



## EVOLUÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAUNILHA

---

Leonardo Cassani Lacerda<sup>1</sup>, Milena Scaramussa Pastro<sup>2</sup>, Kaio Allan Cruz Gasparini<sup>3</sup>, Mariana Duarte Silva Fonseca<sup>4</sup>, Alexandre Rosa dos Santos<sup>5</sup>

1. Engenheiro Florestal, CCA/UFES, Mestrando em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro ES, Brasil. (leocassani@hotmail.com)
2. Engenheira Florestal, UFRRJ, Mestranda em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro ES, Brasil.
3. Engenheiros Florestais, UFRRJ, Mestrando em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro ES, Brasil.
4. Engenheira Florestal, UFRB, Mestrando em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro ES, Brasil.
5. Docente do Departamento de Engenharia Rural da UFES, Centro de Ciências Agrárias, Alegre ES, Brasil.

---

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

---

### RESUMO

A avaliação da variação temporal da vegetação tem sido objeto de interesse para observação da dinâmica dos fragmentos e da cobertura florestal uma vez que estas influenciam na tomada de decisões de um plano de manejo de uma bacia hidrográfica. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a evolução da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Baunilha entre os períodos de 2000 a 2010. Para tanto se delimitou a bacia e obtiveram-se as imagens do satélite Landsat 5 – TM para as duas épocas referidas, as quais foram submetidas a um tratamento antes de seguirem para a classificação das imagens. Os resultados demonstraram que de 2000 a 2010 houve um aumento na cobertura florestal de 8,47% que pode estar diretamente relacionado ao aumento do número de plantios florestais na região. A utilização de ferramentas geotecnológicas proporcionou uma avaliação precisa e adequada ao problema abordado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fragmentação florestal; sensoriamento remoto; análise ambiental.

### EVOLUTION OF FOREST FRAGMENTS BASIN RIVER HYDROGRAPHIC BAUNILHA

#### ABSTRACT

The assessment of the temporal variation of the vegetation has been of interest for observing the dynamics of the fragments and the forest cover since these influence

the decisions of a management plan for a watershed. In this context, the aim of this study was to evaluate the evolution of forest cover in the watershed of the river Baunilha between the periods 2000 to 2010. For that delimited the basin and obtained the images from Landsat 5 satellite - TM for the two periods mentioned, which were subjected to a treatment before going for the classification of images. The results showed that from 2000 to 2010 there was an increase in forest cover of 8.47% which can be directly related to the increase in the number of forest plantations in the region. The use of geotecnologic's tools provided an accurate assessment and appropriate to the problem addressed.

**KEYWORDS:** Forest fragmentation; remote sensing; environmental analysis.

## INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal exerce múltiplos efeitos sobre a biota, podendo alterar a diversidade e a composição das comunidades nos fragmentos e mudar processos ecológicos como a polinização, a ciclagem de nutrientes e o estoque de carbono. As mudanças ecológicas que ocorrem em função do isolamento são em geral proporcionais ao tamanho do fragmento. Consequentemente, fragmentos pequenos tendem a ter menos espécies como um todo (menor riqueza de espécies) e menor densidade de espécies por unidade de área do que fragmentos grandes (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009).

O rio Baunilha fica localizado no município de Colatina, ES. Na época da colonização brasileira a região onde se localiza o rio era inteiramente coberta pela vegetação nativa da Mata Atlântica, todavia, esta foi gradativamente sendo substituída por povoamentos, pastoreio e agricultura (DALAPICOLA, 2005). No início do século XX, a chegada dos imigrantes italianos e alemães levaram a intensificação da agricultura e pecuária, contribuindo para que Colatina se destacasse na produção do café no Norte do estado. A instalação da estrada de ferro que ligava o Espírito Santo a Minas Gerais trouxe crescimento econômico à região acompanhado do desenvolvimento urbano. A extração de madeira também contribuiu para o aumento da pressão sobre os recursos naturais, sobretudo na vegetação nativa.

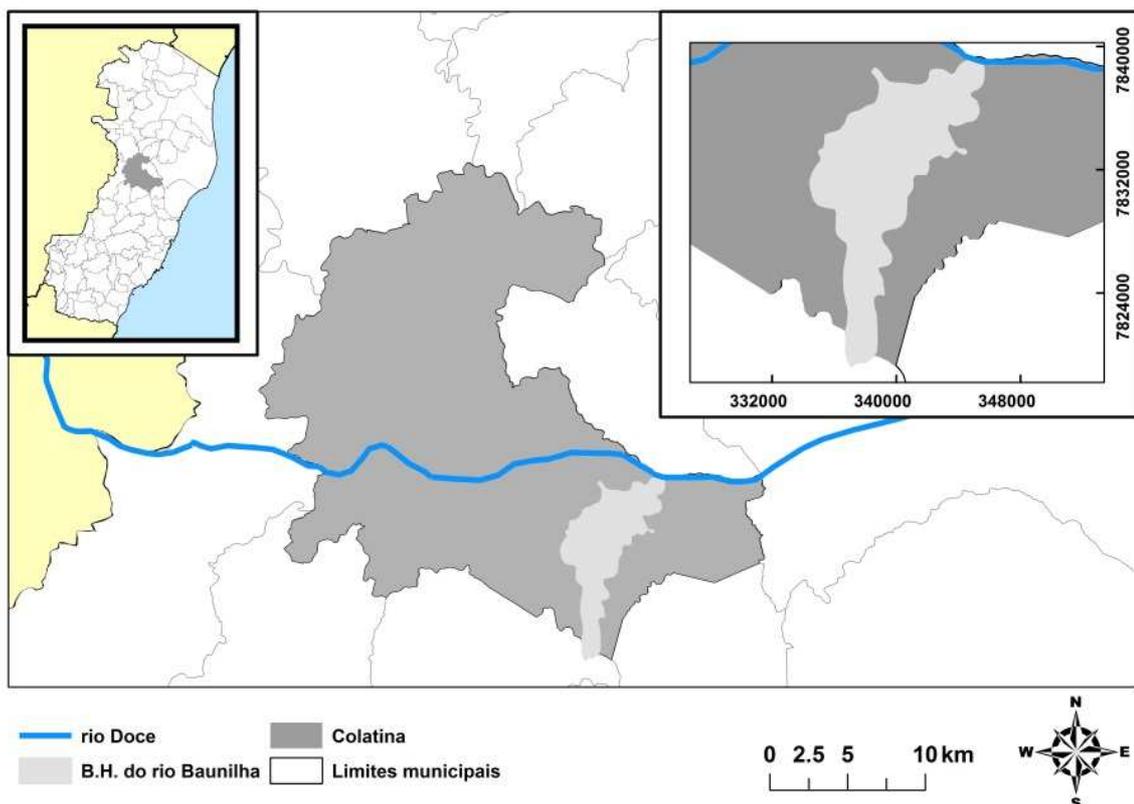
As ações do passado refletem um cenário de grande susceptibilidade à erosão. A área onde o rio Baunilha está inserido, é amplamente utilizada para agricultura irrigada, e por conta disso já se detecta conflitos de uso da água em determinadas épocas do ano (CONSÓRCIO ECOLAN – LUME, 2010). É prudente destacar, que a região em questão possui uma relevante importância ambiental, uma vez que, no município em que o rio se encontra, há a presença de manchas de aquíferos porosos.

Neste contexto, o monitoramento da modificação da paisagem se torna uma ferramenta de análise para o entendimento da evolução da mesma, bem como certas tendências futuras (SANTOS et al., 1981). Para o registro dessas informações, o uso de imagens de satélites e a utilização de *softwares* de geoprocessamento, tem se mostrado eficazes para observação da oferecendo subsídios capazes de identificar e mensurar conflitos de usos da terra (NASCIMENTO, 2005).

Sendo a região de grande importância para a economia local, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Baunilha, nos períodos de 2000 a 2010, quantificando a evolução da fragmentação dentro da bacia. De modo que a confecção de mapas temáticos proporcione uma melhor visualização da evolução das áreas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Baunilha. A bacia tem exutório no rio Doce, no qual desempenha grande papel no desenvolvimento dessa região e de parte do estado de Minas Gerais (Figura 1). O solo na área de abrangência da bacia do Rio Baunilha é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, com presença de rochas ornamentais. Quanto a vegetação encontram-se na área floresta secundária inicial, floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual, refúgios vegetacionais, contudo, observa-se também que o uso do solo passa por um sistema antropizado com suscetibilidade erosiva de forte a média (CONSÓRCIO ECOLAN – LUME, 2010).



**Figura 1:** Localização da bacia hidrográfica do rio Baunilha no município de Colatina-ES.

**Etapa 01.** Delimitação da Bacia hidrográfica.

Esta delimitação foi realizada por meio da aplicação de técnicas de fotointerpretação para digitalização dos divisores topográficos, utilizando o aplicativo computacional *ArcGIS 10.1*; utilizou-se a carta topográfica digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) SE-24-Y-C-VI e SE-24-Y-D-IV, obtida pelo GEOBASES, que inclui as curvas de nível de 50 m em 50 m, e a rede hidrográfica. Como apoio na delimitação manual e para verificar o terreno da região, foram utilizadas as ortofotos disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA) do estado do Espírito Santo.

## **Etapa 02.** Obtenção das Imagens

As imagens utilizadas nesse estudo foram provenientes do satélite *LANDSAT 5 – TM*, cena 216/74, e adquiridas por meio do *site* da Agência Espacial Americana (NASA) em parceria com o Serviço Geológico Americano (USGS, 2013). Foram utilizadas duas épocas de passagem do satélite uma em 07/08/2000 a outra em 31/05/2010.

O registro das imagens *LANDSAT 5 – TM*, referentes à série temporal do estudo, foi realizado com base no mosaico ortorretificado *GeoCoover 2000* da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponível no endereço eletrônico <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl> (NASA, 2013). Para o registro das imagens, os pontos de controle foram adquiridos na imagem *MrSID* ortorretificada, por meio da técnica *map to map*. O registro foi obtido com erro médio quadrado (RMS), menor que 0,5 pixels, no qual equivale a 15 metros, sendo aceitável para este tipo de estudo (Dai e Khorram, 1998). Posteriormente o registro das imagens foi realizado na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM-WGS 84) utilizando-se o método de amostragem dos pixels, denominando *Nearest Neighbor*, com polinômio de primeira ordem (CRÓSTA, 2002).

## **Etapa 03.** Tratamento das imagens.

Nesta etapa, utilizando o aplicativo computacional *ArcGIS versão 10.1*, foram adicionadas as bandas espectrais de cada época (2000 e 2010). Foi delimitado, em estado de edição vetorial, um retângulo representativo da área de interesse e área vizinha. Sobre as imagens delimitadas, aplicou-se a correção dos níveis digitais para níveis de refletância, pois a presença de pixels espúrios nas imagens, causado por efeitos atmosféricos, como poeiras, aerossóis e partículas suspensas entre o sensor e a superfície de captura resultam em valores digitais não equivalentes aos diversos alvos presentes na imagem.

Para anular os efeitos atmosféricos, resultando em imagens com ND corrigidos, foi utilizada a técnica de subtração dos pixels escuros ou *Dark Object Subtraction* (DOS) proposto por Chavez (1988).

Os valores dos níveis digitais contidos nas imagens *LANDSAT 5 – TM* foram convertidos para radiância e posteriormente transformados em reflectância. Os valores utilizados na conversão das imagens foram adquiridos por meio da calibração absoluta dos sensores *LANDSAT 5 – TM* após seu lançamento, sendo expressa por meio da equação proposta por Price (1987).

A partir das imagens corrigidas, foi realizada uma composição falsa-cor com as bandas 345, para realçar a vegetação, facilitando a etapa de fotointerpretação em

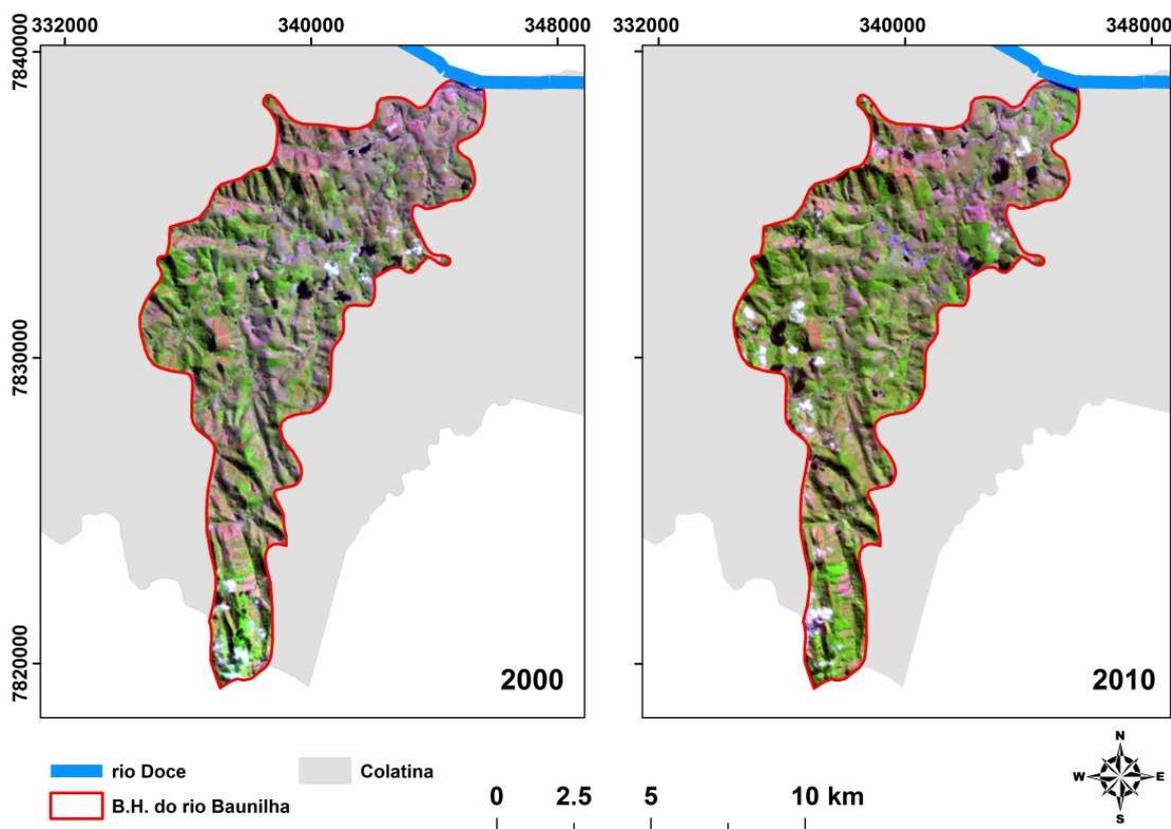
ela das amostras de treinamento. Com isso favorecendo de forma significativa uma posterior classificação supervisionada.

#### Etapa 04. Classificação das imagens

De posse das amostras de treinamento fotointerpretadas em tela, gerou-se um arquivo de assinatura espectral, utilizado para o processamento da classificação supervisionada pelo método da *máxima verossimilhança* onde o resultado foi um arquivo no formato matricial representando os fragmentos florestais. Posteriormente o arquivo matricial foi convertido para o formato vetorial (\*.shp), onde foi calculada a área total de fragmentos florestais para as duas épocas de estudo.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura abaixo (Figura 2) é apresentada a bacia hidrográfica do rio Baunilha em composição falsa cor (RGB-543) para as duas épocas de estudo, onde as partes rosadas representam áreas de solo exposto e as áreas em verde representam a vegetação. Em alguns pontos nota-se manchas brancas que são as nuvens e essas causam sombras representada pelas áreas escuras nas imagens.



**Figura 2:** Composição em falsa cor da bacia do rio Baunilha.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se um aumento da área de cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Baunilha. Observou-se que no ano de 2000 a área possuía 21,83 km<sup>2</sup> de cobertura florestal o que equivale a 25,15% da

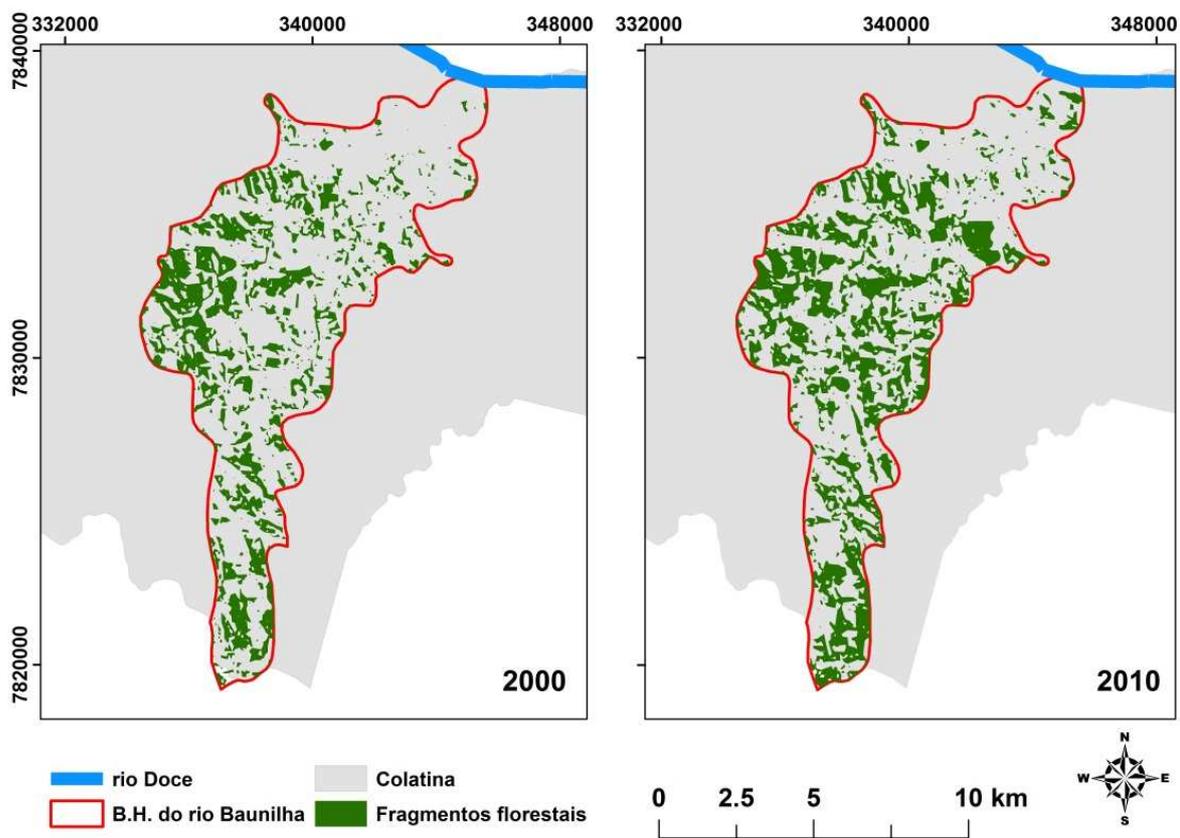
área total da bacia hidrográfica. Já no ano de 2010, a cobertura corresponde a 29,18 km<sup>2</sup> representando 33,62% da área total da bacia, tendo um acréscimo de 7,35 km<sup>2</sup> (8,47% em relação ao ano 2000), Tabela 1.

Tabela 1. Quantificação da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Baunilha em diferentes períodos.

Ano	Área de cobertura florestal (km <sup>2</sup> )	Área em Porcentagem (%)
2000	21.83	25.15
2010	29.18	33.62
Acréscimo	7.35	8.47

Eugênio et al. (2013) ao pesquisarem a evolução temporal da vegetação do rio Alegre, Espírito Santo, de 2002 a 2007 também observaram um aumento da área de cobertura florestal. Isso pode ser caracterizado por uma maior fiscalização e também pelo plantio de espécies florestais.

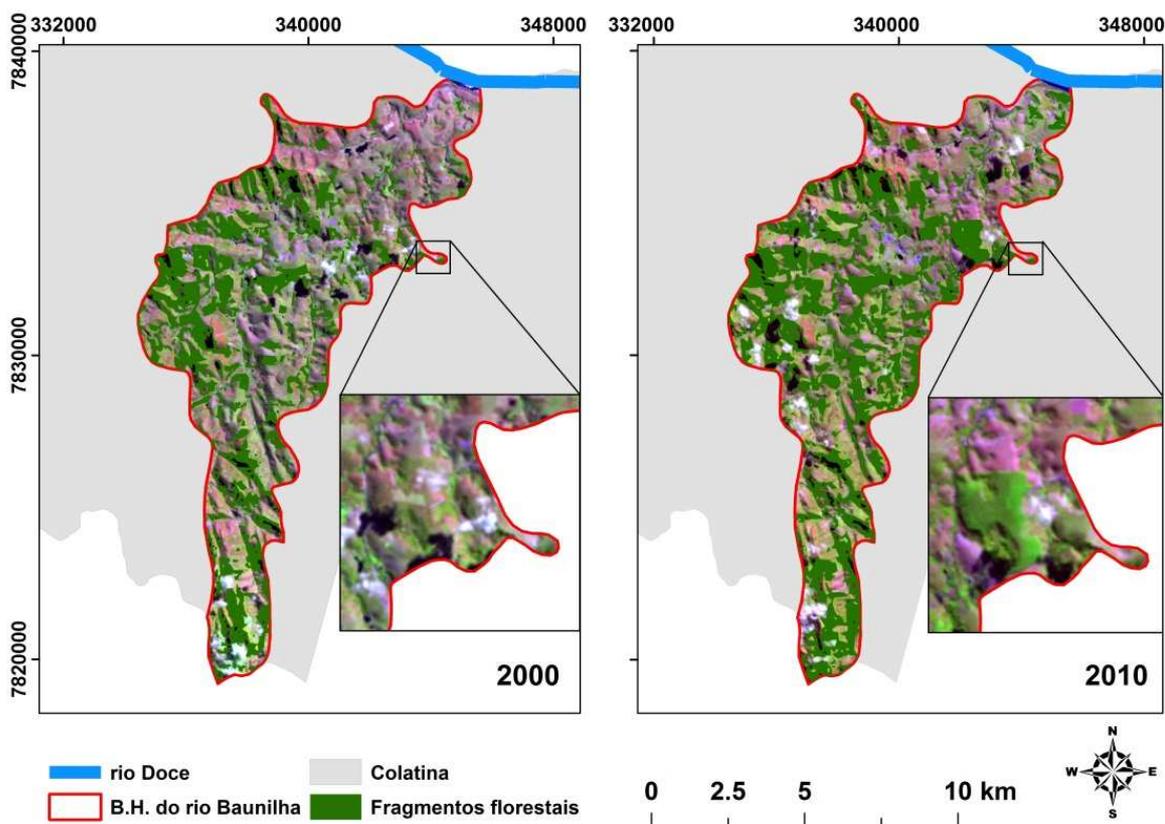
A Figura 3 destaca as áreas de fragmentação florestal na bacia em estudo. É notório que a segunda época de estudo, no caso o ano de 2010, possuía uma maior área de fragmentos florestais, corroborando o exposto na Tabela 1. De forma que se torna notória a visualização da evolução da fragmentação com o passar dos anos.



**Figura 3:** Evolução dos fragmentos florestais da bacia do rio Baunilha.

Retomando o processo de colonização da região até os dias mais recentes, observa-se um histórico de degradação e diminuição da cobertura florestal nativa.

No entanto a bacia hidrográfica do rio Baunilha apresenta aumento da cobertura vegetal. Esse aumento da área de vegetação pode ser explicado pelo aumento da área de plantios florestais, como o de eucalipto, pois a assinatura espectral é semelhante a da vegetação nativa, semelhantemente encontrado **no** (Santos et. al 2012) o município de Santa Maria de Jetibá no Espírito Santo. O método de classificação utilizado (máxima verossimilhança) considera a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento (INPE, 2008). Na Figura 4, na área em destaque, observa-se que no ano 2000 a vegetação presente era diferente e com menor expressão, enquanto que no ano de 2010, a vegetação possuía uma característica homogênea, comum a plantios de monocultura.



**Figura 4:** Comparação dos fragmentos florestais em duas épocas na bacia hidrográfica do rio Baunilha.

Coura (2007) expõe que a confusão espectral de certas classes de vegetação pode levar a uma diminuição da exatidão do mapeamento das feições e, embora haja semelhança espectral entre plantios florestais e fragmentos de florestas nativas, há características que os distingue. Plantios florestais apresentam cobertura mais homogênea e distribuição e formas regulares, indo de encontro com a irregularidade da vegetação nativa.

## CONCLUSÃO

O uso da geotecnologia proporcionou observar a evolução da paisagem na bacia hidrográfica do rio Baunilha mostrando um aumento dos fragmentos florestais. Com isso novas pesquisas relacionadas ao estado de conservação dos fragmentos florestais nativos são necessários para que haja implementações de planos de ação para a conservação dos recursos hídricos nesta bacia.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que:

- Com as classificações, foi possível fazer comparações, analisando e identificando, em cada período, a evolução dos incrementos de fragmentos de floresta nativa.
- Os processos de segmentação e classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat-TM, mostraram-se ser eficientes para mapeamentos na escala de proposta.
- Houve incremento de mata bastante expressivo, se comparado aos diferentes tempos.
- Entre os anos de 2000 e 2010, houve um incremento de 8,47% dos fragmentos florestais na área total da bacia.

## REFERÊNCIAS

CHAVES, J. P. S. Na improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**. v. 24, p. 459-479, 1988.

CONSÓRCIO ECOLAN – LUME. **Plano de ação de recursos hídricos da unidade de análise Santa Maria do Doce**. jun. 2010. Disponível em: <[http://www.riodoce.cbh.gov.br/\\_docs/planobacia/PARH/PARH\\_SM\\_Doce.pdf](http://www.riodoce.cbh.gov.br/_docs/planobacia/PARH/PARH_SM_Doce.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2013.

COURA, S. M. C. **Mapeamento de vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS**. 129 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2006.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 2002. 170 p.

DAI, X. L.; KHORRAM, S. The effect of image Misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. **IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 5, p. 1566-1577, 1998.

DALAPICOLA, T. Transformações no modo de vida de comunidades rurais da Região do Barra Seca, município de Colatina, Espírito Santo. In: Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 3., Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 2., **Anais...** Presidente Prudente: UNESP/USP, nov. 2005. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/grupos/nera/publicacoes/singa2005/Trabalhos/Artigos/Tiago%20Dalap%EDcola.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013.

EUGENIO, F. C. et al. Desflorestamento na bacia hidrográfica do rio alegre, Alegre, Espírito Santo, 1987-2007. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 4, p. 030-038, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Tutorial do SPRING**, 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

LAURANCECE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências Ecológicas da Fragmentação Florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, RJ. v. 3, n. 4, p. 434-451., 2009.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P; RIBEIRO, C. A. Á. S.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio alegre. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto., **Anais...** Goiânia: INPE, abril 2005, p. 2289-2296.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. 2013. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em: 20 maio 2013.

PRICE, J. C. Radiometric calibration of satellite sensors in the visible and near infrared: history and outlook, **Remote Sensing of Environment**, v. 22, p. 3-9, 1987.

SANTOS, A. P.; NOVO, E. M.; LOMBARDO, M. A. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações no Uso da terra. In: I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto., **Anais...** São José dos Campos, SP. 7: 172-175, 1981.

SANTOS, A. R.; ALMEIDA, H. C. J.; EUGÊNIO, F. C. Evolução da Cobertura Florestal no Município de Santa Maria de Jetibá – ES. **Floram - Floresta e Ambiente**. Seropédica, Rio de Janeiro. v. 19, n. 3, p. 296-307., 2012.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. 2013 Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 maio 2013.