

# DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PANDEIROS/MG

Thaís Francisco Couto<sup>1</sup>, Bráulio Magalhães Fonseca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627  
31270-901 – Belo Horizonte – MG, Brasil  
{coutofthais; brauliomagalhaes}@gmail.com

## RESUMO

Esta pesquisa objetivou identificar e interpretar os principais vetores de mudança de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Pandeiros entre os anos de 1988, 2001, 2010 e 2015, a partir da classificação de imagens Landsat. Após o mapeamento de uso e cobertura da terra, as imagens foram inseridas no módulo LCM do software Idrisi, para a modelagem da dinâmica de mudanças nos intervalos de 1988/2001, 2001/2011 e 2011/2015. As análises dos resultados obtidos a partir do mapeamento do uso e cobertura e também da modelagem de mudanças evidenciam os principais vetores de modificações da bacia, destacando-se a substituição da cobertura vegetal nativa por usos antrópicos.

**Palavras-chave** — sensoriamento remoto, modelagem dinâmica, mapeamento, rio Pandeiros, dinâmica de uso da terra.

## ABSTRACT

This research aimed to identify and interpret the main vectors of land use change and land cover of the Pandeiros river basin between 1988, 2001, 2010 and 2015, based on the classification of Landsat images. After the mapping of land use and land cover, the images were inserted in the LCM module of the Idrisi software, for modeling the dynamics of changes in the intervals of 1988/2001, 2001/2011 and 2011/2015. The analyzes of the results obtained from the mapping of the use and coverage and also the modeling of changes show the main vectors of modifications of the basin, highlighting the substitution of native vegetation cover by anthropic uses.

**Key words** — remote sensing, dynamic modeling, mapping, Pandeiros river, land use dynamics.

## 1. INTRODUÇÃO

A análise das mudanças no uso, cobertura e ocupação da terra no espaço e no tempo constitui uma prática fundamental também para o planejamento territorial e ambiental dinâmica da paisagem. Neste sentido, a modelagem da dinâmica da paisagem é uma técnica

importante para projetar cenários futuros, visando o planejamento de uma determinada área de estudo, produzindo informações que ajudam na compreensão do comportamento espacial dos processos ambientais relacionados (MAS et al., 2014; STEINITZ, 2012).

A bacia hidrográfica do rio Pandeiros, área de estudo desta pesquisa, é uma Área de Proteção Ambiental (APA) de Uso Sustentável criada a partir da lei estadual nº 11.901 de 01 setembro de 1995. Localizada no norte do estado de Minas Gerais (Figura 1), o histórico de ocupação humana da área da bacia remonta a meados do século XVIII, cuja alteração antrópica ocorreria em toda a extensão do Rio, com o desmatamento para a implantação de sistemas agropastoris. Assim, a implantação da APA do rio Pandeiros é uma tentativa de minimizar os impactos da ocupação humana na região e busca a promoção e manutenção de sua biodiversidade.

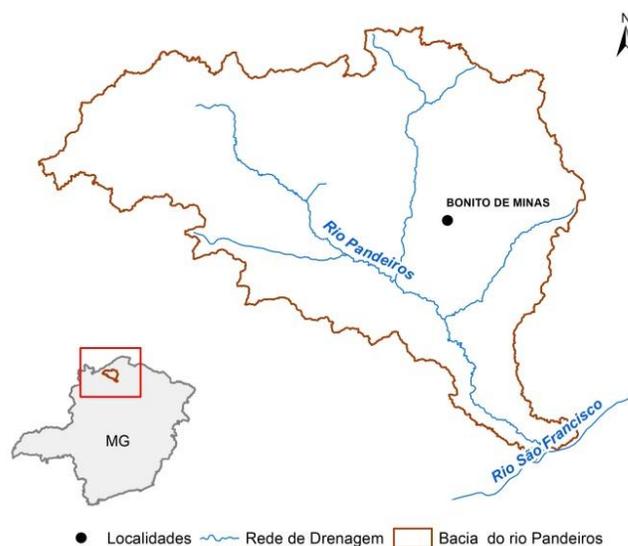


Figura 1 – Localização da bacia do rio Pandeiros.

Com a utilização das ferramentas SIG, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra entre os anos de 1988, 2001, 2011 e 2015, de modo a abarcar dois contextos da área de estudo: antes e pós-implantação da APA Pandeiros. Para tanto, foi realizada a classificação de imagens Landsat no software Spring utilizando o classificador de Máxima Verossimilhança

(MaxVer). Após a classificação, as imagens foram inseridas no módulo *Land Change Modeler* – LCM do software Idrisi para a identificação das mudanças entre as classes de uso e cobertura da terra, considerando os intervalos de 1988/2001, 2001/2011 e 2011/2015.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da pesquisa, os procedimentos metodológicos incluíram três etapas: elaboração do banco de dados, mapeamento do uso e cobertura da terra e processamento dos dados obtidos no *Land Change Modeler* – LCM no software Idrisi Selva.

### 2.1. Elaboração do Banco de Dados

Para a composição do banco de dados foi realizada a sistematização das bases necessárias para a produção dos mapas referentes à bacia de estudo, com a coleta de bases no formato *shapefile* de imagens de sensores orbitais para o mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia do rio Pandeiros. Para recobrir a área da bacia foram utilizadas imagens do Landsat 5 e 8, órbita 219, pontos 70 e 71, em quatro datas distintas: 1988, 2001, 2011 e 2015.

### 2.2. Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra

O mapeamento do uso da terra para os anos de 1988, 2001, 2011 e 2015 ocorreu no software Spring com as seguintes etapas: (i) importação das imagens no software (ii) realce do contraste das imagens (iii) classificação pré-campo, automática pixel a pixel com o uso do algoritmo de Máxima Verossimilhança (iv) trabalho de campo na área de estudo e validação dos dados da primeira classificação (v) classificação final.

A chave de classificação utilizada incorporou seis (6) classes temáticas, a saber: água, área urbanizada, agricultura e pastagem, solo exposto, vegetação nativa densa e vegetação nativa espaçada. Ressalta-se que a classe vegetação nativa densa corresponde às fitofisionomias de cerrado típico conforme descrição de Nunes *et al* (2009). A classe vegetação nativa espaçada corresponde às formações fitofisionomias de cerrado típico em distintos estágios de regeneração ou de degradação e também corresponde às formações de cerrado ralo, localmente associadas à substratos pedológicos e litológicos ricos em sílica (sopés e topos de chapadas e serras). A classe água corresponde à área da lâmina d'água dos rios e não à quantidade de área em volume ou mesmo em relação a aquíferos. O processamento digital das imagens foi realizado no programa Spring versão 5.2.1, iniciando com a correção radiométrica entre as três bandas das três cenas utilizadas e posteriormente a aplicação de realce de contraste. A classificação foi feita com o algoritmo Máxima Verossimilhança (MaxVer), o qual é utilizado para análises pixel a pixel. Este algoritmo utiliza apenas a informação

espectral de cada pixel para identificar as regiões homogêneas e considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (MILGRAM, 1975). O valor mínimo definido para a aceitação do desempenho geral das amostras de pixels coletados no processo de classificação foi de 90%.

Seguida a classificação, os arquivos raster foram transferidos para o software ArcGIS e convertidos para *shapefiles*. Neste software foram realizadas as correções topológicas e ajustes nas classes temáticas para cada data avaliada. Por fim, foram utilizados os índices de desempenho geral e o índice de Kappa para avaliação da qualidade da classificação automática realizada.

### 2.3. Modelagem da mudança do uso da terra

Após a etapa de classificação e mapeamento do uso e cobertura da terra, os mapas gerados para cada ano foram inseridos no módulo LCM do software Idrisi. O processamento dos dados gerou resultados em forma de tabelas e mapas. As mudanças verificadas foram quantificadas por tipologia, sendo possível fazer as primeiras análises quantitativas e qualitativas. Foram gerados mapas de perdas, ganhos e persistências, para a avaliação visual da mudança por tipologia de uso e cobertura da terra. Também foi possível observar a tendência espacial das mudanças ocorridas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Uso e Cobertura da Terra

A classificação de imagens no software Spring obteve resultados quantitativos e qualitativos referentes ao uso e cobertura da terra da bacia do rio Pandeiros. Dentre os produtos, o software gerou uma matriz de confusão, que apontou o Desempenho Geral e o Índice Kappa (ou estatística KHAT). Como resultado, observaram-se valores acima de 95% para o desempenho geral das amostras em todos os quatro anos analisados. O mesmo desempenho ocorreu em relação ao Índice Kappa, que apresentou valores acima de 95% para todos os anos classificados.

Em relação aos diferentes usos e coberturas presentes na bacia do rio Pandeiros, os quantitativos apontaram as tipologias que ganharam ou perderam área nas datas analisadas. De um modo geral, as classes temáticas trabalhadas na pesquisa variaram no tamanho de sua área ao longo das quatro décadas observadas, bem como em sua distribuição espacial.

Em 1988, observa-se que a margem direita do rio Pandeiros possuía como uso predominante a agricultura e pastagem, que também ocupava porções a norte e a noroeste da bacia, como apresenta a Figura 2.



Figura 2 – Uso e cobertura da terra da bacia em 1988.

A vegetação nativa densa, por sua vez, ocupava os leitos dos rios, correspondendo às matas ciliares. A vegetação nativa espaçada possuía ampla distribuição geográfica, ocupando grande parte da bacia no referido ano.

Já o mapa de 2001 (Figura 3), indica que a agricultura e a pastagem ganharam área, ocupando também a margem esquerda do rio Pandeiros.

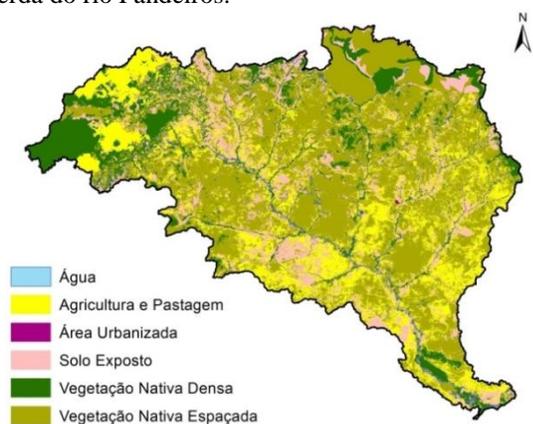


Figura 3 – Uso e cobertura da terra da bacia em 2001.

Em 2011, a classe agricultura e pastagem se concentrou ainda mais à montante da bacia, com o aumento de sua área em relação ao ano de 2001 (Figura 4).



Figura 4 – Uso e cobertura da terra da bacia em 2011.

Outra área de concentração dessa tipologia está localizada na margem direita do médio curso do rio Pandeiros, que também tem o solo exposto como uso predominante. A margem esquerda do rio Pandeiros, bem como a porção norte da bacia tem como uso majoritário as vegetações nativa densa e nativa espaçada. A vegetação nativa densa tem ocorrência associada aos leitos fluviais dos afluentes do rio Pandeiros, enquanto a vegetação nativa espaçada não possui distribuição espacialmente orientada por algum elemento da paisagem.

Por fim, para o ano de 2015 (Figura 5), o mapeamento demonstrou que a vegetação nativa densa abrangeu grande parte da bacia, assim como a vegetação nativa espaçada, que teve ampla distribuição geográfica na bacia do rio Pandeiros.



Figura 5 – Uso e cobertura da terra da bacia em 2015.

A agricultura e a pastagem, por sua vez, confirmou a tendência que se desenhava durante os anos analisados: concentrou sua localização à montante da bacia, área de atuação do agronegócio e da agricultura em larga escala. O solo exposto ocupou a bacia pontualmente em algumas regiões, de modo que sua abrangência está associada aos canais cursos d'água e às veredas da margem esquerda da bacia. Cabe ressaltar que no ano de 2015 a classe área urbanizada (Bonito de Minas) apresentou ganho de área em relação aos anos anteriores.

### 3.2. Modelagem da Mudança do Uso e Cobertura

A análise realizada no módulo LCM gerou gráficos e imagens de mudança de uso e cobertura da terra, considerando os intervalos de 1988/2001, 2001/2011 e 2011/2015.

O primeiro intervalo de análise (1988/2001) condiz com o período em que a área de estudo se tornara APA, pelo decreto nº 11.901 de 01 setembro de 1995. A mudança das classes de uso para solo exposto e agricultura e pastagem obtiveram maior distribuição geográfica na área de estudo, conforme apresenta a Figura 6.

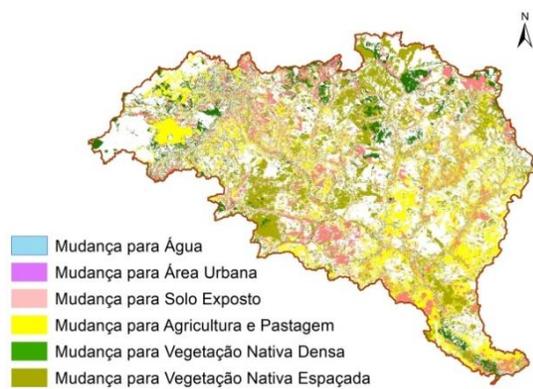


Figura 6 – Mudança das classes de uso da terra entre 1988 e 2001.

Já o intervalo seguinte, 2001/2011, corresponde a um período pós-implantação da APA Pandeiros. As mudanças de uso neste período apresentou maior variação em relação ao período anterior. De maneira geral, destacam-se as mudanças de uso e cobertura à jusante da bacia, onde as vegetações nativas e a água ocuparam a maior parte da área que no intervalo anterior era ocupado majoritariamente por solo exposto e agricultura e pastagem (Figura 7).



Figura 7 – Mudança das classes de uso da terra entre 2001 e 2011.

Neste período, a margem esquerda do rio Pandeiros foi outro vetor de alteração, onde houve a mudança das classes existentes para vegetação nativa espaçada e vegetação nativa densa. Já a montante da bacia, as mudanças de classes de uso para solo exposto e agricultura e pastagem predominaram.

Por fim, o último intervalo de análise corresponde a 2011 e 2015, quando a APA do rio Pandeiros completa 20 anos. De modo geral, destaca-se na bacia do rio Pandeiros a mudança das classes de usos para vegetação nativa densa, que ocupou grande parte da área. A mudança das classes para vegetação nativa espaçada, por sua vez, foi mais concentrada, ocupando a margem direita do médio curso do rio Pandeiros, além de porções à montante da bacia. A mudança para solo exposto ocorreu de forma distribuída na área de estudo, enquanto a mudança de uso para agricultura e pastagem se restringiu à montante da bacia. A Figura 8 apresenta as mudanças entre as classes de uso deste período.



Figura 8 – Mudança das classes de uso da terra entre 2011 e 2015.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia do rio Pandeiros para os anos e 1988, 2001, 2011 e 2015, demonstrou que a bacia possui alguns vetores de mudança: à montante, na porção noroeste, a Vegetação Nativa Densa foi substituída em grande parte pela Agricultura e Pastagem, sobretudo de grandes produtores rurais. Além disso, observou-se ao longo dos anos que os fundos de vale dos afluentes da margem esquerda do rio Pandeiros, foram ocupados por pequenos núcleos urbanos em meio rural, que abriram áreas de pastagem e cultivos próximos às veredas.

Já a modelagem das mudanças do uso e cobertura da terra na bacia nos intervalos selecionados confirmou a dinâmica que se desenhava nos mapeamentos realizados. O primeiro intervalo de análise evidenciou a agricultura e pastagem como o uso que ganhou mais área, ocupando grande parte da bacia. Os intervalos subsequentes demonstraram que esse uso, ao longo do tempo, foi se restringindo à montante da bacia, região que historicamente tem sua ocupação associada às grandes propriedades rurais destinadas à pecuária de corte. O solo exposto, que nos dois primeiros intervalos de análise tinham distribuição variada, passou a se concentrar nos fundos de vale do rio Pandeiros, assim como de seus afluentes.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] MAS, Jean-Francois et al. Modelling Land use / cover changes: a comparison of conceptual approaches and softwares. Environmental Modelling and Software, v. 51, p. 94–111, 2014.
- [2] STEINITZ, C. A Framework for Geodesign. Redlands: ESRI Press, 2012. 360 p.
- [3] MILGRAM, D. Computer Methods for Creating Photomosaics. IEEE Transaction on Computers v. C-24, p. 1113–1119, 1975.
- [4] NUNES. Y. R. F. et al. Pandeiros: o Pantanal Mineiro. MG Biota. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/MGBIOTA/mg%20biota%207%20%20menor%20resolucao.pdf>> Acesso em: 05 de março de 2018.