

## Aplicação da ferramenta *Land Change Modeler* no mapeamento das mudanças de uso e cobertura do solo, na bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista – SP

Victor Costa Leda <sup>1</sup>  
Aline Kuramoto Gonçalves <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP  
Câmpus de Botucatu - Rua José Barbosa de Barros, nº 1780  
18610-307 - Botucatu - SP, Brasil  
victorleda@gmail.com, aline587@gmail.com

**Abstract.** The vegetal surface on watersheds is usually used as an indicator of the environmental quality. The propagation of the use of digital processing tools of orbital images made the uses of geotechnology become a very important topic, when related to environment evaluation researches. The Land Change Modeler is a module connected to the IDRISI software developed by Clark Labs, which supplies tools to evaluate and to project changes of soil's surface. This work had as its aim to identify and to quantify the processes of variation in the uses and occupation of the soil by means of temporal analysis, in the years of 1984 and 2014. The studied area is Ribeirão da Prata's watershed located in the County of Lençóis Paulista, SP. For managing the analysis, orbital images from the satellites Landsat 5 and Landsat 8, orbit 221 and point 076, were used. It was possible to observe that in the years of 1984 and 2014 the main use of the soil was for sugarcane, which covers 65,29% and 68,81%, respectively, featuring sugarcane crop as the agricultural practice most predominant in the County of Lençóis Paulista. The native vegetation had a significant increase in this evaluation, of approximately 350,09 ha, demonstrating a serious concern with the maintenance and restoration of this vegetation and conservation of the waterbodies, The module Land Change Modeler made possible the algebra of the maps and to obtain much information demonstrating its potential for such analysis.

**Palavras-chave:** Uses and occupation of the soil, Landsat 8, Land Change Modeler, IDRISI, Ribeirão da Prata

### 1. Introdução

A análise do uso e cobertura do solo de uma bacia hidrográfica é de extrema importância para se entender e relacionar seus elementos com a distribuição espacial e a dinâmica da paisagem. Tal dinâmica são mudanças e transformações que ocorreram ao longo dos anos através de imposições antrópicas da área da bacia como o todo onde ela se encontra inserida (SANTOS, 2013).

Neste contexto Santos e Souza (2011) destacam que as formas de uso e ocupação da terra derivam das atividades socioeconômicas e, por consequência, refletem o desenvolvimento do sistema técnico-científico e as relações estabelecidas entre sociedade e natureza.

Para a análise da caracterização dos padrões de mudanças de uso e cobertura de solo torna-se importante conectar dados advindos de imagens obtidas por sensores remotos (BRANNSTROM et al., 2008). A tecnologia permite detectar dados da cobertura vegetal e os provenientes de diferentes sensores encontrando-se disponíveis para pesquisas (SARTORI et al., 2013).

Considerando as técnicas e ferramentas de processamento digital de imagens orbitais ou suborbitais, ressalta o uso de geotecnologias e SIG (Sistema de Informação Geográfica) em itens de grande importância, quando se trata de estudos e avaliações ambientais. A cobertura vegetal em bacias hidrográficas usualmente é utilizada como indicador da qualidade ambiental (TORMOS et al. 2011).

O Land Change Modeler (LCM) é um módulo conectado ao software IDRISI desenvolvido pela Clark Labs da Clark University, EUA, que proporciona ferramentas para avaliação e projeção de mudanças de cobertura do solo. Este módulo apresenta-se dividindo a modelagem em etapas de análise das mudanças de cobertura do solo, cálculo dos potenciais de transição,

simulação de mudanças futuras, além de ferramentas para avaliação de intervenções planejadas no uso da terra e impactos para biodiversidade (EASTMAN, 2009).

Dessa forma, este artigo apresenta os resultados do estudo desenvolvido na bacia hidrográfica do Ribeirão da Prata, localizado no município de Lençóis Paulista, no qual identificou-se e quantificou-se os processos de mudanças no uso e ocupação do solo por meio de análise temporal, nos anos de 1984 e 2014 a partir de técnicas de geoprocessamento e com o módulo LCM do programa Idrisi.

## 2. Metodologia de trabalho

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Ribeirão da Prata, localizada no município de Lençóis Paulista, centro-oeste do Estado de São Paulo. A bacia está situada entre as coordenadas de latitudes  $22^{\circ}35'46,54''$  S e  $22^{\circ}45'0,48''$  S e longitudes  $48^{\circ}53'42,29''$  O e  $48^{\circ}46'29,51''$  O, conforme Figura 1.

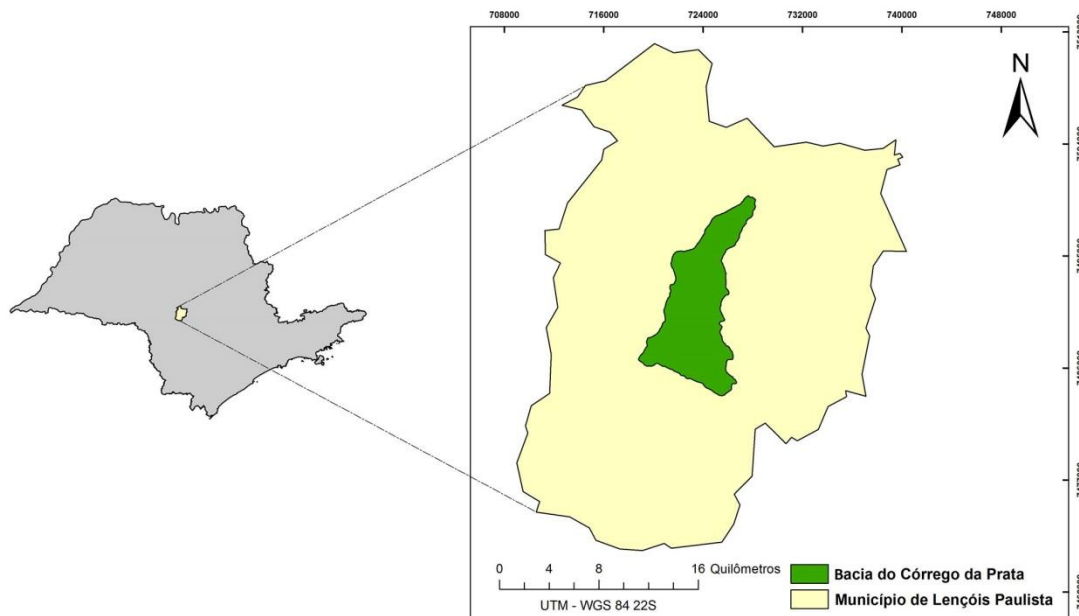


Figura 1. Localização da área de estudo.

Para as análises utilizou-se imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, com datas de passagem de 10/01/1984 e 21/01/2014, respectivamente, da órbita 221 e ponto 076. Com relação ao Landsat 5, foram adquiridas as imagens correspondentes às bandas 3, 4 e 5 do sensor Thematic Mapper – TM, estas correspondem às faixas espectrais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio. Já para o Landsat 8, as bandas correspondentes às mesmas faixas espectrais citadas anteriormente são as 4, 5 e 6, obtidas do sensor Operational Land Imager - OLI.

Ambas as imagens são do mês de janeiro, que corresponde ao período chuvoso, com isso a vegetação tende a apresentar maior vigor, sendo mais fácil a sua identificação. Em seguida, as bandas de cada satélite foram inseridas no programa ArcGIS 10.2.2 e foi executado o processo de georreferenciamento das imagens da área de estudo, relacionando às coordenadas da imagem com as coordenadas do sistema de referência e o sistema de coordenadas métricas Universal Transversa de Mercator (UTM). Adotou-se, para o processo de georreferenciamento os pontos de controle obtidos de uma imagem do satélite Landsat 5, de mesma localização já georreferenciada.

Para o mapeamento considerou-se as seguintes classes do uso e ocupação do solo: área urbana, cana-de-açúcar, vegetação nativa, pastagem, silvicultura e água. Cada uso identificado foi vetorizado, ou seja, construído um polígono sobre a imagem, caracterizando o método de classificação em tela. Com este método obteve-se os mapas temáticos de uso e cobertura do solo de 1984 e 2014.

Os mapas gerados em formato vetorial foram importados para o programa Idrisi Selva e para as análises posteriores foi preciso realizar a conversão dos vetores para raster. Através da ferramenta Land Change Modeler - LCM pode-se obter as relações de ganho, perda e persistência de todas as classes de uso, que permitiu identificar as mudanças no uso e ocupação do solo no período em análise.

### 3. Resultados e Discussão

Os mapas temáticos de uso e cobertura do solo mostram as áreas ocupadas por cada classe, no qual foi comparado as mudanças ocorridas entre os anos de 1984 e 2014 na bacia do Ribeirão da Prata (Figura 2).

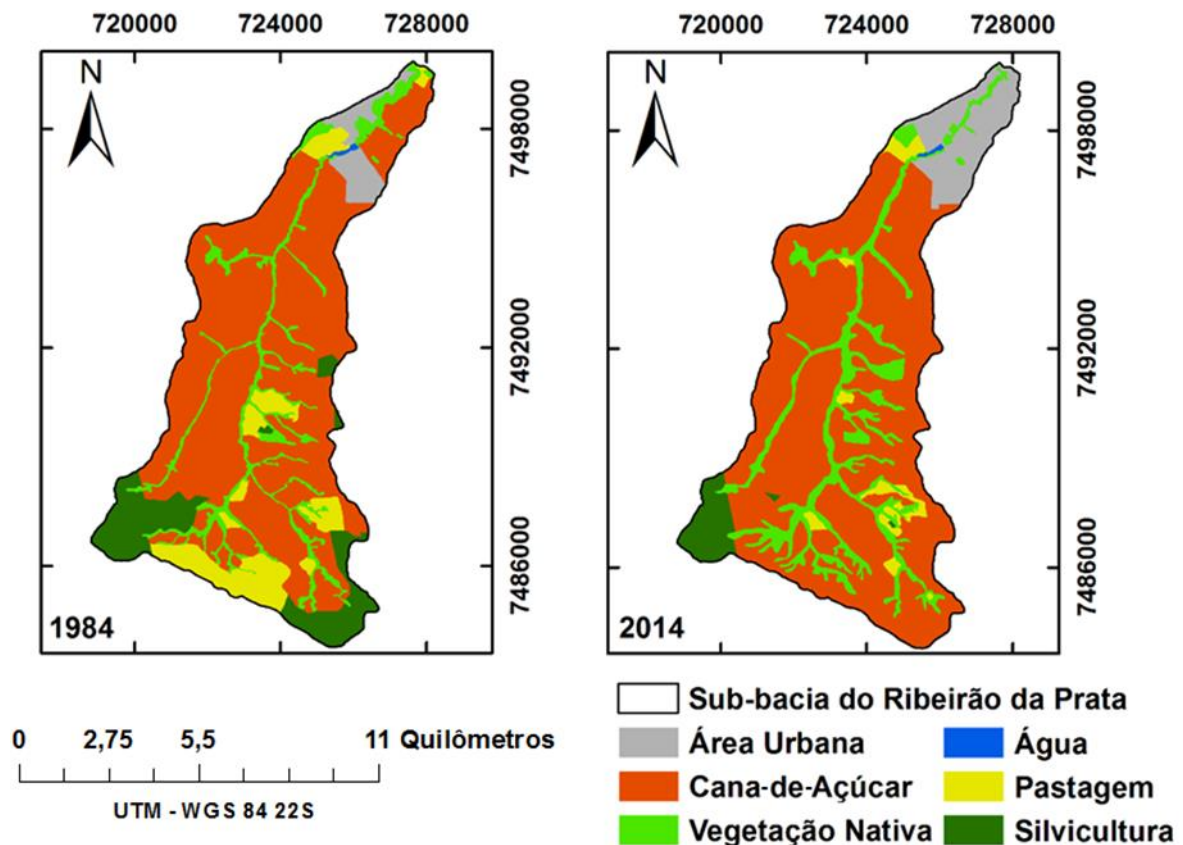


Figura 2. Uso do solo nos anos de 1984 e 2014 na bacia do Ribeirão da Prata.

Após as análises elaboradas, observou-se que nos anos de 1984 e 2014 demonstraram que a principal classe de uso e cobertura do solo era a cana-de-açúcar, que abrangia 65,29% e 68,81%, respectivamente, da área total da bacia. Esse dado demonstra a cana-de-açúcar como uma das principais atividades econômicas do município, devido grande incentivo de indústrias sucroalcooleiras na região.

Conforme apresentado na Tabela 1, no período de trinta anos houve redução das classes de usos com pastagem, silvicultura e corpos d'água.

Tabela 1. Uso do solo nos anos de 1984 e 2014

Classes de uso	1984		2014	
	Área (ha)	% Total	Área (ha)	% Total
Área Urbana	236,63	3,70	548,94	8,57
Cana-de-açúcar	4178,49	65,29	4407,53	68,81
Vegetação Nativa	678,15	10,60	1028,24	16,05
Corpos d'água	9,81	0,15	7,19	0,11
Pastagem	612,12	9,57	172,59	2,69
Silvicultura	684,35	10,69	240,49	3,75

A área composta por cana-de-açúcar em 1984 foi de 4178,49 ha, passando para 4407,53 ha em 2014, representando um aumento de 229,29 ha. Houve um aumento de 312,31 ha da área urbana, onde em 1984 ocupava 236,63 ha e em 2014 essa área correspondeu o total de 548,94 ha e, há também um aumento significativo nas áreas de vegetação nativa. Em contrapartida, as áreas com pastagem e silvicultura sofreram redução, respectivamente, de 439,53 ha e 443,86 ha, o que foi possível observar que essas áreas foram tomadas pelas atividades sucroalcooleira e a expansão da área urbana na área da bacia no ano de 2014.

As perdas sofridas com a cana-de-açúcar, demonstrado na Figura 3, aconteceram ao longo de todo o curso d'água, este fator ocorreu para o enquadramento na legislação vigente. Também ocorreram reduções próximo a foz do córrego, devido a pressão da expansão urbana, pois esta região se encontra mais próximo ao centro da cidade, tornando o deslocamento da população mais fácil e rápido.

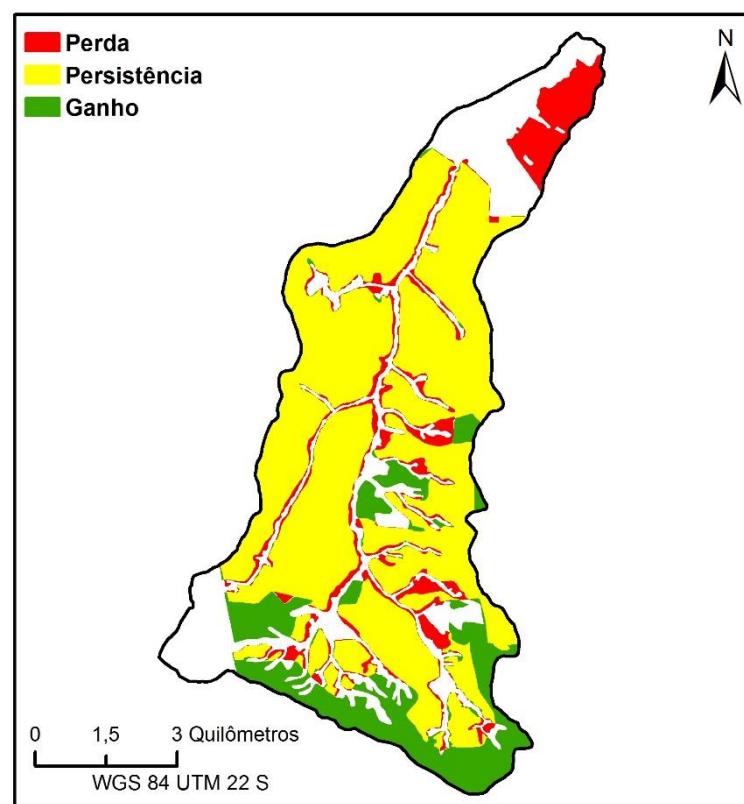


Figura 3. Ganho, perda e persistência da cana-de-açúcar na bacia do Ribeirão da Prata.

A cana-de-açúcar, como pode-se observar na Tabela 2, sofreu um decréscimo de 613,50 ha devido à expansão da área urbana e o enquadramento das áreas de preservação permanente na

legislação atualizada. Ocorreu um aumento impactante de 842,79 ha na parte alta da bacia, próximo as nascentes, onde antes era ocupado por pastagens e silvicultura, e a permanência de 3564,90 ha, sendo este o uso predominante na área da bacia.

Tabela 2. Área de ganho, perda e persistência da cana-de-açúcar

Cana-de-açúcar	Área (ha)
Perda	613,50
Persistência	3564,90
Ganho	842,79

Observa-se que a área de cana-de-açúcar avançou sobre várias classes, principalmente sobre a silvicultura e a pastagem, que somadas resultam em 798,68 ha de perdas para este uso. Essas áreas estão localizadas na região mais alta da bacia, próximo das nascentes, há também pequenos fragmentos distribuídos ao longo da bacia com menos expressividade.

O predomínio da cana-de-açúcar nas duas datas analisadas bem como sua expansão sobre outros usos e cobertura do solo no período analisado condiz com o observado pelo Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo – LUPA (SÃO PAULO, 2008) e evidencia a cultura sucroalcooleira como a prática agrícola predominante no município de Lençóis Paulista e região.

#### 4. Conclusões

O mapeamento realizado por meio do LCM demonstrou que entre os anos de 1984 e 2014 aconteceram mudanças na paisagem em relação o uso e cobertura do solo na área da bacia hidrográfica. A principal mudança destaca-se pela expansão da cana-de-açúcar em relação a pastagem e a silvicultura, em consequência das políticas voltadas à expansão do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo e na região.

Assim, percebeu-se que a classe pastagem e silvicultura, respectivamente, sofreram uma redução de área de 9,57% e 10,69% em 1984 para 2,69% e 3,75% em 2014, entretanto essas classes ainda são representativas na bacia devido a tradição na criação de bovinos e do cultivo de florestas plantadas para o setor madeireiro.

A vegetação nativa teve um aumento significativo nesta avaliação, de aproximadamente 350,09 ha, demonstrando a grande preocupação com a manutenção e restauração desta vegetação e conservação dos corpos hídricos.

Através da avaliação temporal por meio da técnica de geoprocessamento apoiada ao sensoriamento remoto e no uso de sistemas de informações geográficas foi possível observar uma grande mudança no uso da bacia. Esta avaliação é importante para a gestão da bacia e para o monitoramento e evolução dos usos.

O módulo Land Change Modeler possibilitou os cruzamentos necessários e a obtenção de grande número de informações demonstrando seu potencial para este tipo de análise.

#### Referências Bibliográficas

Brannstrom, C. et al. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy**, Kidlington, v.4, n.25, p.576-595, out. 2008.

Eastman, J.R. **IDRISI Taiga: Guide to GIS and Image Processing**. Worcester: ClarkLabs. 2009. 327 p.

Santos, E. P. Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão do Rebojo entre 1971/1972 e 2007/2008. UGRHI Pontal do Paranapanema – SP. Presidente Prudente. (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia Campus Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2013.



Santos, J.O; SOUZA, M.J.N. Impactos Ambientais e Riscos de Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó-Ceará. In: SILVA, E.V.; RODRIGUEZ, J.M.M; MEIRELES; A.J. de A. (Orgs). Planejamento Ambiental e bacias Hidrográficas. (Tomo 1) “Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas”. Fortaleza: Edições UFC, 2011, p.87-120.

São Paulo (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA; 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>.

Sartori, A. A. C. et al. Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1985-2011) na sub-bacia hidrográfica do Rio Novo - SP: Land Change Modeler-LCM. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu-PR. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 2013. p. 6222-6229.

Tormos, T.; et al.; Improving the quantification of land cover pressure on stream ecological status at the riparian scale using High Spatial Resolution Imagery. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 36, p. 549–559, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380013005462>>.