentação e Conectividade da Paisagem para Análise de Bacias Hidrográficas. *Revista Brasileira de Geografia Física* 5, 1000-1012.
- Gustafson, E. J.; Parker, G. R. 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology* 7, 101-110.
- Hansen, M. C.; Potapov, P. V.; Moore, R.; Hancher, M.; Turubanova, S. A.; Tyukavina, A.; Thau, D.; Stehman, S. V.; Goetz, S. J.; Loveland, T. R.; Kommareddy, A.; Egorov, A.; Chini, L.; Justice, C. O.; Townshend, J. R. G. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342, 850-853.
- Houet, T.; Loveland, T. R.; Laurence, H.; Gaucherel, C.; Napton, D.; Sayler, K. 2010. Exploring subtle land use and land cover changes: a framework for future landscape studies. *Landscape Ecology* 25, 249-266.
- IBGE. Instituto de Geografia e Estatística, 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. 3 ed. Rio de Janeiro. Disponível: www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm. Acesso: 31 de jan. 2018.
- IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Divisão territorial Brasileiro e limites territoriais. IBGE cidades Ibaté. Disponível: www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930#. Acesso: 31 jan. 2018.
- IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. Região Administrativa Central, 2018. Disponível: <http://www.igc.sp.gov.br/>. Acesso: 31 jan. 2018.
- Intergovernmental Panel On Climate Change. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report, 1 ed, IPCC, UK.
- Lambin, E. F., Geist, H. J. 2006. Land-Use and Land-Cover Change. Local processes and Global Impacts, Global Change. The IGBP Series. Springer, UK.
- Mcgarigal, K.; Marks, B. Fragstats * ARC. Fragstats manual, 1995. Disponível: www.innovativegis.com/products/fragstatsarc/manual/index.html. Acesso: 10 jul. 2018.
- Mello, K.; Petri, L., Cardoso-Leite, E.; Toppa, R. H. 2014. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. *Revista Árvore* 38, 309-317.
- Mello, K.; Petri, L., Cardoso-Leite, E.; Toppa, R. H. 2014. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. *Revista Árvore* 38, 309-317.
- Millennium Ecosystem Assessment. Guide to the Millennium Assessment Reports, 2018. Disponível: www.innovativegis.com/products/fragstatsarc/manual/index.html. Acesso: 10 jul. 2018.
- Milne, E., Aspinall, R. J., Veldkamp, T. A. 2009. Integrated modelling of natural and social systems in land change science. *Landscape Ecology* 24, 1145-1147.
- Moraes, M. C. P. 2013. Dinâmica da paisagem da zona de amortecimento do Parque Estadual de Porto Ferreira, SP. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.
- Moraes, M. C. P.; Toppa, R. H.; Mello, K. A. 2013. Expansão da Cana-de-Açúcar como fator de pressão para áreas naturais protegidas. in: Dos Santos, J. E.; Zanin, E. M. (Org.). Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção. Rima, São Carlos, pp. 163-173.
- Moschini, L. E. 2005. Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e seminaturais da paisagem: estudo de caso, município de Araraquara, SP. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Munroe, D. K., Müller, D. 2007. Issues in spatially explicit statistical land-use/cover change (LUCC) models: examples from western Honduras and the Central Highlands of Vietnam. *Land Use Policy* 24, 521-530.
- Natale Netto, J. 2007. A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país. 1 ed. Osasco, Novo Século.
- O'Neill, R.V.; Krummel, J.R.; Gardner, R.H.; Sugihara, G.; Jackson, B.; De Angelis, D.L.; Milne, B.T.; Turner, M.G.; Zygmunt, B.; Christensen, S.W.; Dale, V.H.; Graham, R. L. Indices of landscape pattern. 1988. *Landscape Ecology* 1, 153-162.
- Ritters, K. H.; O'neil, R.V.; Hunsaker, C. T.; Wickham, J. D.; Yankee, D. H. Timmins, S. P. 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape Ecology* 10, 23-39.

- Rosa, R. 2007. Introdução ao Sensoriamento Remoto. 6 Ed, Uberlândia.
- Rudorff, B. F. T.; Aguiar, D. A.; Silva, W. F.; Sugawara, L. M.; Adami, M.; Moreira, M. A. 2010. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production on São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. Remote Sensing 2, 1057-1076.
- Seabra, V. S.; Cruz, C. M. 2013. mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. Soc. & Nat., Uberlândia 25, 411-421.
- SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de dados, Perfis Municipais, 2018. Disponível: <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acesso: 31 de jan. 2018.
- Tieskens, K. F.; Schulp, C. J. E; Levers, C.; Lieskovsky, J.; Kuemmerle, T.; Pileninger, T.; Verburg, P. H. 2017. Characterizing European cultural landscapes: Accounting for structure, management intensity and value of agricultural and forest landscapes. Land Use Policy 62, 29-39.
- Trevisan, D. P.; Moschini, L. E. 2015. 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 4, 16-30.
- Trevisan, D. P.; Moschini, L. E. 2017. Evaluation of landscape urbanity in Americana, São Paulo, Brazil. International Journal of Development Research 7, 16177 - 16183.
- Trevisan, D. P.; Moschini, L. E.; Locatelli, E. T.; Ogeda, R.A.; Dos Santos, R. M.; Pinatti, J. M. 2011. Análise multitemporal do uso e cobertura vegetal do município de Ibaté (SP) Anais. 9ª Jornada Científica e Tecnológica da UFSCAR, 2011, São Carlos, 1 – 1.
- Trevisan, D. P.; Santos, B. F.; Melo, N. A. T.; Moschini, L. E. 2018. Caracterização ambiental do município de Ibaté – SP – Brasil. Revista Hipótese 4, p.1 – 18.
- Turner, B. L. II, Lambin, E. F., Reenberg, A. 2007. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. PNAS 104, 20666–20671.
- Turner, M. G. 1987. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of 3 transition models. Landscape Ecology 1, 29-36.
- Turner, M.; Simard, M. 2017. Using Spatial Statistics and Landscape Metrics to Compare Disturbance Mosaics. in: Gergel, S. E.; Tunner, M. G. Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques, 1 ed, pp.175-190.
- Uriarte, M.; Schneider, L.; Rudel, T. K. 2010. Land transition in the tropics: going beyond the case studies. Biotropica 42, 1-2.
- Watrín, O. S.; Gerhard, P.; Maciel, M. N. M. 2009. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no nordeste do estado do Pará. Geografia 34, 455-472.