

Abordagem integrada de indicadores socioeconômico e de mudanças de uso e cobertura da terra. Estudo de caso: município de Atibaia

Katia Maria Teruco Fushita ^{1,2}
Levindo de Lima Cezar Júnior ¹
Angela Terumi Fushita ³

¹ Faculdades Atibaia - FAAT
Estrada Juca Sanches, 1.050 – 12954-070 - Atibaia - SP, Brasil
katia.fushita@gmail.com; levindojunior@outlook.com

² ETEC Prof. Carmine Biagio Tundisi
Av. Pref. Antônio Júlio Toledo Garcia Lopes, 200
Jardim das Cerejeiras, 12951-270, Atibaia - SP, Brasil

³ Universidade Federal de São Carlos – UFSCar campus São Carlos
Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental - LAPA
Rodovia Washington Luís, km 235 – Caixa Postal 676
CEP 13565-905 - São Carlos – SP, Brasil
angela_fushita@yahoo.com.br;

Abstract. This paper relates to the land use trajectory and to socio-economic metabolism, which constitute an approach to research on the society-nature relationship. Land use trajectories for three different dates (1986, 2001 and 2016) were extracted from LandSat satellite images by vectorization of the thematic information to three land use-cover classes (natural areas, anthropogenic agricultural areas and anthropogenic non-agricultural areas) in ArcMap software. The socio-economic indicator was based on of census sectors data. The results reflect the conflicting interactions between ecological and human systems in the study area. The extremes of exclusion and social inclusion may be associated with recent urban occupation and consolidated urban areas near to recovered natural areas in urban census sectors, respectively. The land use trajectory associated with the exclusion and social inclusion index allows understanding territorial dynamics and can be tools to support decision making and contribute to discussion about biodiversity conservation. In this case, it may be considered insufficient for the maintenance of ecosystem services and local sustainability.

Palavras-chave: census data, land use dynamics, socio-economic index

1. Introdução

A mudança de uso e cobertura da terra é conhecido como uma questão fundamental das alterações ambientais globais (Mena, 2008). Mudanças de uso da terra podem criar diversos tipos de paisagens culturais de valores ecológico, econômico e estético, mas que também resultam na degradação e perda de solo e comprometimento na naturalidade e diversidade dos ecossistemas (Fushita e Santos, 2015).

A expansão agrícola e urbana, migração e pressão de exportação e o crescimento populacional estão entre os fatores que impulsionam o desmatamento, com alteração do equilíbrio e da dinâmica dos processos naturais, gerando novos arranjos espaciais relacionados com as práticas culturais e o desenvolvimento regional (Torres-Gómez, et al., 2009).

À medida que a demanda sobre os sistemas naturais aumenta devido ao inchaço da economia global e à necessidade de alcançar melhores condições de vida, estudos sugerem que os limites da Terra estão sendo ultrapassados e que, por isso, a capacidade de suporte da biosfera para a espécie humana está em risco (Rockström et al 2002, Borucke, et al. 2013, Steffen et al 2015) Apesar de uma consciência crescente das consequências das mudanças da

terra em áreas tropicais, incluindo os impactos no ciclo global do carbono, mudanças climáticas, biodiversidade, saúde e cultura e econômica, permanece a necessidade de abordar a complexa relação da população, uso da terra e os limites ambientais (Mena, 2008).

A trajetória de usos da terra pode ser usada como uma ferramenta de avaliação e auxílio na elaboração de políticas; e é a representação da sequencia temporal da dinâmica de uso que refere a sucessão de tipos para uma dada unidade amostral e envolve mais de dois períodos de observação (Mena, 2000), sendo possível determinar o grau dessas mudanças e, conforme o contexto, o grau de degradação.

A interação entre indicadores de processos ecológicos e indicadores socioeconômicos revela-se extremamente necessária, em escala regional ou local (Haberl et al., 2014), contribuindo para a compreensão da extensão e dos efeitos potenciais das atividades humanas nos ecossistemas (Porto et al, 2008). Embora tenha sido considerada uma correlação significativa entre uso da terra e metabolismo socioeconômico, esta relação deve ser explicitada a fim de diagnosticar em que extensão as mudanças no uso da terra influenciam ou são influenciadas pelo metabolismo socioeconômico (Krausmann et al 2003).

Neste contexto, este trabalho analisou a interação entre indicadores socioeconômicos a variabilidade espaço-temporal da trajetória das classes de uso e cobertura da terra entre 1986 e 2016, tendo como área de estudo os setores censitários urbanos do município de Atibaia.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo refere-se os setores urbanos (IBGE, 2010) do município de Atibaia, que está localizado entre os paralelos 46°25' e 46°45' S e os meridianos 23°00' e 23°15'W, com área total de 478,421km² (**Figura 1**) e população de 126.603 habitantes, dos quais 115.229 pessoas residem em área urbana (IBGE, 2010). O município de Atibaia tem altitude média de 800m, com cota mínima de 688m e máxima localizada em 1.418m. O clima é Cfb temperado, com temperaturas elevadas durante o ano todo, conforme a classificação de Köppen (Bagdonas, 2007).

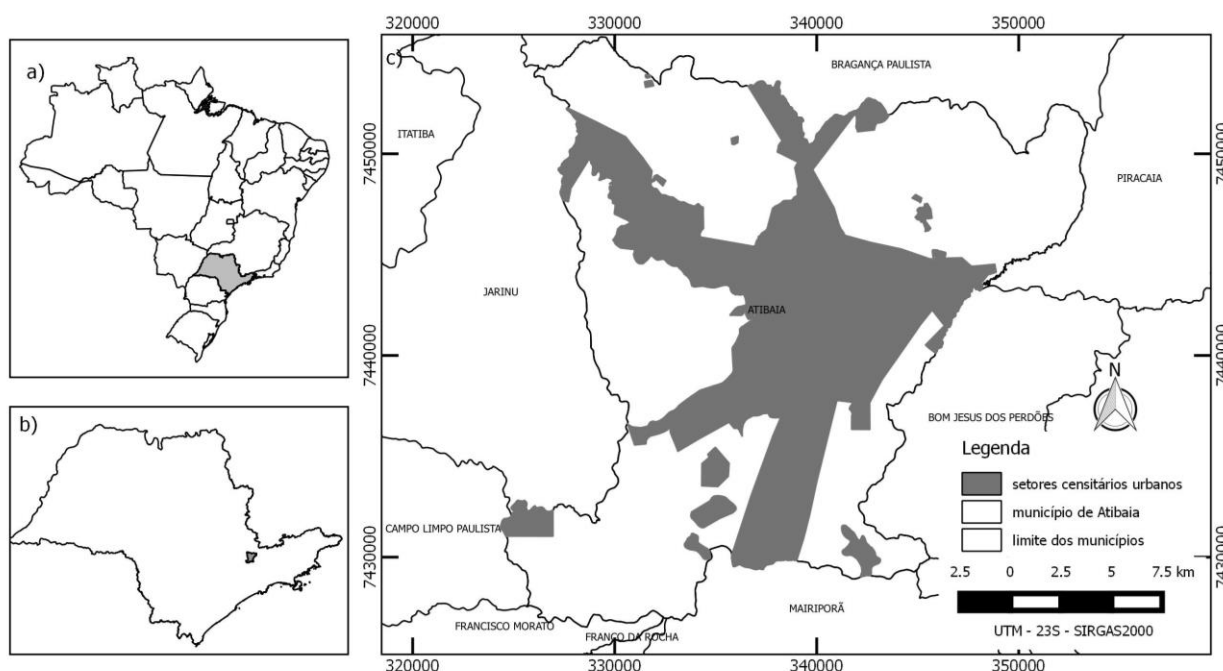


Figura 1. Localização do município de Atibaia (estado de São Paulo, Brasil). a) Estado de São Paulo (Brasil), b) município de Atibaia no estado de São Paulo; c) Em detalhe: setores censitários urbanos (censo de 2010) no município de Atibaia.

O município de Atibaia era a primeira parada da rota dos bandeirantes que partiam de São Paulo para Minas Gerais, no século XVII. Foi criado como um distrito do município de São Paulo em 1747, elevado à categoria de cidade em 1864 (Lei Provincial n.º 26, de 22-04-1864) e categorizado como Estância Hidromineral pela Lei Estadual n.º 5.091 de 1986.

Até o início do século XXI, a economia do município de Atibaia teve uma forte presença do setor rural, principalmente da fruticultura, destacando-se no Estado de São Paulo, como um dos dez municípios que fazem parte do Circuito das Frutas, com presença marcante da agricultura familiar, turismo rural e de uma política de desenvolvimento do agroturismo (Esquerdo et al 2013). É um destino turístico, favorecido pela facilidade de acesso pelas rodovias Fernão Dias (interliga São Paulo a Belo Horizonte) e a rodovia Dom Pedro I (ligando o interior de São Paulo e Campinas à rodovia Presidente Dutra).

Nas últimas décadas, ocorrem várias mudanças ambientais e econômicas no município de Atibaia. Observa-se o desenvolvimento no setor de serviços e industrial, impulsionado pela proximidade a grandes centros urbanos do Estado de São Paulo (São Paulo, Campinas e São José dos Campos) que conduziram ao crescimento da especulação imobiliária intensificado pelos movimentos pendulares, principalmente para pessoas que trabalham nos arredores da cidade de São Paulo e, que facilitam o estabelecimento de um importante pólo logístico/industrial em seu território (Gonçalves et al., 2015).

A partir da década de 2000, observa-se o aumento dos volumes e proporções de movimentos pendulares devido a conurbação e a expansão urbana descontrolada na região metropolitana de São Paulo. Atualmente, a imagem do município de Atibaia está atrelada aos condomínios industriais (Mendes, 2014), implantados a partir de 2005.

2.2 Procedimentos metodológicos

Foram selecionados somente os setores censitários urbanos disponibilizados pelo IBGE (malha digital – Censo Demográfico de 2010) para gerar os mapas de uso e cobertura da terra e a espacialização do Índice de Exclusão e Inclusão Social.

O mapeamento de uso e cobertura da terra foi realizado por digitalização em tela de imagens de satélite (composição colorida em falsa cor das bandas do infravermelho, vermelho e verde) para os anos de 1986 (LandSat-5 sensor TM, órbita 219, ponto 076, data de passagem de 15 de março de 1986), 2001 (LandSat-5 sensor TM, órbita 219, ponto 076, data de passagem de 25 de abril de 2001) e 2016 (LandSat-8 sensor OLI, órbita 219, ponto 076, data de passagem de 18 de abril de 2016).

A análise das mudanças de uso e cobertura da terra que ocorrem pixel-a-pixel foram visualizadas com base em uma matriz de transição (Cui et al., 2015; Xue et al., 2015) operacionalizada pelo comando CROSSTAB do software IDRISI Selva (Santos et al., 2015), nos períodos de 1986-2001-2016, identificando e quantificando o grau e a direção das mudanças dos tipos de uso e cobertura da terra na paisagem ao longo do tempo. Foram calculadas as taxas de conversão-em (TCi), de conversão-para (TCo), de retenção (R) e de mudança total da paisagem (C) (Cue et al., 2015; Xue et al., 2015), para cada tipo de uso e cobertura da terra. Esta técnica permite identificar a quantidade, localização e natureza da mudança dos tipos de uso e cobertura da terra (Dewan et al., 2012), e foi operacionalizada

A condição socioeconômica de cada setor censitário urbano do município de Atibaia foi analisada com base no Índice de Inclusão e Exclusão Social e (IEIS) resulta da agregação e reescalonamento dos indicadores autonomia de renda, desenvolvimento humano, equidade social e qualidade domiciliar, utilizando as porcentagens e soma das variáveis que integram cada indicador (Nascimento e Matias, 2008) Os dados utilizados no cálculo do índice de exclusão/inclusão social são provenientes do censo demográfico do IBGE referente ao ano de

2010 (IBGE, 2010) e calculado com base no proposto por Sposati (1996) e Nascimento (2013). A distribuição espacial foi operacionalizada no software ARC GIS 10.2.

As variáveis foram operacionalizadas numa escala de -1 a +1, correspondente aos extremos de situações de máxima exclusão (-1) ou máxima inclusão (+1) social. O valor zero refere-se ao Padrão Básico de Inclusão Social (PIS), isto é, a condição mínima para que haja inclusão social (Nascimento e Matias, 2008).

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta a espacialização do (a) Índice de Exclusão/Inclusão Social; e uso e cobertura da terra para o ano de 1986 (b), 2001 (c) e 2014 (d) dos setores censitários urbanos do município de Atibaia.

Foram identificados e quantificados três tipos de usos da terra em um nível hierárquico primário: áreas naturais, áreas antrópicas agrícolas e áreas antrópicas não-agrícolas e florestas (Figura 2b a 2d e Tabela 1). Os usos antrópicos não agrícolas é a classe alvo deste estudo no ano de 2016, com taxa de retenção próxima a 1 (100%) entre os anos analisados. Essa classe corresponde às áreas urbanizadas, industriais e de mineração tiveram as maiores taxas de conversão *para* (C_{in}), principalmente entre 1986 a 2001.

Os usos antrópicos agrícolas compreendem as áreas estabelecidas para as atividades agropecuárias, dependentes do controle e do manejo humano. Ocupava mais de 50% da área de estudo e é a classe com maiores taxas de conversão para outros usos, especialmente entre 1986 e 2001, representando a principal mudança nesses setores censitários.

As áreas naturais, que ocupavam ao redor de 32% da área de estudo em 1986, vêm sendo transformadas e substituídas pelos sistemas antrópicos agrícolas e antrópicos não-agrícolas, ao longo do tempo, que influencia, em longo prazo, a sustentabilidade ambiental local devido à perda de recursos naturais e da continuidade da provisão de serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano.

A análise do Índice de Inclusão e Exclusão Social (Figura 2a) permite identificar a condição mínima para que haja inclusão social (-0,20 a 0,20). A condição de inclusão social (0,2 a 1) é observada em setores censitários caracterizados como áreas urbanas consolidadas e já mapeadas no ano de 1986, sendo que os extremos de inclusão social (0,60 a 1) estão localizados em setores censitários próximos às áreas naturais recuperadas entre 2001.

As áreas que foram convertidas em usos antrópicos não agrícolas entre 2001 e 2014 estão relacionadas aos setores censitários abaixo da condição mínima de inclusão social (inferior a 0) e estão próximos às áreas naturais (remanescentes florestais) (Figura 2), indicando regiões críticas ou que demandam atenção, seja para a elaboração ou implementação de políticas públicas e intervenções dos poderes públicos, seja por ações de fiscalização relacionadas à remoção de vegetação ou ocupação irregular do terreno.

Tabela 1. Área ocupada (%), taxa de conversão total da paisagem (CR), taxa de retenção (R), taxas de conversão *para* (C_{in}) e conversão *de* (C_{out}) das e entre as classes de uso e cobertura da terra para os setores censitários urbanos do município de Atibaia nos anos de 1986, 2001 e 2014.

Anos	CR	Áreas naturais				Áreas antrópicas agrícolas				Áreas antrópicas não agrícolas			
		Área (%)	R	C_{in}	C_{out}	Área (%)	R	C_{in}	C_{out}	Área (%)	R	C_{in}	C_{out}
1986	88.68	31.99	0.52	-	0.36	50.23	-	-	-	17.79	0.94	-	-
2001	64.65	24.39	0.65	0.18	0.28	35.02	0.49	0.25	0.61	40.59	0.99	0.57	0.03
2014	-	25.66	-	0.32	-	28.53	0.56	0.28	0.50	45.82	-	0.40	0.00

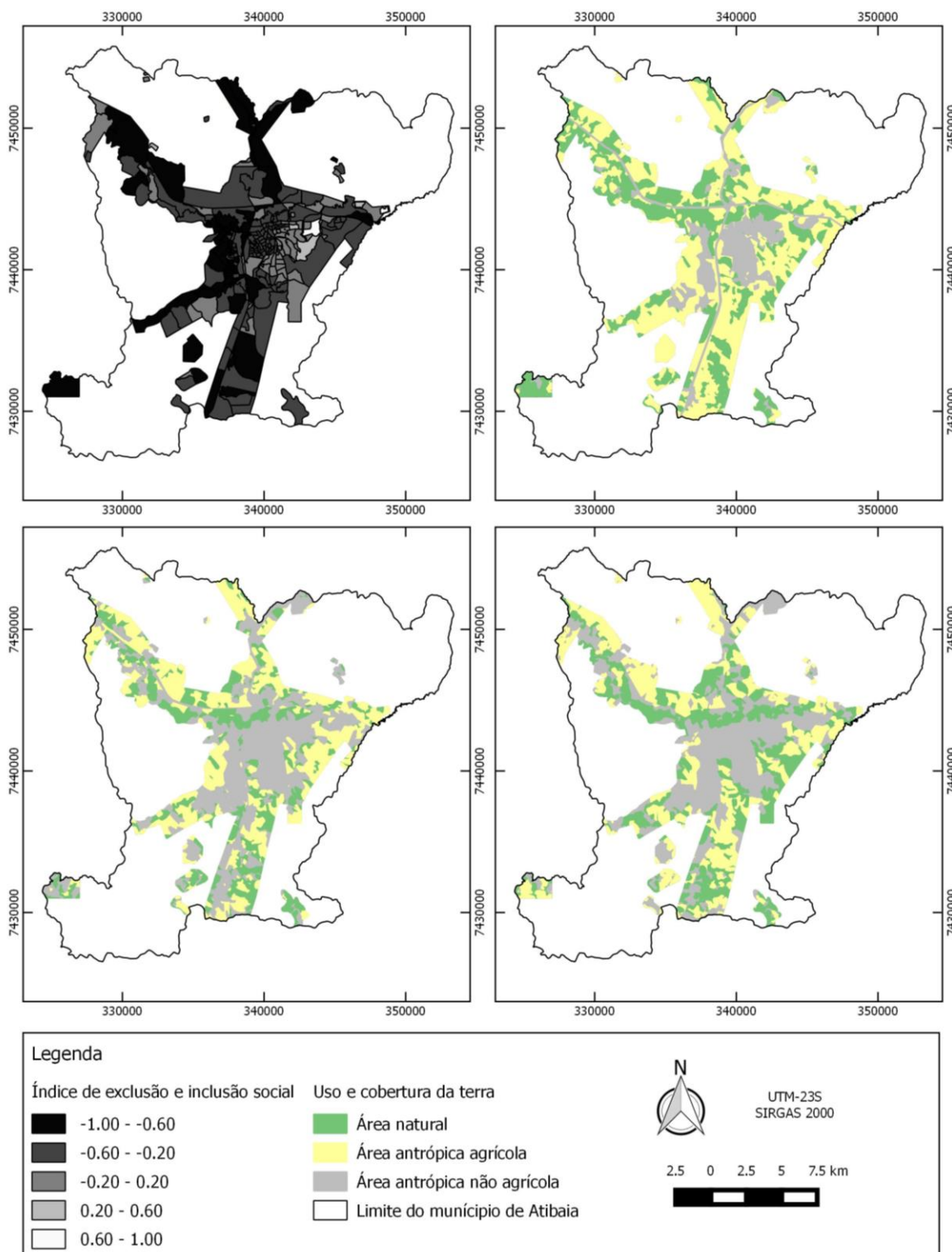


Figura 2. a) Distribuição espacial do Índice de exclusão e inclusão social; b) uso e cobertura da terra no ano de 1986, c) uso e cobertura da terra no ano de 2001 e d) uso e cobertura da terra no ano de 2016 dos setores censitários urbanos do município de Atibaia.

Neste sentido, Gonçalves et al (2015) discutem que a expansão urbana no município de Atibaia pressiona as áreas com vegetação nativa, principalmente nas APPs, gerando impactos ambientais e aumentam a vulnerabilidade da população no território.

Outro fator de pressão importante na trajetória dos usos e cobertura da terra é a atuação dos poderes públicos municipais como facilitadora para a implantação dos condomínios industriais, com a proposição de uma zona especial de interesse para o desenvolvimento econômico do município, e à criação de um eixo de desenvolvimento econômico, com atenção especial à atividade logística de distribuição numa faixa de 700 metros da Rodovia D. Pedro I, ou seja, toda a extensão da Rodovia D. Pedro I, sem possibilidade de aprovação, por exemplos, de loteamentos residenciais (Mendes, 2014). Esses empreendimentos, entretanto, estão imersos em setores censitários abaixo da condição mínima de inclusão social.

4. Conclusões

Os extremos de exclusão e inclusão social identificados nos setores censitários urbanos do município de Atibaia podem estar associados, respectivamente, a ocupação urbana recente e áreas urbanas consolidadas próximas a áreas naturais recuperadas.

A trajetória de usos e cobertura da terra associado com o índice de exclusão e inclusão social permite compreender a dinâmica territorial e podem ser ferramentas de suporte à tomada de decisão e contribuir para a compreensão e discussão sobre o comprometimento da biodiversidade, que para este caso de estudo pode ser considerada insuficiente para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e sustentabilidade local.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (Proc. 23038.006939/2011-17) pelo financiamento do bolsista.

Referências Bibliográficas

- Atibaia. Prefeitura Municipal da Estância de Atibaia. 2016. Disponível em: <http://www.atibaia.sp.gov.br/>. Acesso em: 11 de novembro de 2016.
- Bagdonas, N.F.C. **Proposta para planejamento da arborização viária do bairro do Alvinópolis, município de Atibaia -SP**. Monografia (graduação): UNESP Rio Claro, 2007
- Bivand R, Rundel C (2016). **rgeos: Interface to Geometry Engine - Open Source (GEOS). R package version 0.3-21**. Disponível em < <https://CRAN.R-project.org/package=rgeos> >. Acesso em: 31.out.2016.
- Bivand, R., Keitt, T; Rowlingson N (2016). **rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library. R package version 1.1-10**. Disponível em < <https://CRAN.R-project.org/package=rgdal> >. Acesso em: 31.out.2016.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., et al. (2013) Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. **Ecological Indicators**, 24, 518–533.
- Cui L, Li G, Liao H, Ouyang N, Zhang Y (2015). Integrated approach based on a regional habitat succession model to assess wetland landscape ecological degradation. **Wetlands**. 35: 281-289.
- Esquerdo, V. F.S.; Bergamasco, S. M. P.P.; Andrade, F.R.P. Agricultura familiar e o PNAE: a implantação da lei 11.947/2009 nos municípios do Circuito das Frutas-SP. **Retratos de Assentamentos**, v.16, n.2, 2013. 153-173.
- Gonçalves, N.M; Seixas, S. R; Hoeffel, J. L. M.; Lima, F. B. floods and socioenvironmental vulnerability in the municipality of Atibaia, SP – Brazil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, vol.9, n.4, 2015. p 100-123.
- Haberl, H.M Erb, K.H., Krausmann, F. (2014) Human Appropriation of Net Primary Production: Patterns, Trends, and Planetary Boundaries. **Annu. Rev. Environ. Resour**, 39, 363-391.
- Hijmans, R. J. (2016). **raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.5-8**. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=raster>>. Acesso em: 31.out.2016.

- Krausmann, F., Haberl, H., Schulz, N., Erb, K. H., Darge, E., Gaube, V. (2003) Land-use change and socioeconomic metabolism in Austria. Part I: driving forces of land-use change 1950 – 1995. **Land Use Policy**, 20, 1 – 20
- Mena CF. Trajectories of Land-use and Land-cover in the Northern Ecuadorian Amazon: Temporal Composition, Spatial Configuration, and Probability of Change. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing** Vol. 74, No. 6, June 2008, pp. 737–751.
- Mendes, A.a. Condomínios industriais em Atibaia-SP: o espaço mudando a indústria e as políticas territoriais. **Espaço e Economia** [Online], v.4, 2014. DOI : 10.4000/espacoeconomia.807
- Nascimento, E., Matias, L.F. (2008) Mapping social exclusion/inclusion in intra-urban space based on census data: the experience of Ponta Grossa, Paraná State, Brazil. **TerraPlural**, 2, 87-102.
- Porto, M. F., Martinez-Alier, J. (2007) Ecologia política, economia ecológica e saúde coletiva: interfaces para a sustentabilidade do desenvolvimento e para a promoção da saúde. **Cad. Saúde Pública**, 23, S503-S512.
- R Core Team (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 31.out.2016.
- Riebsame, W., Meyer, W.B., Turner II, B.L. (1994). Modeling land use and cover a part of global environmental change. **Climatic Change**, 28, 45-64.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Person, A., Chapin, S., Lambim, E., et al. (2009) Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. **Ecology and Society**, 14(2), 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Santos JE, Fushita AT, Souza IMM, Amorim LM, Andrade VAD (2015). Agriculture and Forest Transition: Understanding of Land Use Change in a Cultural Landscape. **Open Journal of Applied Sciences**. 5(12):797-807. DOI:10.4236/ojapps.2015.512076
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E. Fetzer, I., Bennett, E. M., et al (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, 347, 6223. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855>
- Torres-Gómez, M.; Delgado, L. E.; Marín, V. H.; Bustamante, R.O. Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en La cuenca del río Aisén (Región de Aisén, Chile). **Revista Chilena de Historia Natural**, v82: 73-82, 2009.
- Xue C, Zheng X, Zhang B, Yuan Z (2015). Evolution of a multidimensional architectural landscape under urban regeneration: A case study of Jinan, China. **Ecological Indicators**. 55: 12–22