



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.37-539-1>

Evolução do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, MG

Kelly de O. Barros¹, Carlos A. A. S. Ribeiro¹, Elias Silva¹, Vicente P. Soares¹, Gustavo E. Marcatti¹, Alexandre S. Lorenzon¹, Bruno F. Martins¹

¹Universidade Federal de Viçosa (kellyobarros@yahoo.com.br; cribeiro@ufv.br; eshamir@ufv.br; vicente@ufv.br; gustavomarcatti@gmail.com; alelorenzon@yahoo.com.br; bferrazmartins@gmail.com)

Resumo: *O objetivo deste trabalho foi analisar o processo de evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, localizada no município de Montes Claros, Minas Gerais. Para tanto, foi realizada uma análise temporal de imagens do satélite TM/LANDSAT5, dos anos 1990, 1995, 2000 e 2005, contemplando as classes temáticas Área urbana, Vegetação Natural/Reflorestamento, Área agrícola/Pastagem e Solo exposto. Fez-se uso das probabilidades de transição entre as classes em questão, obtidas pela Cadeia de Markov. Na análise da evolução, projetou-se o possível comportamento de todas as classes para um horizonte de 100 anos. As projeções revelaram uma tendência de redução na área das atividades agropecuárias e também na da classe Vegetação Natural/Reflorestamento. Observou-se um crescimento pronunciado da Área urbana, quando comparado com o das demais classes. A tendência de crescimento do Solo exposto, no que tange a degradação da terra, revela-se preocupante do ponto de vista ambiental.*

Palavras-Chave: Cadeia de Markov; Equilíbrio Dinâmico; Geotecnologias.

1. Introdução

O uso e a ocupação da terra de forma indiscriminada, aliados à falta de técnicas de conservação e manejo, podem alterar o equilíbrio de uma bacia hidrográfica. Entre as metodologias comumente empregadas para se estudar este problema, destaca-se o levantamento de uso e cobertura da terra, considerado etapa estratégica na recuperação de um ambiente degradado e utilizado como subsídio às decisões voltadas a uma melhor utilização dos recursos naturais (BRITO; PRUDENTE, 2005; VAEZA et al., 2010).

Neste contexto, destaca-se a Cadeia de Markov, um modelo estocástico que simula essas alterações por meio de uma matriz de transição (MULLER; MIDDLETON, 1994; LUIJTEN, 2003; TAKADA; MIYAMOTO; HASEGAWA, 2010; YANG, ZENG; LV, 2012).

Assim, o objetivo deste trabalho foi elucidar a dinâmica espaço-temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, localizada no município de Montes Claros, Minas Gerais, combinando-se as tecnologias de sensoriamento remoto orbital e Cadeia de Markov.

2. Material e Métodos

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do Rio Viera - BHRV, que se estende por cerca de 580 km² no município de Montes Claros, norte do Estado de Minas Gerais. As suas coordenadas centrais são 43° 54' 38" de longitude W e 16° 32' 52" de latitude S. A região de Montes Claros é classificada climaticamente como sub-úmida seca e encontra-se em uma faixa de transição entre os biomas da Caatinga e do Cerrado (BRASIL, 2004; LEITE; SANTOS; ALMEIDA, 2011).

A BHRV foi delimitada a partir de uma quadrícula (1° x 1°) da base *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM (NASA, 2012), cujas células possuem 90m de lado, devidamente processada utilizando os comandos disponíveis no módulo *Hydrology*, extensão *Spatial Analyst* do software ArcGIS, versão 10.2.1.

Foi realizada, também neste software, uma composição RGB das bandas 3, 4 e 5 para quatro imagens do satélite LANDSAT-5/TM, órbita/ponto 218/72, nas datas: 26/08/1990, 9/9/1995, 22/9/2000 e 18/7/2005 (INPE, 2012). Estas imagens, apenas georreferenciadas, foram corrigidas, tomando-se como referência uma imagem ortorretificada, datada de 26/6/1997 (GLCF, 2012). Assim, a área referente à bacia foi extraída das imagens e a classificação supervisionada foi realizada pelo método da Máxima Verossimilhança. Quatro classes foram identificadas: Área urbana; Vegetação Natural/Reflorestamento, Área agrícola/Pastagem e Solo exposto. A qualidade das classificações feitas no ArcGIS foi avaliada pelo índice Kappa, por meio de amostras testes, adotando-se a classificação proposta por Landis e Koch (1977).

As imagens classificadas foram utilizadas para executar a Cadeia de Markov no *software* Idrisi, versão Selva. Para tanto, foram determinadas as

seguintes combinações entre as datas das imagens classificadas: 1990-2005, 1995-2005, 2000-2005, 1995-2000. O ano de projeção para cada uma destas combinações foi, respectivamente, 2020, 2015, 2010 e 2005, pois o ano de projeção equivale ao intervalo existente entre a data das duas imagens, adicionado à data da imagem mais recente. Projetou-se também, para um intervalo de 100 períodos, o possível comportamento das classes para todas as combinações em questão. Esta etapa foi realizada no *software* R, a partir da Equação 1 (TAKADA; MIYAMOTO; HASEGAWA, 2010).

$$X_{t+c} = X_t \cdot A \quad \text{Equação 1}$$

em que X_t = vetor que varia de 1 a n, contendo a proporção de cada categoria no tempo inicial t; n = número de categorias; c = número de anos entre o ano inicial t e o subsequente ano de observação; A = Matriz de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

A classe Vegetação Natural/Reflorestamento foi a de maior representatividade na área de estudo, seguida da Área agrícola/Pastagem, Área urbana e Solo exposto. Percebeu-se um crescimento contínuo da Área urbana e Solo exposto, enquanto que a Vegetação Natural/Reflorestamento e a Área agrícola/Pastagem apresentaram um comportamento variado nos anos analisados (Tabela 1).

TABELA 1 – Área de cada classe de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros - MG, a partir da classificação pelo método da Máxima Verossimilhança, para as datas de 26 de agosto de 1990, 09 de setembro de 1995, 22 de setembro de 2000 e 18 de julho de 2005

Classes	Datas das Imagens TM/Landsat5			
	26.08.1990	09.09.1995	22.09.2000	18.07.2005
Área ocupada por cada classe (km ²)				
Área Urbana	55	58	65	80
Vegetação Natural/Reflorestamento	304	280	308	295
Área Agrícola/Pastagem	178	194	155	146
Solo Exposto	43	48	52	59

Na avaliação das imagens classificadas, todas obtiveram o índice Kappa de Excelente qualidade, sendo que os valores encontrados foram 0,82; 0,89; 0,88 e 0,91, para as classificações de 1990, 1995, 2000 e 2005, respectivamente.

Estes resultados revelam a grande coincidência atingida entre a verdade de campo e os resultados obtidos com as classificações.

No que se refere à transição entre as classes de uso e ocupação da terra, observou-se, em todos os casos, uma maior probabilidade de as classes envolvidas se manterem inalteradas. A evolução do uso e ocupação da terra pelo período de 100 anos possibilitou identificar o eventual ponto de equilíbrio de cada uma das classes. Ressalta-se que, nesta projeção, assume-se a estacionariedade da matriz de transição, i.e., que as probabilidades permanecem constantes. Desta forma, admite-se o fato de, em algum momento, a evolução das mudanças do uso da terra atingir um ponto de equilíbrio (MULLER; MIDDLETON, 1994).

De maneira geral, houve grande concordância entre os comportamentos indicados nas classificações das imagens e nas projeções realizadas. Foi observada uma forte relação probabilística de transformação entre as classes Solo exposto e Área agrícola/Pastagem. Tanto a classificação das imagens quanto a evolução das classes para um longo período indicaram uma constante tendência de aumento da classe Solo exposto. É fato que as áreas de solo exposto têm elevada probabilidade de se transformarem em áreas agrícolas ou pastagens. Porém, existe também a possibilidade destas áreas estarem degradadas, o que é particularmente preocupante sob o ponto de vista ambiental.

4. Conclusão

A Área urbana denota uma tendência de crescimento mais acentuado quando comparada com as demais classes. Observou-se uma tendência de crescimento do Solo exposto. As classes Área agrícola/Pastagem e a Vegetação Natural/Reflorestamento apresentaram tendência de redução em sua extensão.

5. Referências

BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**: PAN-BRASIL. Brasília: MMA/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 213p.

BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do município de Uberlândia – MG, utilizando imagens CCD/CBERS 2. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 15, p. 144-153, 2005.

GLOBAL LAND COVER FACILITY – GLCF. **Imagem do satélite TM/LANDSAT ortorretificada**. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/>>. Acesso em: 2 out. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Imagens do satélite TM/LANDSAT georreferenciada**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 2 out. 2012.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n.1, p.159-174, 1977. <<http://dx.doi.org/10.2307/2529310>>.

LEITE, M. E.; SANTOS, I. S.; ALMEIDA, J. W. L. Mudança de uso do solo na bacia do Rio Vieira, em Montes Claros/MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, N.4, p. 779-792, 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbge/index.php/revista/article/viewArticle/199>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

LUIJTEN, J. C. A systematic method for generating land use patterns using stochastic rules and basic landscape characteristics: results for a Colombian hillside watershed. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 95, n. 2-3, p. 427-441, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00219-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00219-0)>.

MULLER, M. R.; MIDDLETON, J. A Markov model of land-use change in the Niagara Region, Ontario, Canada. **Landscape Ecology**, v. 9, n. 2, p. 151-157, 1994. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00124382>>.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - NASA. **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em: 2 out. 2012.

TAKADA, T.; MIYAMOTO, A.; HASEGAWA, S. F. Derivation of a yearly transition probability matrix for land-use dynamics and its applications. **Landscape Ecology**, v. 25, n.4, p. 561-572, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9433-x>>.

VAEZA, R. F. et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floram**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010. <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.003>>.

YANG, XIN.; ZHENG, XIN-QI.; LV; LI-NA. A spatiotemporal model of land use change based on ant colony optimization, Markov chain and cellular automata. **Ecological Modelling**, v. 233, p. 11-19, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.03.011>>.