

Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra no município de Brotas – SP entre os anos de 1988 e 2016

Diego Peruchi Trevisan¹
Luiz Eduardo Moschini²
Bruno Peruchi Trevisan³
Victor Luís Mascagna⁴

¹Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Rod. Washington Luís, Km 235 – São Carlos, SP – Brasil.
diego.peruchi@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Rod. Washington Luís, Km 235 – São Carlos, SP – Brasil.
lemoschini@ufscar.br

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
bruno.trevisan@gmail.com

⁴Universidade de Araraquara – UNIARA
Rua Carlos Gomes, 1338 - Centro - Araraquara/SP - CEP 14801-340
victor_vlm@hotmail.com

Abstract. The search for rational land use try to address the conservation needs of natural resources, food and energy production needs. This challenge has sought the dissemination of concepts techniques of conservation and management to reduce the impacts on ecosystems, especially when it comes to the restoration and preservation of landscapes which include the protection of soil, water and air. The temporal patterns of changing landscapes will only be revealed through the description of the processes that influence its dynamics. Faced with the need to determine these processes, this study aimed to analyze the dynamics of use and land cover between the years of 1988 and 2016 due to observe the progress or setbacks in the conservation of ecosystems during the study period in Brotas-SP municipality. The focus of the methodological procedure was the environmental characterization of the municipality and the use of dynamic uses in landscape assessment using Landsat images, related to the study area. There was a growth in the areas of natural vegetation with decreased mainly of areas for agricultural activities. This fact relates to the incentives for the development of activities related to ecotourism, which contributed to improving the conservation of natural ecosystems. The strengthening of spaces dedicated to environmental conservation, should be a premise of the municipal administration for the formulation, implementation and monitoring plans, urban development programs and projects, adapting to the local reality and thus fulfilling their goals.

Palavras-chave: landscape analysis, natural landscape, environmental planning, análise da paisagem, paisagem natural, planejamento ambiental.

1.Introdução

O território ocupado pelo homem sofre constantes mudanças quanto à natureza e composição, sendo necessárias ações de planejamento para redefinir seus espaços (SANTOS, 2008). Essa constante transformação vêm em consequência das diferentes relações socioculturais e econômicas estabelecidas ao longo do tempo. O homem, por intermédio do desenvolvimento de técnicas, modifica a organização dos elementos espaciais urbanos e rurais, intensificando-se dentro das características e potencialidades de cada contexto geográfico.

A procura pelo uso racional da terra tenta equacionar as necessidades de preservação dos recursos naturais e as necessidades de produção de alimentos e energia. Este desafio tem

buscado pela difusão de conceitos, técnicas de conservação e manejo que visam reduzir os impactos sobre os ecossistemas, principalmente quando se refere à recomposição e à preservação das paisagens, as quais englobam a proteção do solo, da água, do ar e de vários outros componentes e organismos (MOMOLI, 2006).

O grande desafio da atualidade está no crescimento populacional e no desenvolvimento econômico, os quais resultam em impactos diretos e indiretos aos ecossistemas naturais, conduzindo as paisagens a rápidas modificações, representados pela degradação ou uso insustentável de cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Esse modelo de desenvolvimento global ocasionou, dentre outros impactos ambientais, o desaparecimento de grande parte da cobertura vegetal da terra, ou seja, explorou-se economicamente os recursos naturais de forma insustentável, substituindo as paisagens naturais por outros usos da terra.

Todos os processos de ocupação pela espécie humana produziram e produzem grandes alterações nos sistemas naturais (TUNDISI, 2010), gerando um mosaico de paisagens com elementos naturais e antrópicos que variam em tamanho, forma e arranjo (TURNER, 1989).

Uma abordagem eficaz para analisar sistematicamente os efeitos da antropização sobre os ecossistemas está em estudar as mudanças nos padrões dos ecossistemas e dos processos antrópicos ao longo do tempo (MCDONNELL et al., 1997).

Pode-se extrair de uma paisagem uma grande quantidade de informações, considerando todos os aspectos que a envolve. Em estudos de paisagem, pode-se analisar, por exemplo, sua geologia, os tipos de solos e de relevo, o sistema hídrico, além de características climáticas (SANTOS, 2007).

Os padrões temporais de mudanças das paisagens somente serão revelados através da descrição da série de estágios ecológicos, de sequências culturais e pela identificação dos processos formadores que influenciam a trajetória da dinâmica da paisagem (MARCUCCI, 2000).

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 (SOARES FILHO, 1998).

A modelagem vem se firmando como uma excelente aliada para a obtenção de conhecimento e geração de hipóteses em ecologia de paisagens e questões populacionais, incluindo dinâmica de metapopulações, efeitos de fragmentação, importância de corredores e processos de dispersão ou invasão, os quais estão entre os temas mais abordados com modelos (TREVISAN; MOSCHINI, 2015). A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tem facilitado a caracterização, o diagnóstico e o planejamento ambiental, auxiliando em tarefas como a simulação do espaço geográfico, de seus processos naturais e na integração de informações espaciais (RIBEIRO, 1999).

Considerando que os processos culturais transformadores das paisagens constituem a manifestação integrada dos elementos naturais e culturais, ocasionando mudanças físicas ou culturais na mesma e que o ambiente natural proporciona benefícios para a sociedade de diversos modos ao preservarem a estrutura e função dos ecossistemas (BALMFORD et al., 2002) e que o equilíbrio entre ambiente e desenvolvimento parece ser a principal estratégia para assegurar a sustentabilidade ecológica, tornando-se essencial considerar as necessidades humanas em relação à capacidade suporte dos ecossistemas (SATO; SANTOS, 1999).

Diante da dificuldade de conciliar os aspectos ambientais com o desenvolvimento e da necessidade em determinar os processos que influenciam o uso e cobertura da terra, o presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra no município brasileiro de Brotas-SP entre os anos de 1988 e 2016, no intuito de avaliar avanços ou retrocessos na conservação dos ecossistemas durante o período de estudo.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O município de Brotas localiza-se na região Administrativa de Campinas do estado de São Paulo (IGC, 2016), entre as coordenadas geográficas 22° 17' 02" de latitude sul e 48° 07' 37" de longitude oeste, ocupando aproximadamente 1.101,7km² (Figura 1).

O município possui 23.003 habitantes (densidade demográfica de 20,89 habitantes por km²), com grau de urbanização de 86,64% e taxa de crescimento anual da população de 1,09 (SEADE, 2016).

O clima caracteriza-se como tropical de altitude, com inverno seco, relevo de planalto e bioma de Cerrado. A temperatura média aproxima-se de 21,8°C com média mensal pluviométrica de 107,65mm (CEPAGRI, 2016).

Apesar de historicamente ter seu desenvolvimento econômico baseado no cultivo do café, Brotas é conhecida internacionalmente por ter se especializado no ecoturismo, onde ocorre o desenvolvimento de diversos esportes como o rafting e a canoagem, aproveitando o potencial do rio Jacaré Pepira. Atualmente a economia do município baseia-se na agropecuária, principalmente no cultivo de cana-de-açúcar e laranja (IBGE,2016).

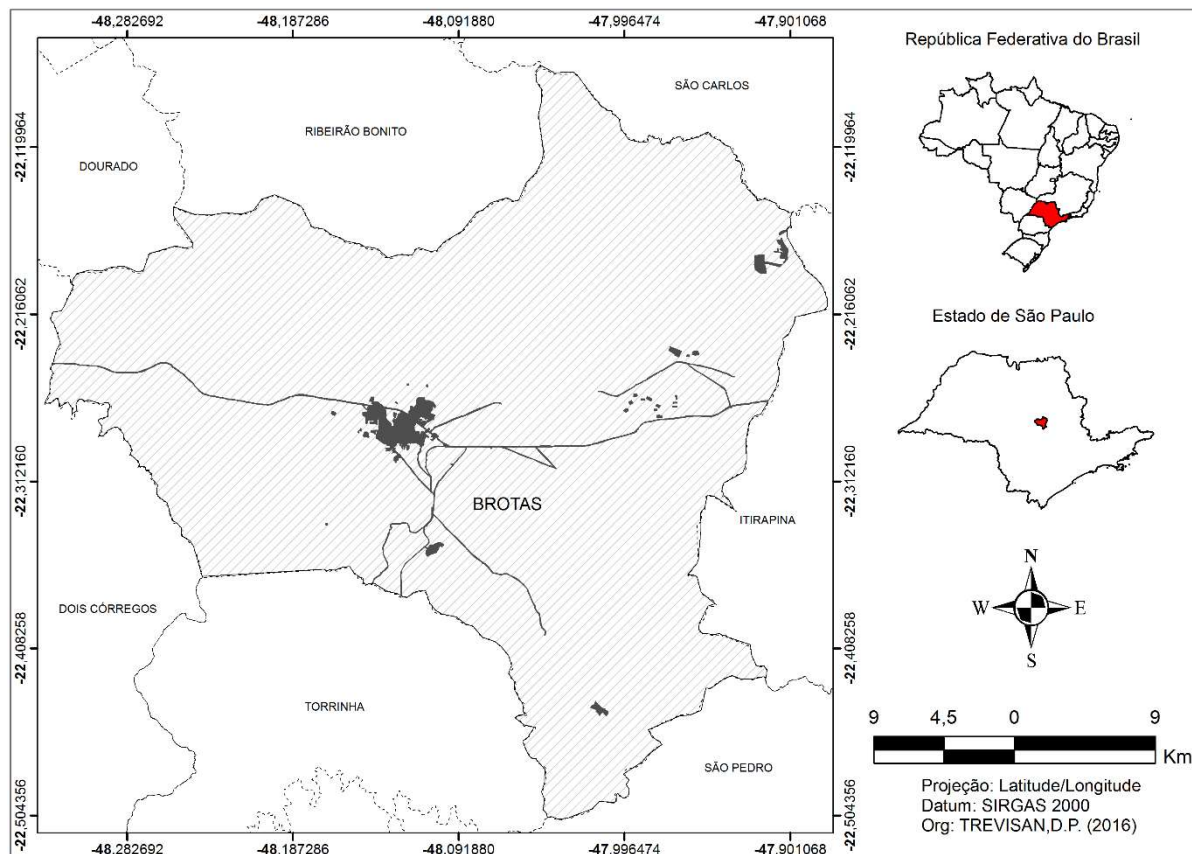


Figura 1: Localização geográfica do município de Brotas - SP

2.2 Metodologia

As informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizado o software ArcGis® 10.3 Para a caracterização da paisagem, foi elaborado um banco de dados georreferenciado do município de Brotas, utilizando-se a projeção geográfica Latitude/Longitude, datum SIRGAS 2000, onde as informações foram estruturadas nos Planos de Informação (PI) criados para realização das análises de uso e cobertura da terra.

Os dados primários do município de Brotas foram adquiridos 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-22-Z-B-III-1, SF-22-Z-B-III-2, SF-23-Y-A-I-1, SF-22-Z-B-III-3, SF-22-Z-B-III-4 e SF-23-Y-A-I-3 referentes a área de estudo e adquiridas em formato analógico na escala 1:50.000.

A classificação visual do uso e cobertura da terra ocorreu por meio das imagens do satélite LandSat 5 bandas 5,4,3 e LandSat 8 bandas 6,5,4, referentes a órbita/ponto 220/75, que corresponde à área de estudo, com datas de passagem em 20 de junho de 1988 e 10 de julho de 2016 respectivamente. As imagens foram georreferenciadas na projeção geográfica Latitude/Longitude, datum SIRGAS 2000. A utilização de cenas de satélites diferentes ocorreu em virtude da indisponibilidade de imagens por um único satélite no período de estudo, onde as cenas utilizadas foram analisadas com resolução espacial de 30 metros.

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 no nível hierárquico primário (I), 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.

O nível hierárquico secundário (II), 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 posteriormente o nível hierárquico terciário (III), explicitou os usos propriamente ditos (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 dos anos de 1988 e 2016 através 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 10.3.

Tabela 1. Classes de uso e cobertura da terra encontradas para o município de Americana- SP.

Classe (I)	Tipo (II)	Descrição (III)
Área Antrópica não Agrícola	Áreas urbanizadas	Área de adensamento urbano e áreas com instalações rurais (industriais e domiciliares)
Área Antrópica Agrícola	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.
Vegetação Natural	Vegetação Nativa	Área com predomínio de vegetação arbustiva/arbórea, com as formações vegetais de Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão.
Água	Corpos hídricos	Rios de grande porte, lagos, lagoas e represas.

3. Resultados e Discussões

Foram encontrados e classificados de acordo com nível hierárquico primário os usos de água (Figura 2), área antrópica não agrícola, vegetação natural e área antrópica agrícola observando-se uma expansão das áreas de vegetação natural, com um incremento de 3,27% das áreas com presença de vegetação.

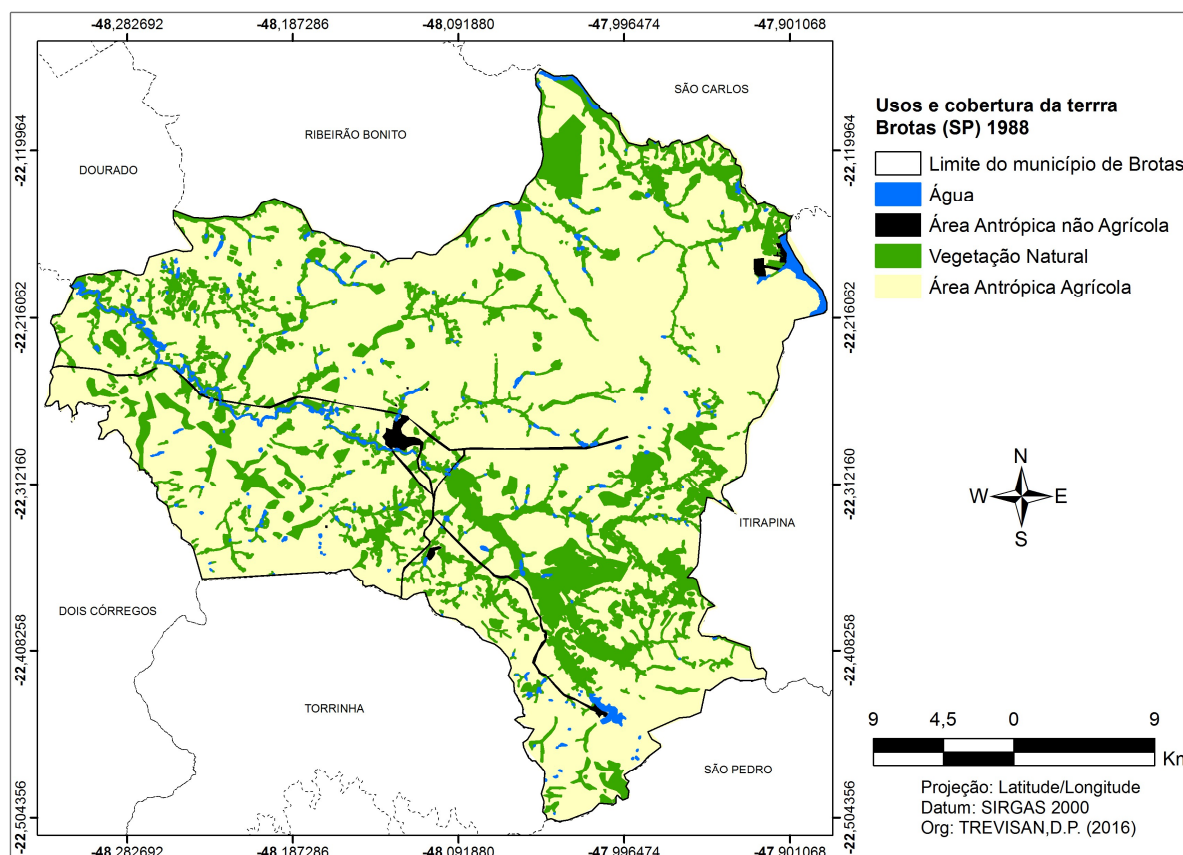


Figura 2: Uso e cobertura da terra do município de Brotas (SP) em 1988.

Em 1988, aproximadamente 81% da área apresentava o predomínio das atividades agrícolas, com 89.9747,01ha ocupados pelos diversos usos agrícolas desenvolvidos no município, com predomínio da citricultura, silvicultura e principalmente a cana-de-açúcar (Tabela 2).

Tabela 2: Valores do uso e cobertura da terra do município de São Carlos (SP) para os anos de 1988 e 2016.

Usos	1988		2016	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Vegetação Natural	18.520,63	16,73	22.145,34	20,00
Área Antrópica Não Agrícola	1.000,58	0,90	1.671,63	1,51
Área Antrópica Agrícola	89.974,01	81,28	85.978,35	77,37
Água	1.274,78	1,15	1.274,78	1,15
Total	110.700,1	100,00	110.700,1	100,00

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).

Entretanto, em 2016 apesar de ainda ser a atividade predominante no município, as atividades agrícolas tiveram uma redução em quantidade de áreas, onde algumas regiões vegetacionais do município foram recuperadas, em virtude principalmente do fortalecimento ao longo dos anos das atividades relacionadas ao ecoturismo no município e da criação da Estação Ecológica de Brotas em 1987, localizada a nordeste do município, próxima a divisa do município com Itirapina e São Carlos.

Este cenário observado (Figura 3) com diminuição das áreas de cultivos agrícolas e incremento de áreas verdes ao longo dos anos é diferente a realidade dos municípios vizinhos a Brotas e outras regiões brasileiras, como demonstrado em estudos realizados com esta temática (MORAES et al., 2013; TREVISAN; MOSCHINI,2015), os quais evidenciaram a expansão do cultivo da cana-de-açúcar e a supressão de áreas de vegetação nativa a longo dos anos.

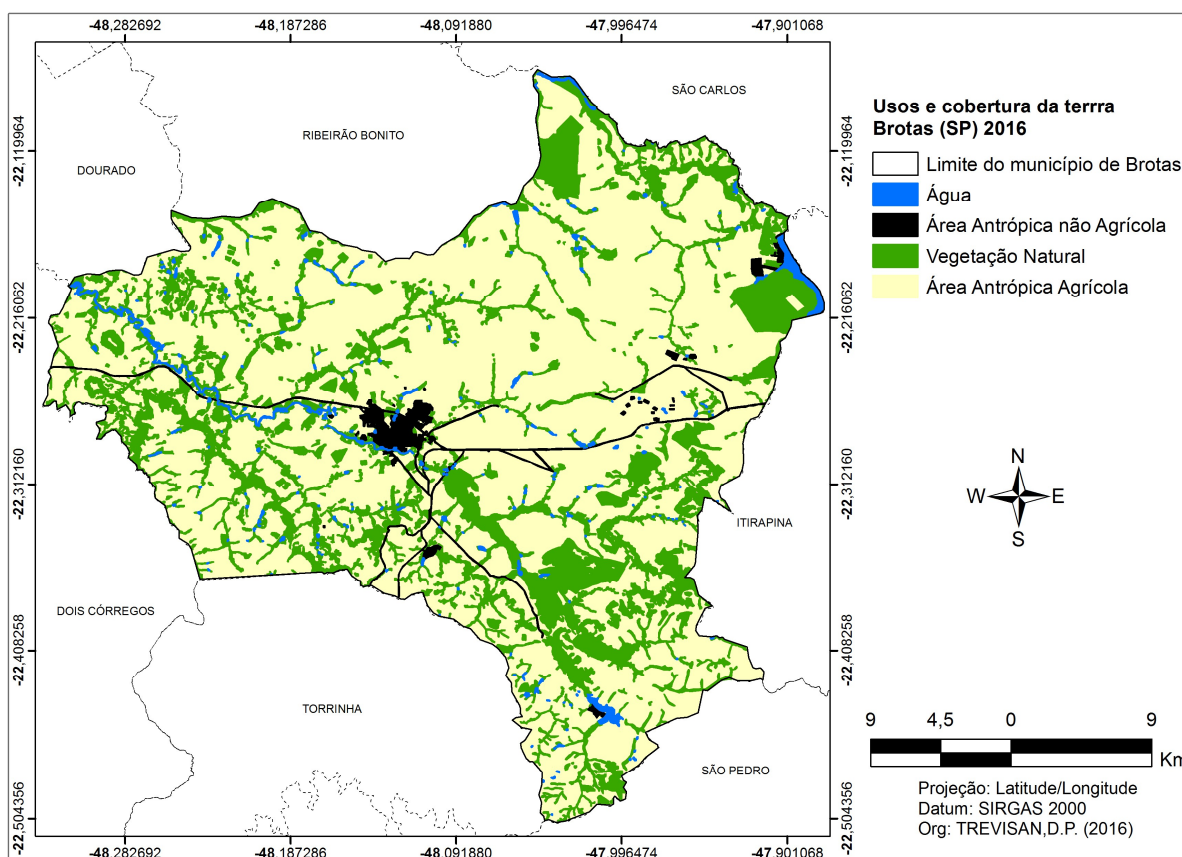


Figura 3: Uso e cobertura da terra do município de Brotas (SP) em 2016.

A região de Brotas é composta principalmente por Mata Atlântica e Cerrado, os quais são dois hotspots de biodiversidade, sendo necessário, assim como ocorreu em Brotas de uma intervenção imediata no processo de fragmentação da paisagem, em sua maioria decorrente 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 (1.000,58ha em 1988 e 1.671,63ha em 2016), isso se deve, principalmente pelo fato da dependência do município com o setor agropecuário, fato que explica a pequena expansão da área urbana, tornando o crescimento urbano pouco significativo nesse período.

4. Conclusões

Os bens e serviços ambientais proporcionados pelos ecossistemas naturais subsidiam diversas atividades socioeconômicas e quando sobrecarregados além de sua capacidade suporte podem afetar o atendimento as atividades humanas, tendo em vista que essas áreas dão suporte para manutenção das atividades tanto urbanas quanto agrícolas.

Faz-se necessário que os municípios desenvolvam um planejamento que almeje um modelo de desenvolvimento que leve em consideração toda esta temática, incluindo todos os agentes presentes nela (social, econômica, cultural e ambiental), focando-se não apenas nos problemas, mas principalmente em suas causas, reforçando a ideia de necessidade de desenvolvimento que almeje o crescimento econômico considerando também a conservação dos ecossistemas.

Brotas torna-se um município diferenciado ao possuir um crescimento em áreas de seus remanescentes vegetacionais, conseguindo que estes sejam preservados ou conservados ao longo dos anos. Sendo desta maneira um modelo de gestão para os demais municípios, principalmente os da região em que está inserido, os quais diferentemente de Brotas, em sua maioria possuem um histórico de crescimento das culturas agrícolas sobre os ecossistemas naturais.

O fortalecimento dos espaços de participação, através da mobilização da população e de suas instâncias de representação deve ser uma premissa da administração municipal, para a formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, adequando-se à realidade local e cumprindo desta forma seus objetivos, propondo então, uma gestão integrada entre governo e sociedade civil.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Proc.: 2015/19918-3 pelo apoio na realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

Balmford, A.; Bruner, A.; Cooper, P.; Costanza, R.; Farber, S.; Green, R.E.; Jenkins, M.; Jefferiss, P.; Jessamy, V.; Madden, J.; Munro, K.; Myers, N.; Naeem, S.; Paavola, J.; Rayment, M.; Rosendo, S.; Roughgarden, J.; Trumper, K.; Turner, R.K. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. *Science*, n.297, p. 950 – 953, 2002.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**, 2016. Disponível em <www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_224.html> Acesso em 31 de outubro de 2016.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Divisão territorial brasileiro e limites territoriais: **IBGE cidades – Americana**, 2016. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350160&search=sao-paulo|brotas>> Acesso em 31 de outubro de 2016.

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

IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Região Administrativa de Campinas**,2016. Disponível em < <http://www.igc.sp.gov.br/>> Acesso em 31 de outubro de 2016.

Marcucci, D.J. Landscape history as a planning tool. **Landscape and urban planning**, n.49, p.67-81, 2000.

Mcdonnell, M. J., Pickett, S. T. A., Groffman, P., Bohlen, P., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., Parmelee, R. W., Carreiro, M. M.; Medley, K. Ecosystem Processes Along an Urban-to-Rural Gradient. **Urban Ecosystems**, v. 1, p. 21–36, 1997.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC, **World Resources Institute**, 2005,155p.

Momoli, R.S. **Caracterização e distribuição espacial dos sedimentos depositados numa zona ripária reflorestada**, 2006.120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 2006.

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.

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

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: **Anais**. I Ciclo de Atualização Florestal do Conesul Santa Maria: UFSM, 1999. V. único, p. 75 – 81,1999.

Santos, M. Metamorfose do Espaço Habitado. Fundamento Teórico e metodológico da geografia. **EDUSP**, São Paulo, 2008, 28p.

Santos, R. F. Vulnerabilidade Ambiental: Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos? Brasília: **MMA**, 2007, 192 p.

Sato, M.; Santos. J. E. Agenda 21 em sinopse. 1.ed. São Carlos: **EduUFSCar**, 1999, 60p.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de dados. **Perfis municipais**, 2016. Disponível em <http://produtos.seade.gov.br/produtos/perfil/> Acesso em 31 de outubro de 2016.

Soares Filho, B. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**,1998. 299 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

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.

Turner, M. G. The effect of pattern on process. **Landscape Ecology**, n.20, p.171-197, 1989.

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.