



## Artigo Original

e-ISSN 2177-4560


DOI: 10.19180/2177-4560.v14n12020p111-130

Submetido em: 20 fev. 2020


Aceito em: 09 mar. 2020

---


## *Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018*

**Diego Moreira Silva**  <https://orcid.org/0000-0001-7670-4408>

Graduado em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF/ Campos) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: silvamoreiradiago0@gmail.com

**Cláudio Henrique Reis**  <https://orcid.org/0000-0001-8597-3642>

Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF/ Campos) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: claudioreis@id.uff.br

**Guilherme Ignácio Reis**  <https://orcid.org/0000-0001-8573-4633>

Graduado em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF/ Campos) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: reisi.guilheme@gmail.com

O presente estudo apresenta a produção de dados de distribuição espacial adquiridos e manuseados por meio do sensoriamento remoto, tendo como análise a bacia hidrográfica do rio Muriaé, especificamente situada dentro dos limites do estado do Rio de Janeiro. Para isso, foram utilizados dados provenientes dos sensores satélites remotos LANDSAT, nas suas versões 5, 7 e 8, e foram classificadas as imagens digitais dos anos de 1988, 2001, 2010 e 2018. Foi adotada para tanto a classificação supervisionada para a produção dos dados, utilizando o classificador Bhattacharrya, que desempenha seu papel em conjunto com um fotointerpretador, por meio de programa gratuito desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram produzidos quatro mapas de uso e cobertura da terra da BHRM, sendo estabelecidas seis classes: área urbana, corpos hídricos, agricultura, manejo, pastagem e mata secundária.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Bacia hidrográfica. Rio Muriaé. Uso e cobertura da terra. Geossistemas.





Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

.....

*Evolution of land use and occupation in the low course of the Muriaé river basin between the years 1987-2018*

This study presents the production of spatial distribution data acquired and handled by means of remote sensing, having as analysis the hydrographic basin of the Muriaé River, specifically located within the limits of the state of Rio de Janeiro. For this, data from remote LANDSAT satellite sensors, in versions 5, 7 and 8, were used, in which the digital images of the years 1988, 2001, 2010 and 2018 were classified. For this purpose, the supervised classification for the data production, using the Bhattacharyya classifier, which plays its role in conjunction with a photointerpretator, through the free program, developed by the National Institute for Space Research (INPE) was adopted. Four maps of BHRM land use and land cover were produced, with six classes being established: urban area, water bodies, agriculture, management, pasture and secondary forest.

Keywords: Remote sensing. Hydrographic basin. Muriaé River. Land use and coverage. Geosystems.

*Evolución del uso y ocupación de tierras en el curso bajo en la cuenca del río Muriaé entre los años de 1987-2018*

Este estudio presenta la producción de datos de distribución espacial adquiridos y manejados mediante teledetección, teniendo como análisis la cuenca hidrográfica del río Muriaé, ubicada específicamente dentro de los límites del estado de Río de Janeiro. Para ello, se utilizaron datos de sensores satelitales remotos LANDSAT, en las versiones 5, 7 y 8, en los que se clasificaron las imágenes digitales de los años 1988, 2001, 2010 y 2018. Para este propósito, se adoptó la clasificación supervisada para la producción de datos, utilizando el clasificador Bhattacharyya, que desempeña su papel junto con un fotointerpretador, a través del programa gratuito, desarrollado por el Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE). Se produjeron cuatro mapas de uso y cobertura del suelo BHRM, con seis clases establecidas: área urbana, cuerpos de agua, agricultura, manejo, pastos y bosque secundario.

Palabras clave: Teledetección. Cuenca hidrográfica. Río Muriaé. Uso y cobertura del suelo. Geosistemas.





Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

---

## 1 Introdução

Diante dos preceitos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a “lei das águas”, nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instrumentalizou a necessidade de manutenção do recurso mais necessário à vida humana, apresenta em seu Artigo 1º que a água é um bem de comum utilização. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para a qual se direciona a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Os estudos voltados às bacias possuem importância valiosa para a sociedade, pois é na relação desta com os recursos provenientes do ambiente que são conduzidos os meios econômicos de produção, sendo necessária a água como meio básico para a economia e para a manutenção da vida da sociedade.

A utilização da bacia hidrográfica como área de investigação torna-se um tema superado nas discussões entre diversos autores a respeito da abordagem da bacia como unidade de análise, já que é um limite natural e irrefutável dos processos de input e output em que ocorrem suas interações físicas - de fácil reconhecimento - e tratada como unidade geográfica, como é apontado por Santos (2014). Em adição, o conceito de Geossistemas traz consigo uma nova abordagem, em suas discussões, com a inserção das relações físicas, biológicas e humanas pelas quais ocorrem trocas dentro do ambiente comum, entendido aqui como bacia hidrográfica, ou seja, a totalidade das relações entre os atores culminando nos resultados das modificações permanentes.

Os estudos acerca das Bacias Hidrográficas constituem-se de modo integrado, em que se inserem vários agentes que possuem relação direta ou indireta no resultado dos processos que caracterizam as bacias e, conseqüentemente, suas possíveis modificações dentro de seus limites naturais. Assim, “a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural” (YASSUDA, 1993).

As imagens orbitais podem auxiliar na realização de diversas análises e levantamentos de dados acerca das diferentes dinâmicas de uso e ocupação do solo existente na superfície terrestre. Atualmente, o Sensoriamento Remoto se apresenta como uma importante ferramenta de auxílio para a tomada de decisões e no fomento de políticas públicas voltadas à ciência interdisciplinar, e as análises feitas a partir de imagens orbitais auxiliam na tomada de decisões em atividades econômicas, como na agricultura e mineração, ou em atividades ligadas ao planejamento estratégico de entidades públicas de todas as esferas.

É nesse sentido que a utilização de dados e técnicas de sensoriamento remoto auxiliam na manutenção dos sistemas naturais e, conseqüentemente, na conservação dos recursos dos quais dispõe o ser humano. Assim, as mudanças no espaço, através da relação entre a sociedade e a natureza, são o meio de estudo no qual a Geografia possui seus objetos como ciência, tendo espaço e o tempo como meios de investigação.

A produção desta pesquisa, então, baseia-se nas principais mudanças nos padrões de uso e ocupação das terras ocorridas dentro dos limites da Bacia do Rio Muriaé (BRHM), no estado do Rio de Janeiro, a partir de técnicas e dados de sensoriamento remoto, tendo por objetivo a produção de produtos cartográficos que trazem à tona a viabilidade de intervenção que tenha por objetivo a própria manutenção dos recursos e a tomada de decisão por parte da administração pública, além do planejamento das áreas de uso e ocupação, buscando traçar a forma de ocupação da região.

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

O corpo deste trabalho separa-se, portanto, apresentando uma descrição da área de estudo, contextualizando referências de destaque no assunto do sensoriamento remoto, a metodologia utilizada para estudo, a discussão dos dados obtidos ao longo da investigação e resultados gerais da análise dos dados.

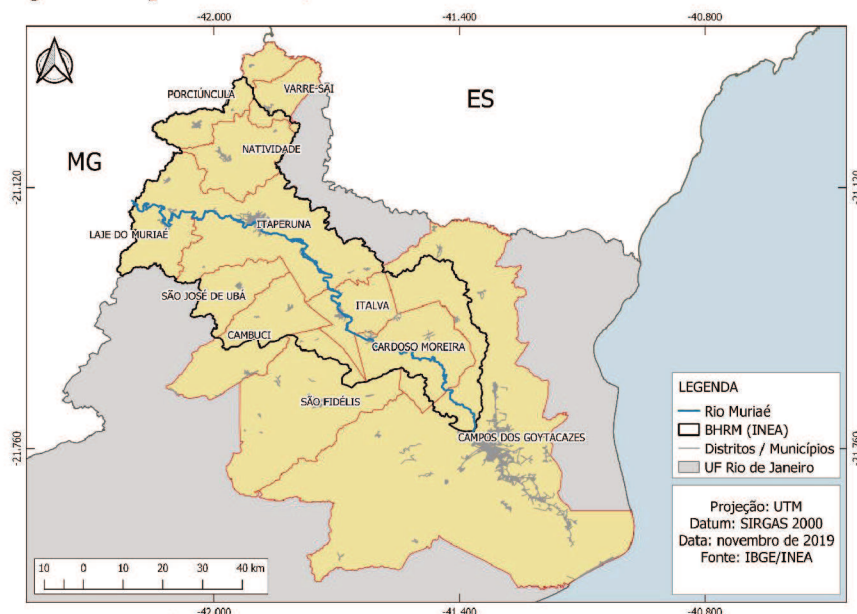
## 2 Bacia hidrográfica do rio Muriaé (BHRM)

A área do presente estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (BHRM), é caracterizada como uma sub-bacia que desemboca no Rio Paraíba do Sul, abrangendo municípios das unidades federativas de Minas Gerais e Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil. A bacia hidrográfica é composta por três segmentos: o baixo curso, o médio curso (situados no estado do RJ) e o alto curso (situado no estado de Minas Gerais).

No Estado do Rio de Janeiro, a BHRM está localizada nas mesorregiões Região Noroeste e Norte Fluminense, entre as coordenadas 20°84' e 21°72' Sul e 41°33' e 42°25' Oeste. Abrange quase a totalidade dos municípios de São José de Ubá e Itaperuna, Laje do Muriaé, Italva e Natividade, e parcialmente os municípios de Cambuci, Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Porciúncula, São Fidélis e Varre-Sai, totalizando aproximadamente 3.778,94 quilômetros quadrados de extensão (PRADO *et al.*, 2005).

No presente trabalho, estão entendidos como Baixo Curso os municípios do estado do Rio de Janeiro localizados dentro dos limites da bacia. Foi utilizado o *shapefile* disponibilizado pelo banco de dados provenientes do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) para o delineamento da bacia e, posteriormente, a produção e análises dos dados de uso e ocupação das terras.

Figura 1. Mapa de localização da BHRM



Fonte: Os autores (2019)



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Tabela 1. Proporção de área da Bacia do rio Muriaé em cada município do Rio de Janeiro

Municípios	Área do município abrangida pela bacia (em porcentagem)
Cambuci	50,65
Campos dos Goytacazes	10,32
Cardoso Moreira	90,40
Italva	98,36
Itaperuna	99,49
Laje do Muriaé	27,00
Natividade	99,42
Porciúncula	65,66
São Fidélis	9,49
São José de Ubá	100,00
Varre-Sai	20,23

Fonte: Prado et al. (2005)

## 2.1 Características geomorfológicas da BHRM

Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2005), a partir de estudos relacionados à geomorfologia da região, ocorre na BHRM a preponderância de áreas de relevo colinoso e colinoso suave, além de relevo montanhoso e montanhoso escarpado, que ocupam cerca de 86,28% da área da bacia.

A bacia conta com regiões de planícies aluviais, concentradas principalmente ao longo de quase todo rio Muriaé, e planícies fluviomarinhas, principalmente no município de Campos dos Goytacazes, recobrando cerca de 9% da área total da BHRM. Essas regiões são as mais afetadas durante os episódios de inundações. Em seu caderno de ações na bacia, a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio (AGEVAP) afirma que, entre o município de Italva até a foz no rio Paraíba do Sul, desenvolve-se uma região de planície de inundações, onde são registrados eventos de inundações frequentes.

## 2.2 Características climatólogicas

De acordo com a classificação proposta por Koppen (1948), a tipologia climática básica da BHRM é a pertencente ao subtipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno), que tem como suas principais características as temperaturas médias no mês mais frio acima dos 18°C, inverno seco com precipitações abaixo dos 60mm e verões chuvosos (ANDRE et al., 2008).

Alguns municípios da bacia apresentam especificidades em suas características climatólogicas. Xavier et al. (2000), ao analisar séries das normais climatólogicas no município de Itaperuna entre os anos de 1931 e 1990, demonstraram que o clima desse município tornou-se mais quente e seco, apresentando insuficiência de precipitação em todos as estações do ano. Os municípios de



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Porciúncula e Varre-Sai se enquadram com um clima de subtipo Cwa (clima subtropical de inverno seco) na classificação Koppen; principalmente devido a variações de altitude nesses municípios, eles apresentam um clima com temperaturas inferiores e invernos mais secos se comparados aos demais da região da BHRM.

A precipitação média da bacia não ultrapassa 1000mm anuais, e a evapotranspiração pode chegar a valores superiores a 1300mm anuais. O aumento nas taxas de precipitação pode ser percebido no sentido litoral – interior, em que o município mais próximo ao litoral, Campos dos Goytacazes, apresenta uma precipitação média de 800mm, enquanto que o município de Varre-Sai, localizado no extremo oeste da bacia, registra uma precipitação média de 1300 mm (ANDRE *et al.*, 2008). Nos municípios de Itaperuna, Porciúncula, Natividade, Laje do Muriaé, Italva e São José de Ubá, são registrados, principalmente nos meses de janeiro, eventos de chuva de alta intensidade que podem desencadear eventos de inundação.

Como é afirmado pela Embrapa (2005), é característica o excedente hídrico nos municípios de Varre-Sai e Itaperuna de outubro em diante, sendo o *déficit* hídrico acentuado em grande parte da região. Já em Campos dos Goytacazes e em Cardoso Moreira, ocorre déficit hídrico durante todo o ano; sendo assim, não se possuem registros mensais de excedente de chuvas.

### 2.3 Características econômicas gerais da BHRM

Dentro dos limites da BHRM, temos diversificações e similaridades nas atividades econômicas dos municípios que a compõem, norteados basicamente pela agricultura e pecuária, exceto Campos dos Goytacazes, que recebe parte dos *royalties*. Isso posto, temos uma abrangência considerável do plantio de cana-de-açúcar, com um total de área colhida de 79.459 hectares, e do cultivo de milho, com um total de cerca de 3.649 hectares (IBGE, 2011), como apresentado na Tabela 3.

Tabela 2. Total de áreas de agricultura permanentes e temporárias em 2010

Municípios	Permanente (ha)	Temporária (ha)
Cambuci	64	1520
Campos dos Goytacazes	708	74940
Cardoso Moreira	77	4413
Italva	20	1124
Itaperuna	146	1835
Laje do Muriaé	25	232
Natividade	173	786
Porciúncula	3834	610
São Fidélis	314	1845
São José de Ubá	0	950
Varre-Sai	5028	1849

Fonte: IBGE (2011)



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Além disso, de acordo com o IBGE (2011), têm-se produções de café, feijão e banana presentes em quase todos os municípios que pertencem à BHRM. Por outro lado, há a ocorrência de plantio de outros produtos que não são amplamente cultivados, como coco-da-baía, uva, goiaba, tangerina, laranja etc.

As cidades que mais se destacaram em suas produções agrícolas permanentes, no ano de 2010, segundo o IBGE (2011), foram Porciúncula e Varre-Sai. Já em 2018, as produções permanentes entre os municípios com mais expressividade apontaram Cambuci, Porciúncula e Varre-Sai, que juntos somaram 11.410 hectares de área plantada (IBGE, 2018). As produções temporárias foram significativas em Cardoso Moreira e Campos dos Goytacazes, no ano de 2010, com cerca de 4.413 e 74.940 hectares, respectivamente.

Diante da produção municipal (IBGE, 2019), Cambuci, Campos dos Goytacazes, São Fidélis e São José de Ubá se destacaram na produção de leite, com produção acima dos 10.000 litros. Ainda em relação à produção bovina, os municípios que obtiveram mais destaque com o estabelecimento de cabeças de gado foram: Campos dos Goytacazes (276.125), São Fidélis (87.891) e Cardoso Moreira (54.910). Associadas principalmente à atividade de pecuária leiteira, muitos municípios possuem atividades do setor industrial voltado à produção de laticínios.

### 3 Fundamentação Teórica

#### 3.1 Geossistemas e os Estudos da Bacia Hidrográfica

A partir dos anos 1960, muitos autores iniciaram discussões sobre o tema Geossistema, em que cada um contribui de forma ímpar para a ciência e os estudos das diferentes partes que integram o sistema, numa concepção mais holística do planeta e seus fenômenos. Dentre eles, temos a contribuição do soviético Sotchava, pensando nas partes individuais que se complementam, numa relação de níveis diferentes que possuem interação juntamente com a sociedade. Dessa forma, o Geossistema

É uma classe particular de sistemas dirigidos, sendo o espaço terrestre de todas as dimensões, onde os componentes individuais da natureza se encontram numa relação sistêmica uns com os outros e, com uma determinada integridade, interatuam com a esfera cósmica e com a sociedade humana. (SOTCHAVA, 1978, p.2).

Diferentemente da concepção de Sotchava, Bertrand (1971) define o Geossistema como um nível taxonômico, ou seja, níveis que se agrupam em unidades superiores e inferiores, caracterizando uma hierarquização da paisagem.

A adoção do Geossistema tem importância imprescindível no estudo da Paisagem e Território, já que aqui se envolvem as dinâmicas naturais e as dinâmicas antrópicas. A partir desse momento, as atividades políticas e sociais são analisadas, tendo os limites naturais como meio onde ocorrem diversas relações. A paisagem é uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável,

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

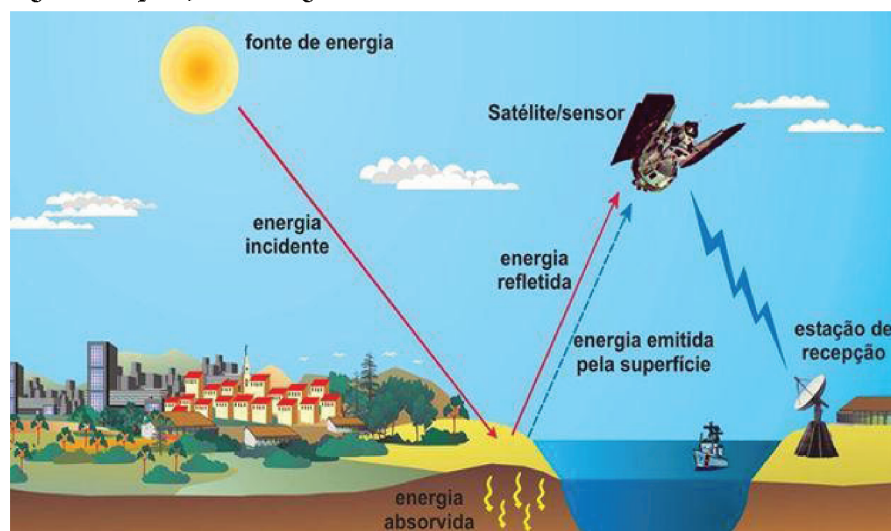
em perpétua evolução (BERTRAND, 1971). Nesse sentido, a pesquisa baseou-se em tal esboço metodológico de Bertrand (1971).

Por conseguinte, é inconcebível analisar a bacia sem os atores que integram a dinâmica de relações entre si, já que eles fazem parte da totalidade do sistema, ou seja, do Geossistema. Assim, o âmbito sociopolítico possui influência nessa dinâmica e, portanto, utiliza-se de suas convenções, como foi utilizado o limite político como meio de análise entre as duas dinâmicas acima referidas.

### 3.2 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto, parte integrante do ramo do Geoprocessamento, caracteriza-se por ser um tipo de técnica que permite a aquisição de dados presentes na superfície terrestre e os objetivos nela dispostos, o que nos possibilita perceber certos indícios e fenômenos nela existentes. De acordo com Florenzano (2013), Sensoriamento Remoto pode ser compreendido como o conjunto de técnicas e tecnologias que permitem a obtenção de imagens e outros dados da superfície terrestre por meio da captação da energia refletida ou emitida pelos diferentes alvos que a compõem (Figura 2).

Figura 2. Aquisição de imagens orbitais



Fonte: Florenzano (2013)

Tal forma de coletar os dados de imagens de satélites só se torna possível em decorrência da energia eletromagnética (REM), que, por conta de sua natureza, interage com os objetivos que a absorvem, refletem ou transmitem-na. Assim que a REM entra em contato com a composição química desses objetos, viabiliza a captação da assinatura do objeto e sua classificação, a depender do objetivo da pesquisa.

A energia captada pelos sensores orbitais tem origem na interação entre a radiação eletromagnética incidente e os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre. Os sensores





Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

acoplados nos satélites são capazes de captar a energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície terrestre nos diferentes comprimentos de ondas que compõem o espectro eletromagnético.

Cada objeto disposto na superfície terrestre absorve ou reflete determinadas proporções de radiação eletromagnética. Tais proporções variam de acordo com a composição química do objeto e o comprimento de onda incidente sobre ele. Essas variações na radiação refletida são responsáveis por permitir a distinção dos diferentes elementos que compõem a superfície terrestre em uma imagem digital.

### 3.3 Mapa de uso e cobertura da terra

Os mapas temáticos relacionados ao uso e ocupação das terras possuem importância vital na organização e planejamento das áreas determinadas, revelando informações significativas acerca da relação da sociedade, buscando responder questões chave em relação às transformações ocorridas ao longo de uma determinada parcela de tempo. Dessa forma, “o levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre” (IBGE, 2013).

Por meio do mapa de Uso e Cobertura da Terra, temos, então, a possibilidade de trazer à tona algumas análises acerca de um determinado limite, como, por exemplo, de que modo o centro urbano se organiza ou a quantificação da perda de cobertura vegetal de um município através de um recorte temporal. Em síntese, pode-se dizer que o mapa de cobertura permite analisar os diversos tipos de distribuição de uma determinada localização e, por meio deste, entender como esse tipo de distribuição se dá, estipulando uma possível trajetória de ocupação.

De acordo com o Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013), para a produção de mapas temáticos relacionados ao uso e ocupação da terra, são necessários alguns princípios básicos, como a temática abordada, a delimitação da menor área a ser mapeada, a escala adotada para o estudo e a nomenclatura das classes de análise.

O que se deseja demonstrar num mapeamento é parte importante na produção de mapa de uso e cobertura da terra, cujas informações devem ser expressas de modo explícito, de maneira clara e sucinta, cabendo ao analista a decisão de encontrar soluções acerca de suas escolhas no que diz respeito à seleção de dados que permitam alcançar o objetivo proposto inicialmente.

## 4 Materiais e métodos

Para o processo de mapeamento, inicialmente foi criado um banco de dados contendo imagens digitais provenientes dos satélites LANDSAT 5, 7 e 8 (Quadro 1), além da utilização dos dados vetoriais *shapefile* dos limites pertencentes à bacia hidrográfica do Baixo Curso do Rio Muriaé. As imagens digitais foram tomadas nos anos de 1988, 1999, 2010 e 2018, sendo disponibilizadas gratuitamente pelo USGS (*U.S. Geological Survey*); os produtos já contam com correções geométricas e georreferenciamento. Ressalta-se que as imagens foram adquiridas nos meses secos do ano (entre julho e setembro), pois não apresentam cobertura de nuvens que poderia inviabilizar a aplicação da metodologia de mapeamento proposta.

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

De acordo com o INPE (2019), a série LANDSAT teve início em meados dos anos 1960. Desenvolvido pela NASA, foi o primeiro satélite que visava às pesquisas de recursos naturais. O primeiro satélite remoto da série LANDSAT, versão LANDSAT-1, foi lançado em 1972, possuindo duas câmeras (RVB e RSS). Desde então, a série LANDSAT se mantém até os dias atuais, sendo, portanto, uma das séries que mais contribui para o desenvolvimento de pesquisas voltadas aos estudos temporais em diversas temáticas, possuindo um acervo notável de imagens digitais.

Quadro 1. Bandas do sensor LANDSAT e suas aplicações

LANDSAT 5 e 7		
Bandas	Intervalo Espectral ( $\mu\text{m}$ )	Aplicações
3	0,63 - 0,69	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	0,76 - 0,90	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	1,55 - 1,75	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Essa banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
LANDSAT 8		
4	0,64 - 0,67	Similar à banda 3 do LANDSAT 5 e 7.
5	0,85 - 0,88	Similar à banda 4 do LANDSAT 5 e 7.
6	1,57 - 1,65	Similar à banda 5 do LANDSAT 5 e 7.

Fonte: Adaptado de INPE. Disponível em: [http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57\\_PT.php](http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php)

A escolha dessa fonte de dados se baseia principalmente nas características referentes ao acervo histórico proporcionado pela série LANDSAT, além de características referentes a sua

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

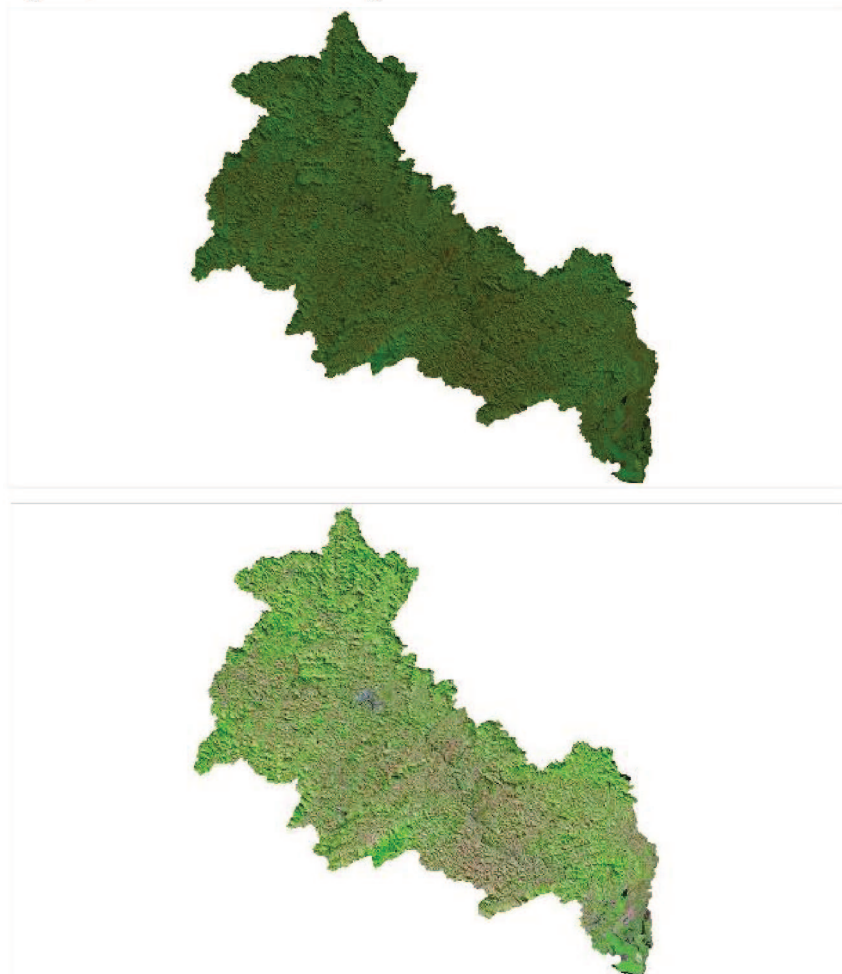
---

resolução espacial de 30m, período de revisita de 16 dias e resolução espectral que apresenta um número considerável de bandas espectrais que se localizam na região do visível e do infravermelho próximo e médio. Essas características possibilitam estudos e mapeamentos sistemáticos que contemplem escalas que podem variar de 1:50.000 a 1:750.000.

Para o presente trabalho, foram utilizadas as bandas correspondentes aos comprimentos de onda da região do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio. A escolha das bandas teve como base referências bibliográficas acerca do comportamento espectral de alvos nessas regiões, principalmente pela capacidade de diferenciação dos tipos de cobertura vegetal utilizando bandas espectrais nesses comprimentos.

Para atribuir uma melhora visual significativa nas imagens digitais, se fez necessário utilizar o procedimento de realce linear. O procedimento consiste na ampliação do contraste visual entre os elementos presentes da cena, pela manipulação dos histogramas de cada banda. A Figura 3 apresenta a diferença visual entre uma imagem da área de estudo antes e após o processo de realce.

Figura 3. Contraste linear da imagem



Fonte: Silva e Reis (2019)

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

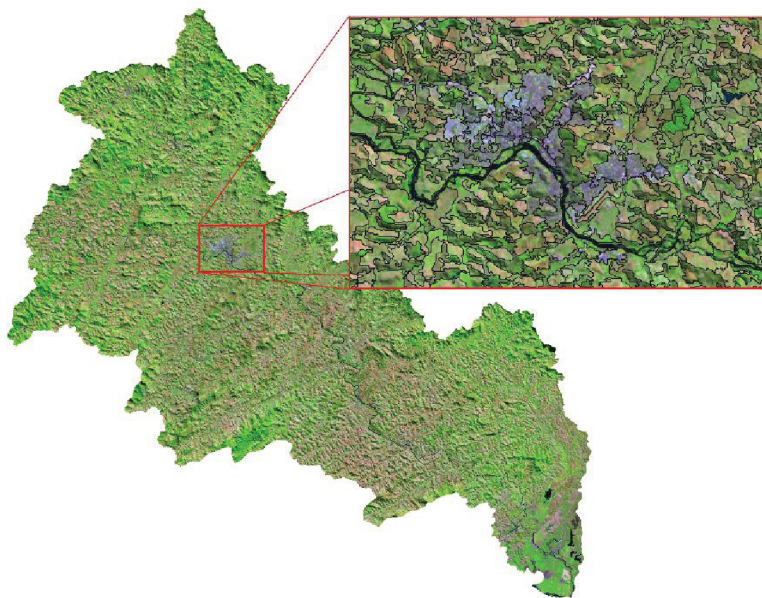
A composição em falsa cor utilizada consistiu em atribuir a banda referente à região do vermelho ao canal do azul, infravermelho próximo ao canal vermelho e infravermelho médio ao canal do verde. Essa composição foi utilizada visando a uma melhor diferenciação entre as classes que representam a cobertura vegetal. De forma geral, as regiões de pastagem ganham tons de magenta, e as matas ciliares, tons de verde claro.

Para a produção do mapeamento de uso e cobertura da terra, foi realizado o processo de classificação no software SPRING. A intenção de se classificar uma imagem de satélite é a produção de mapas temáticos, em que cada pixel será correspondente à feição do mundo real (MOREIRA, 2011). Dentre as opções de classificadores presentes no SPRING, foi escolhido o classificador Bhattacharyya.

O Classificador Bhattacharyya utiliza amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para as classes apontadas no treinamento. Em seguida, avalia, para cada região, a distância de Bhattacharyya entre as classes (MOREIRA, 2012, p.247).

O classificador escolhido pode ser definido como um classificador supervisionado por regiões. Esses classificadores buscam simular o comportamento de um fotointérprete, identificando e rotulando regiões (polígonos) que possuem uma similaridade na resposta espectral dos alvos contidos nelas (MOREIRA, 2011). Esses classificadores necessitam de amostras de pixels selecionadas pelo intérprete.

Figura 4. Polígonos gerados pela segmentação



Fonte: Silva e Reis (2019)

As amostras de pixels utilizadas são criadas a partir do processo de segmentação da imagem (Figura 4), a qual permite a divisão da imagem em regiões espectralmente homogêneas (FLORENZANO, 2013). As segmentações são realizadas a partir de parâmetros estabelecidos



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

.....

pelo usuário com base em dois limiares: o limiar de similaridade define o valor mínimo no qual duas classes podem ser consideradas similares, o limiar de área corresponde ao número mínimo de pixels necessários para que uma área possa ser individualizada, dando origem a um polígono (MOREIRA, 2013). Os parâmetros utilizados estão descritos na Tabela 3.

*Tabela 3. Parâmetros utilizados para a segmentação*

Ano da imagem	Área	Similaridade
1988	30	90
2001	30	90
2010	50	120
2018	30	90

Fonte: Silva e Reis (2019)

A definição das classes de uso e cobertura foram propostas a partir de um levantamento bibliográfico prévio sobre a região da Bacia do Muriaé em conjunto com o Manual Técnico de Uso da Terra. As classes propostas foram: corpos hídricos, manejo, agricultura, área urbana, pastagem e mata secundária. Por intermédio delas, buscou-se representar as principais características socioambientais da região da bacia em um grau de generalização cartográfica apropriada à escala geográfica do estudo.

Com as classes de mapeamento definidas, foi realizada a coleta de amostras necessárias ao processo de classificação. De forma a sistematizar o processo, foi elaborada uma chave de classificação (Quadro 2) estabelecida a partir de elementos de fotointerpretação. A fotointerpretação permite a distinção dos objetos com base em parâmetros contidos nas imagens, como textura, formato, tonalidade, rugosidade, entre outros.



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Quadro 2. Chave de classificação

<b>HDR</b>	Incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais, corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais de água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica), além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías.	
<b>URB</b>	Como situação urbana foram consideradas as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas (conforme classificação do IBGE). Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas.	
<b>PST</b>	Área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nessas áreas, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros.	
<b>MSC</b>	Áreas de concentração de diferentes tipos de espécies de plantas em distintos estágios de formação. Compreendido por apresentar uma textura caracteristicamente rugosa.	
<b>AGR</b>	Localização das lavouras temporárias e permanentes, pastagens naturais e plantadas, das matas e florestas, naturais e plantadas. Esta análise tem sido feita a partir da superposição dos vetores dos setores censitários sobre a imagem, o que possibilita estabelecer com relativa precisão as atividades predominantes em cada padrão homogêneo.	
<b>MNJ</b>	Manejo de culturas agrícolas temporárias e permanentes. Apresentam-se entre os estágios de plantio e cultivo. São áreas que apresentam o preparo do solo para o eventual cultivo.	

Fonte: Silva e Reis (2019)

Com a coleta de amostras, concluiu-se o processo de classificação das imagens. O resultado gerado foi exportado para o software QGIS, em que foi produzido o *layout* final dos mapas de uso e ocupação das terras.

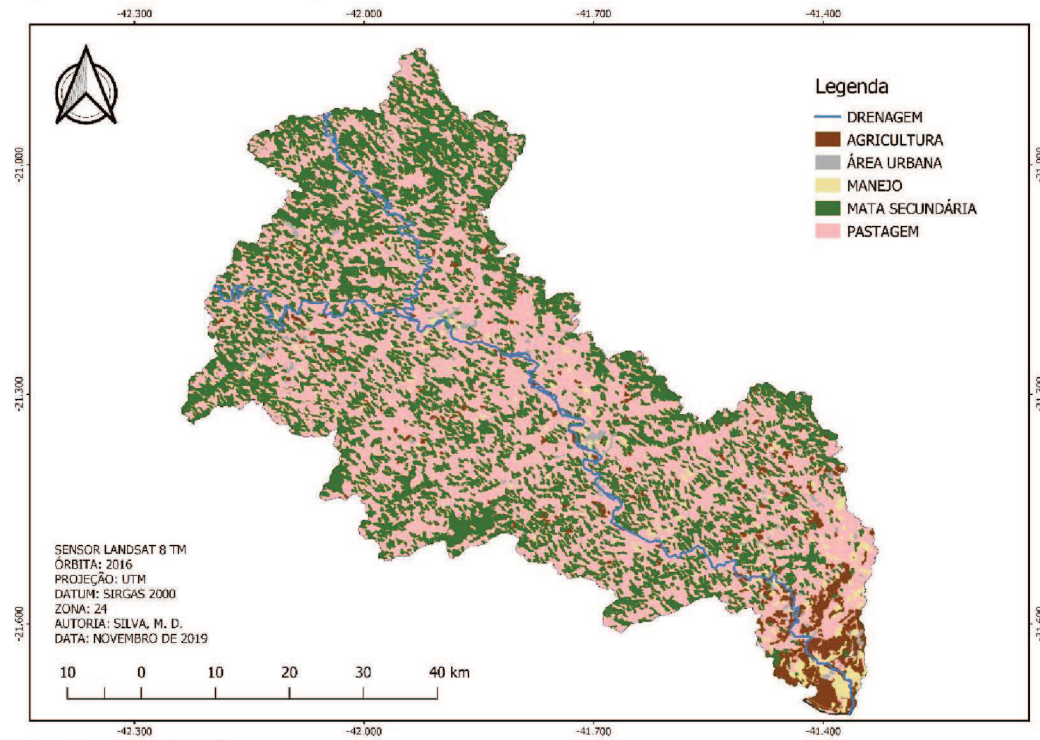
### 3 Resultados

Como resultado do processo de classificações, foram gerados dados matriciais e vetoriais acerca do uso e coberturas da terra na área da bacia hidrográfica do rio Muriaé. A partir dos dados gerados, foram confeccionados produtos cartográficos, tabelas e gráficos sobre a abrangência de cada classe de interesse. De forma geral, o mapeamento apresentou um bom grau de precisão, ocorrendo apenas algumas confusões entre as classes de pastagem e manejo, visto que são alvos que possuem uma resolução espacial próxima e podem estar espacialmente próximas.

Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

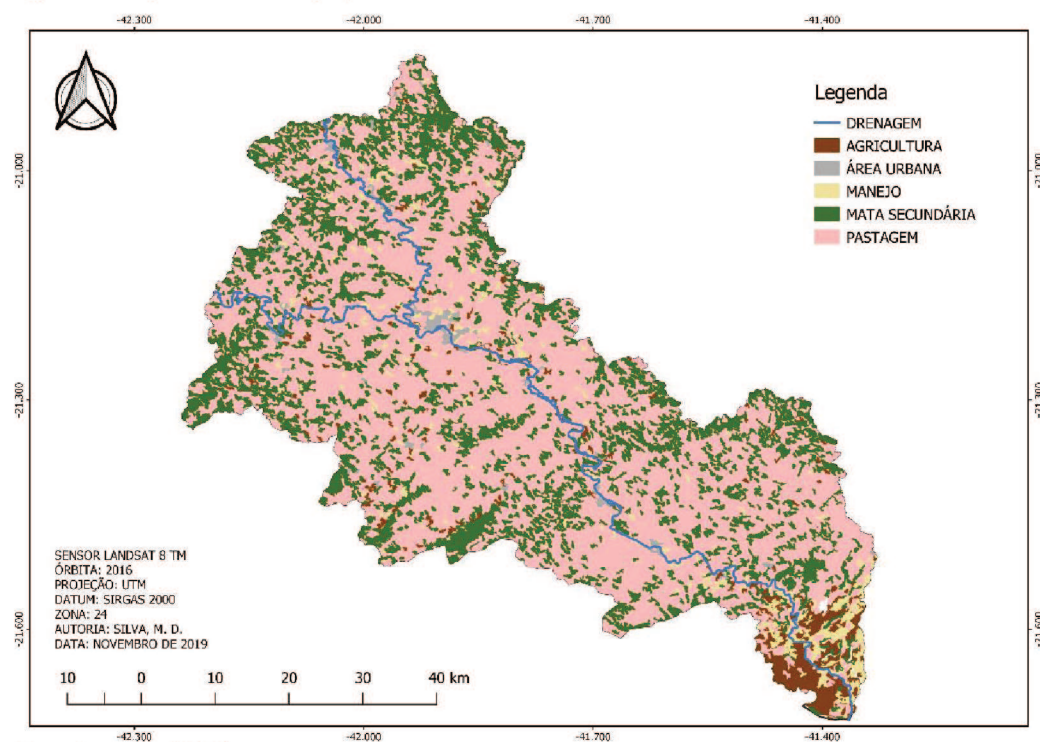
Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Figura 5. Mapa de uso e ocupação das terras 1988



Fonte: Os autores (2019)

Figura 6. Mapa de uso e ocupação das terras 2001



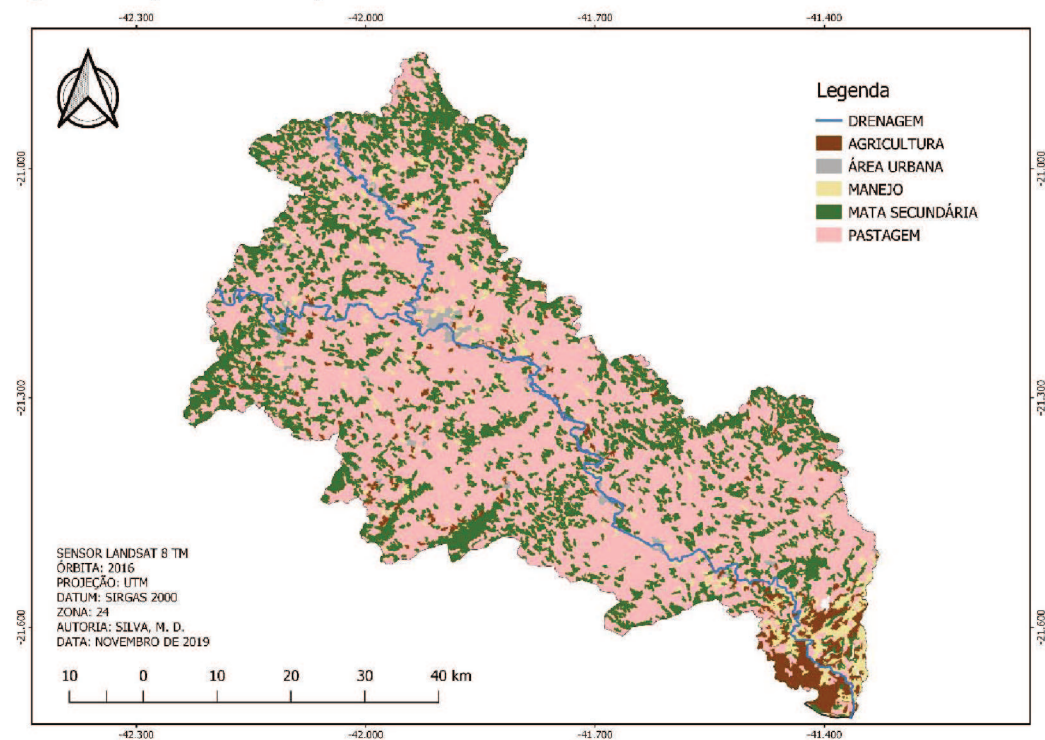
Fonte: Os autores (2019)



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

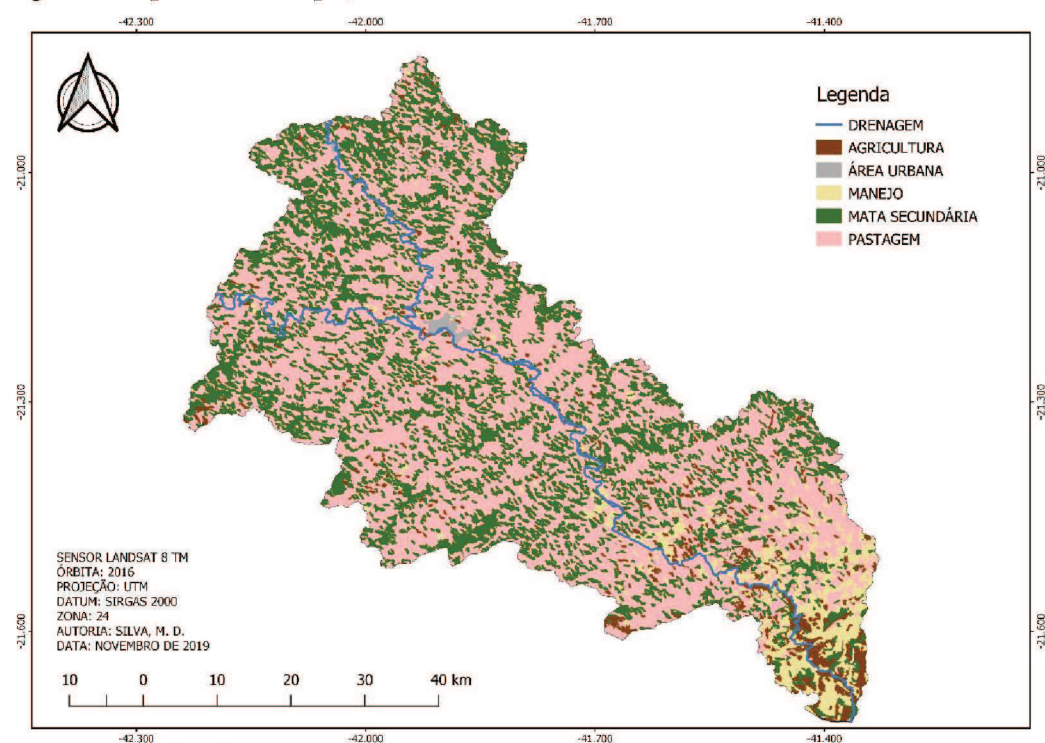
Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Figura 7. Mapa de uso e ocupação das terras 2010



Fonte: Os autores (2019)

Figura 8. Mapa de uso e ocupação das terras 2018



Fonte: Os autores (2019)





Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

Tabela 4. Percentuais quantitativos das classes

Classes (%)	1988	2001	2010	2018
Área urbana	0,74	0,91	1,17	2,14
Corpos hídricos	0,70	1,98	0,75	0,87
Agricultura	3,30	3,44	3,92	5,42
Manejo	1,56	5,81	2,14	1,12
Pastagem	66,70	67,99	72,35	66,04
Mata secundária	27,00	19,64	17,69	24,41

Fonte: Silva e Reis (2019)

Diante dos resultados obtidos, apresentados na Tabela 4 e Figura 6, é possível observar que as classes tiveram mudanças pouco evidentes dentro do recorte temporal estabelecido para o estudo, apresentando variações não muito demarcadas. No entanto, umas das classes que obteve um aumento em relação aos anos anteriores foi a área urbana, de 0,74%, em 1988, para 2,14%, em 2018. Esse aumento foi contíguo às áreas já preexistentes de urbanização; sendo assim, ocorreu um aumento claro nas bordas dos centros urbanos. Em decorrência da escala de abordagem, foram mapeados apenas os centros administrativos dos municípios.

O crescimento urbano registrado aumenta ainda mais a pressão exercida sobre o rio Muriaé, tendo em vista que o processo de urbanização característico da região ocorre nas regiões de margem. Como resultado desse processo, o lançamento de efluentes sanitários, a retirada da mata ciliar e o aumento na intensidade dos eventos de inundações tornam-se problemas socioambientais característicos nas áreas urbanas presentes na bacia. A diminuição da mata ciliar acelera os processos erosivos nas encostas do rio Muriaé, acarretando um processo de assoreamento que pode aumentar a frequência e a intensidade dos eventos de enchentes e inundações na região.

Em relação à classe de Mata Secundária, tem-se o seu número mais expressivo no ano de 1988, com 27% de toda a bacia. O ano que apresenta a sua menor presença é 2010, com cerca de 18% de Mata Secundária. A classe apresenta uma diminuição de 10% entre os anos de 1988 e 2010; tal fenômeno tem ligação direta com a principal atividade econômica desenvolvida na região: a pecuária leiteira. Grande parte das áreas de mata secundárias foram substituídas por pastagem, formando assim um grande mosaico de fragmentos florestais na região, localizados principalmente nos topos de morros e regiões de topografia escarpada, ou seja, locais com baixo aproveitamento para a pecuária.

Entre os anos de 2010 e 2018, foi observado um aumento de 10% nas áreas florestadas, assim como um decréscimo de 6% nas áreas de pastagem; esse fenômeno está ligado diretamente ao declínio da pecuária na região e ao conseqüente abandono de regiões de pastagem. Os pastos abandonados tornam-se propícios à ação regenerativa, retomando aos poucos a morfologia da vegetação natural. As áreas onde ocorrem este fenômeno estão localizadas sobretudo em regiões de topografia mais irregular.

A classe de pastagem é a mais representativa na área da bacia, recobrando um total de 66% da área no ano de 2018, tendo seu pico em 2010, quando representava 72,35% de toda área, devido à atividade pecuária na região, principalmente na parcela mais plana do território, mais propícia ao



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

desenvolvimento da atividade. Na imagem do ano de 2018, ao longo de todo rio Muriaé, poucos são os trechos em que as margens não estavam ocupadas por áreas de pastagem, o que acelera ainda mais o processo de erosão e assoreamento. A presença expressiva da pastagem na região também desencadeia processos de formação de voçorocas e ravinas em vertentes, sendo possível também observar cicatrizes de movimentos de massa pretéritos.

O aumento da urbanização pode ser um dos indícios que fomentaram o aumento da agricultura, diante da necessidade da produção alimentícia para o próprio uso da população que ali se estabelece. No entanto, os resultados apresentados em relação à agricultura somados à área de manejo demonstram uma diminuição pouco expressiva, haja vista que em 2007 o rio Muriaé presenciou fortes chuvas que interferiram diretamente na agricultura regional.

As classes de Manejo e Agricultura podem ser analisadas de forma conjunta, visto que foram estipuladas para mapear as atividades agrícolas da região. Devido à escala de mapeamento proposta e a consequente generalização cartográfica, foram mapeados apenas os talhões com uma grande área. De forma geral, a classe de Agricultura apresenta um crescimento constante entre os anos analisados, indo de 3,30% em 1988 para 5,42% em 2018, enquanto a classe de manejo apresenta um crescimento entre os anos de 1988 e 2001 e um decréscimo até o ano 2018.

As áreas de agricultura mapeadas concentram-se principalmente entre os municípios de Campos dos Goytacazes e Cardoso Moreira. A cultura predominante na região é a de cana-de-açúcar, destinada à produção de álcool e açúcar, principalmente na usina Sapucaia, que se localiza próxima ao cultivo. As áreas de manejo se localizam quase que exclusivamente adjacentes às áreas de cultivo de cana, sendo caracterizadas como áreas que estão sendo preparadas para o cultivo, ou onde ocorreu recentemente a colheita.

Vale ressaltar a presença de áreas queimadas em algumas imagens. Em decorrência da escala de abordagem para a produção dos produtos cartográficos, torna-se difícil analisá-las com mais rigor. Tais áreas foram associadas e classificadas como pertencentes à classe de manejo, devido à resposta próxima entre as duas classes e porque as queimadas ocorrem em regiões próximas a pastagens, permitindo a interpretação de que está ocorrendo a renovação das áreas de pastagem já existentes ou parte do processo de retirada da vegetação original para a abertura de novos pastos.

#### 4 Conclusões

Os expressos da “lei das águas” direcionam os ditames necessários para traçar meios para solucionar os problemas evidenciados na bacia hidrográfica, palco principal das ações dos diversos atores nela inseridos. Portanto, não se trata apenas de políticas públicas polarizadas, mas de um esforço coordenado.

A BHRM está, ainda, muito distante (refletindo um panorama brasileiro) dos objetivos e metas considerados ideais que visam conservar os recursos hídricos de maneira eficiente, objetivando a conservação dos mananciais e vegetações nela presentes.

O projeto permitiu analisar através do tempo as mudanças nos padrões dentro da bacia, tendo-a como meio de análise nas quais coexistem com os demais atores que nela se relacionam



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

dentro do sistema. Portanto, a bacia necessita de atenção e implementação de políticas que façam valer os preceitos básicos da administração pública na qual se tem a eficiência como ditame.

O sensoriamento remoto mostrou-se bastante eficaz nas análises da distribuição das classes, apresentando uma potencialidade nos estudos da bacia hidrográfica e suas análises. No entanto, é necessário estabelecer métodos claros para sua efetividade, já que a bacia apresenta uma debilitação que por vezes não atende aos limites administrativos dos municípios.

Apesar da escala de abordagem ser média, não foi possível analisar com detalhes a diferenciação dos padrões das vegetações de mata secundária e mata ciliar. Ademais, a utilização de imagens de distintos sensores (LANDSAT 5, 7 e 8) apresenta diferenças nos grupos de pixel, visto que o sensor do LANDSAT 7 apresenta imagens de 8 bits, enquanto o LANDSAT 8 apresenta imagens de 16 bits. Foi necessário fazer a reamostragem das imagens de 16 bits para 8 bits para tornar a classificação e a comparação mais próximas do ideal.

### Referências

AMORIM, R; HENRIQUE REIS, C; FERREIRA, C. Geosystems and anthropogenic systems' mapping as a subsidy to the study of areas prone to flooding and overflow in the lower course of the Muriaé river basin (Rio de Janeiro, Brazil). *Territorium*, 2017.

ANDRÉ, R. G. B. *et al.* Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, p. 501-509, 2008.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico, *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, n. 13, p. 1-27, 1971.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. *Maringá: Massoni*, p. 332, 2007.

BRITES, R. S. *et al.* *Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto*. 2012. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em: 19 abr. 2017.

EMBRAPA. *Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/855428/diagnostico-do-meio-fisico-da-bacia-hidrografica-do-rio-muriae>. Acesso em: 18 jun. 2019.

IBGE. *Produção Agrícola Municipal 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. *Produção Agrícola Municipal 2018*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres*. 2. ed. São José dos Campos, SP: Parêntese Editora, 2009. 598p.



Evolução do uso e ocupação das terras do baixo curso da bacia do rio Muriaé entre os anos 1988-2018

Diego Moreira Silva, Cláudio Henrique Reis, Guilherme Ignácio Reis

.....

JÚNIOR, C. B.; BARBASSA, A. P. *Geoprocessamento e Recursos Hídricos: Aplicações práticas*. São Carlos, SP: Edufscar, 2014. p. 18.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Ambientais, 1989. p. 265-274.

PRADO, R. B. *et al. Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Muriaé*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2005.

SANTOS, R. F. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. *Biogeografia*, São Paulo, n. 14, p. 1-24, 1978.

XAVIER, M. C. A.; PAIVA, C. M.; ALVES, G. S. Classificação e índice de mudança climática em Itaperuna, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 1998, Brasília. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.v. 1.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. *Rev. Adm. Púb.*, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.