

Uso de técnicas de geoprocessamento para identificação de Silvicultura na região do Médio Paraíba do Sul, RJ

Elisa Araujo Penna Caris¹
Eduardo Ribeiro Lacerda¹
Lidiane Cristine da Silva²
Diego Vicente Sperle da Silva¹
Carla Bernadete Madureira Cruz¹

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Departamento de Geografia
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais
Av. Athos da Silveira Ramos 274, Bloco I – Sala 010
CEP: 21941-611 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
elisacaris@yahoo.com.br; eduardolacerdageo@gmail.com; diegovsperle@gmail.com;
cmad@ufrj.br

² Universidade Federal Fluminense - UFF
Instituto de Geociências
Departamento de Geografia
Av. Milton Tavares de Souza, s/nº - Campus da Praia Vermelha - Boa Viagem
CEP: 24210-346 – Niterói – RJ, Brasil
lidiane.cristine@ymail.com

Abstract This work aimed to identify the areas of silviculture in the Mid Paraíba do Sul (RHIII) River basin, Rio de Janeiro state, based on geoprocessing techniques. Commercial plantations, usually with Eucalyptus spp, and reforestation areas were included as silviculture. For identification of these areas, we used the bands of the visible of WorldView 2 images with resolution of 2 m, RapidEye images with resolution of 5 m and Landsat images with resolution of 30 m. The purpose of the mapping was to meet a scale of 1: 25,000. Through visual interpretation and incorporation of vector data, we classified all silvicultural polygons with a minimum area of 1 hectare (ha), using the e-Cognition software. The total area of silviculture was 12,430 ha and represents 2% of the total area of the river basin. The municipality of Resende accounts for 38.74% of silvicultural area, followed by Paty do Alferes (10,17%) and Rio das Flores (9,59%). Because only the visible bands of the WorldView 2 images were available, the use of vector data was essential to identify the areas of silviculture, especially small reforestation patches that are easily confused with forest areas. Methodologies that include temporal data analysis are also important because the plantation dynamics.

Palavras-chave: geoprocessing, GEOBIA, silviculture, geoprocessamento, GEOBIA, silvicultura

1. Introdução

A silvicultura é uma atividade que vem se destacando, nos últimos anos, seja no âmbito nacional, como no âmbito internacional. Se em 2005 a área plantada no Brasil correspondia a 5,5 milhões de hectares, em 2012 essa área correspondia a 6,6 milhões de hectares (ABRAF 2013). Neste trabalho, silvicultura é entendida como uma forma de exploração e manejo da flora, destinada ao uso econômico, à preservação e à conservação dos recursos naturais renováveis, conforme Instrução Normativa nº 2 do MMA de 06 de maio de 2014. Encontram-se compreendidos nesta classe, portanto, os plantios comerciais de espécies arbóreas e/ou o reflorestamento.

O levantamento bibliográfico mostrou que as técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) vem sendo amplamente utilizadas em estudos de florestas implantadas. Souza et al (2007) apresentam uma revisão sobre o assunto e segundo os autores, o SR serve como ferramenta para atividades de monitoramento dos plantios assim como nos processos de tomada de decisão pelas empresas. Por exemplo, o levantamento do potencial dos recursos florestais demanda elevado fluxo de informações que são difíceis de alocar, interpretar e armazenar. Entretanto, as técnicas de SR e geoprocessamento podem se apresentar como alternativas, fornecendo subsídios para a sistematização destas informações.

Outro aspecto relevante são as técnicas utilizadas para diferenciar espectralmente os povoamentos de eucalipto e pinus. Os trabalhos apontam que através da banda do infravermelho é possível perceber mudanças nas características estruturais nas folhas das espécies permitindo o reconhecimento destes povoamentos por meio, inclusive, de imagens orbitais de média resolução (ver Alba et al 2015).

No Estado do Rio de Janeiro o trabalho de Amorim et al (2012) levantou, através de técnicas de geoprocessamento aliada ao trabalho de campo, a área destinada à produção florestal no Estado. O mapeamento compreendeu os anos de 2008 e 2009 com uma área mínima identificável de 4 hectares, sendo os plantios com área menor identificados no campo por meio de entrevista e observações *in situ*. Os autores identificaram 1.077 polígonos associados a silvicultura no Estado. A área encontrada corresponde a 0,42% do território fluminense (18.426,96 ha), sendo a região do Médio Paraíba responsável por 46,6% da área plantada. Além de eucalipto e pinus, foram identificadas outras 10 espécies vegetais, entre elas o cedro australiano, cedrinho e guapuruvu, por exemplo

Este trabalho teve como objetivo identificar as áreas de silvicultura na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RHIII) e foi desenvolvido no âmbito do **Projeto de Mapeamento da Cobertura da Terra e de Detecção de Mudanças na Cobertura Florestal do Estado do Rio de Janeiro** da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA-RJ) em parceria com o Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais (ESPAÇO/UFRJ), que teve como um dos seus objetivos a geração de uma mapa de cobertura da Terra em escala 1:25.000, de cerca de 45% do Estado, a partir de imagens WorldView-2.

2. Metodologia

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende a RHIII – Médio Paraíba do Sul. A região do Médio Paraíba do Sul (Figura 1) é a terceira das nove regiões hidrográficas (RHs) do Estado do Rio de Janeiro e compreende 19 municípios e uma área de 6.429 km². As principais bacias hidrográficas são a do rio Preto e o curso médio superior do rio Paraíba do Sul.

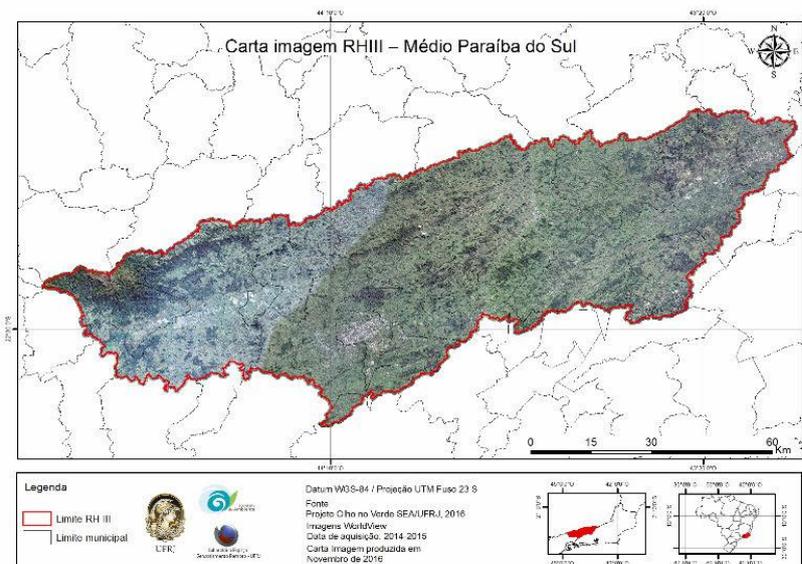


Figura 1: Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, área de estudo do presente trabalho.

Com relação a cobertura vegetal, a RHIII está inserida no contexto da Mata Atlântica e apresenta remanescentes de floresta ombrófila, concentrados nas áreas de relevo mais acidentado, além dos campos de altitude do Parque Nacional de Itatiaia. Por outro lado, nas áreas de planície as florestas são raras e fragmentadas, predominando na paisagem as pastagens. A presença de serras escarpadas é uma característica da RH mas em geral, a paisagem que predomina é de morros e colinas (INEA 2014). Em termos de ocupação urbana destacam-se as cidades de Volta Redonda e Resende, com destaque para o parque industrial da Companhia Siderúrgica Nacional.

2.2. Métodos

Como apresentado anteriormente, a identificação das áreas de silvicultura foi realizada no âmbito de um projeto maior que gerou um mapa de cobertura da Terra em escala 1:25.000 com uma legenda de oito classes, sendo três denominadas antrópicas (Áreas não Agrícolas, Áreas Agrícolas e Silvicultura) e cinco denominadas naturais (Áreas Florestadas, Áreas não Florestadas, Restingas, Manguezais e Corpos d' Água). Para identificação destas classes foram disponibilizadas imagens da banda do visível derivadas do sensor WorldView 2 ano base 2014±1 (com variação preferencial para 2013 e 2015), com resolução espacial reamostrada para 2 metros. Para mais detalhes do processamento digital dessas imagens ver Cruz et al (no prelo).

Como as imagens WorldView 2 não contavam com a banda do infravermelho próximo, foram adicionadas ao projeto imagens derivadas de outros sensores orbitais como imagens RapidEye (ano base 2014±1) e Landsat (ano base 2008 e 2014) com respectivamente 5 e 30m de resolução espacial.

Tanto os processos de segmentação como o de classificação foram realizados através do software eCognition 9.1 Para o processo de segmentação foi escolhido o algoritmo *Multi-resolution segmentation*, presente no *software* eCognition. Em função da escala do mapeamento, foi necessário que os parâmetros de segmentação fossem estabelecidos visando uma melhor delimitação de objetos superiores a 1 ha. Para isso, o parâmetro de escala 20 foi adotado como padrão para todas as imagens WorldView 2. Além disso, parâmetros de forma e compacidade foram igualmente estabelecidos e padronizados. Para o parâmetro de forma foi usado valor igual a 0,1 e para o de compacidade optou-se pelo valor da média da banda do

infravermelho próximo do sensor RapidEye (Figura 2). A escolha do parâmetro de escala se deu em função de garantir um melhor contorno do objeto.

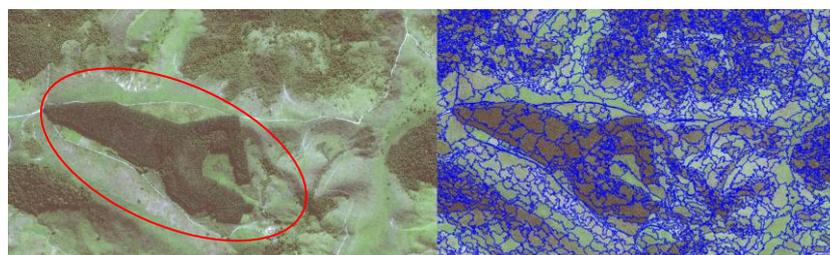


Figura 2: Imagem Worldview 2 após processo de segmentação, com detalhe para área de silvicultura.

Entretanto, a detecção e delimitação de áreas de silvicultura teve algumas particularidades em relação a outros tipos de uso do solo. A inexistência das bandas do infravermelho nas imagens WorldView 2 não permitiu diferenciar espectralmente as áreas de silvicultura das áreas florestais através da utilização de índices de vegetação como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index), LAI (Leaf Area Index) e o SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index).

Desta forma, o uso de dados vetoriais como referência foi fundamental para a interpretação das áreas de silvicultura, principalmente se considerarmos que: (1) as áreas de reflorestamento que não possuem manejo são, muitas vezes, facilmente confundidas com áreas florestais (Figura 3); (2) áreas de silvicultura em fase inicial podem ser confundidas com outros tipos de cultura; (3) a identificação das áreas de silvicultura incluem não apenas aquelas onde se identifica a espécie arbórea manejada, mas também devem ser incluídas as áreas de solo exposto em função de corte recente de parte da plantação mas que pertencem ainda, à mesma plantação (Figura 3). Sendo assim, foi preciso buscar alternativas para conseguir uma melhor caracterização deste tipo de paisagem.

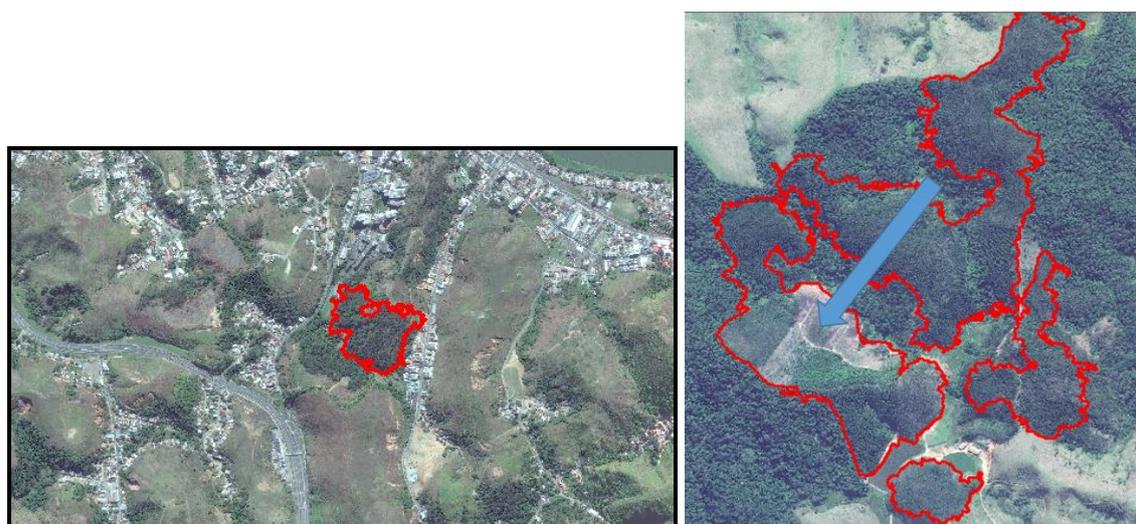


Figura 3: Área de reflorestamento facilmente confundida com área florestal e solo exposto que também deve ser considerado silvicultura.

Após a etapa de segmentação, adicionou-se ao projeto os dados vetoriais extraídos do trabalho de Amorim et al (2012) e da vetorização das áreas de silvicultura no *software* ArcGis 10.3. O fluxograma de atividades está apresentado na Figura 4.

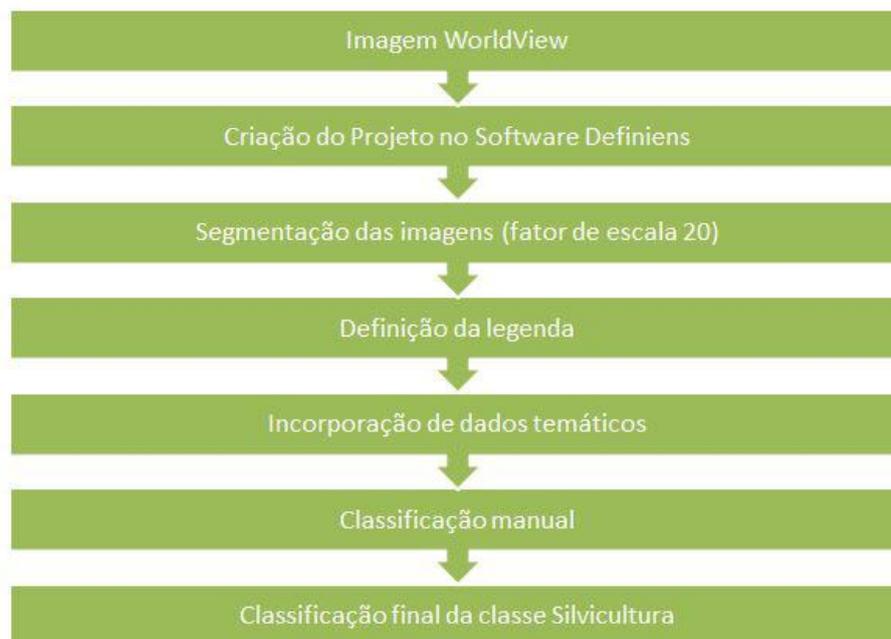


Figura 4: Fluxograma de atividades realizado para identificação das áreas de silvicultura na RHIII.

Além das etapas realizadas em gabinete, foram efetuadas idas a campo na área de estudo para tirar eventuais dúvidas quanto ao tipo de cobertura encontrada.

3. Resultados e Discussão

O resultado da classificação das áreas de silvicultura da RHII está apresentado na Figura 6. O total da área ocupada pela silvicultura foi de 12.430 ha. Este valor representa apenas 2% da área da RHIII. Foram incluídos tanto os plantios comerciais como as áreas de reflorestamento. Apesar da distinção das espécies utilizadas para plantios e reflorestamento não ter sido objetivo deste trabalho, pode-se perceber através dos trabalhos de campo realizados e mesmo da análise dos dados espectrais que a principal espécie encontrada é *Eucalyptus ssp.* Segundo Amorim et al (2012) o eucalipto está presente em 98% das áreas de reflorestamento do Estado e as demais espécies tem representação de menos de 1%, em termos de área plantada.

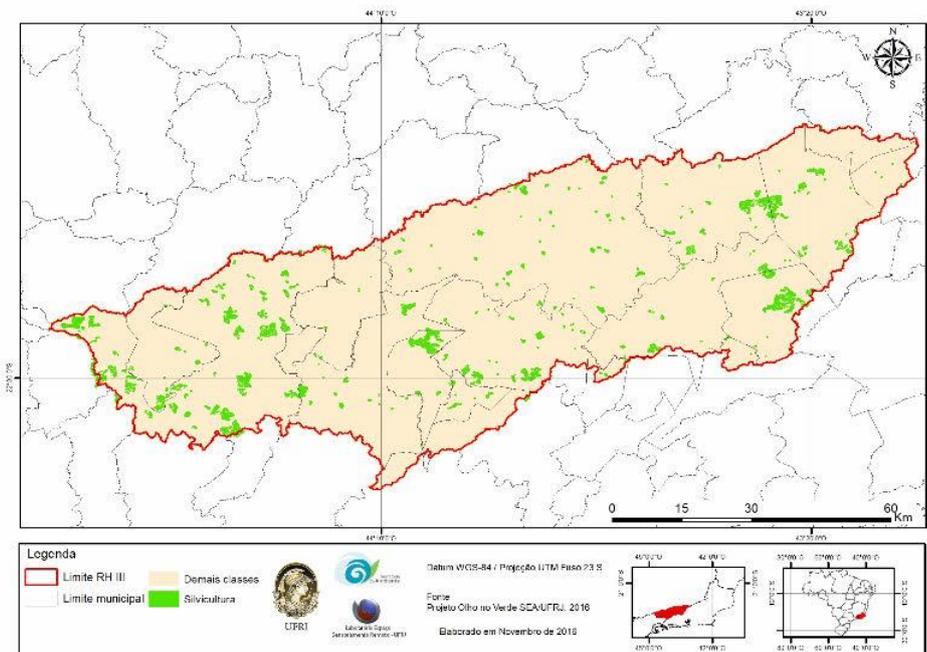


Figura 5: Áreas de silvicultura identificadas na RHIII a partir de técnicas de geoprocessamento.

Quando comparamos os resultados aqui encontrados com o trabalho de Amorim et al (2012) percebe-se um aumento da área de silvicultura. Os autores encontraram cerca de 5.900 ha enquanto que este trabalho encontrou um pouco mais que o dobro de área (12.430 ha). Parte desta diferença pode ser explicada pelos sensores utilizados nos dois trabalhos. Enquanto neste trabalho foram utilizadas imagens WorldView 2, com 2 m de resolução, Amorim et al (op. cit.) utilizaram dados proveniente do sensor HRC do CBERS 2B, entretanto onde não havia disponibilidade de imagens foram utilizadas imagens *Google Earth*. O uso de imagens de alta resolução além de permitir identificar áreas menores, permite delimitar melhor os contornos das plantações levando a uma estimativa mais próxima da realidade (Figura 6).

Além da questão da resolução espacial a diferença de quase cinco anos entre os dois mapeamentos também deve ser considerada. Conforme apontado pelos próprios autores, há uma demanda anual de madeira no Estado do Rio de Janeiro e mesmo no Brasil, que pode estar levando a um aumento gradativo dos plantios.



Figura 6: Área de silvicultura identificada neste estudo em vermelho e em amarelo área identificada no trabalho de Amorim et al (2012), no município de Resende, RJ.

Com relação à área ocupada pela silvicultura em cada município da RHII (Gráfico 1), a cidade de Resende, com 4.815 ha é responsável por cerca de 39% de toda área de silvicultura da região., seguido de Paty de Alferes (10,17%) e Rio das Flores (9,59%).

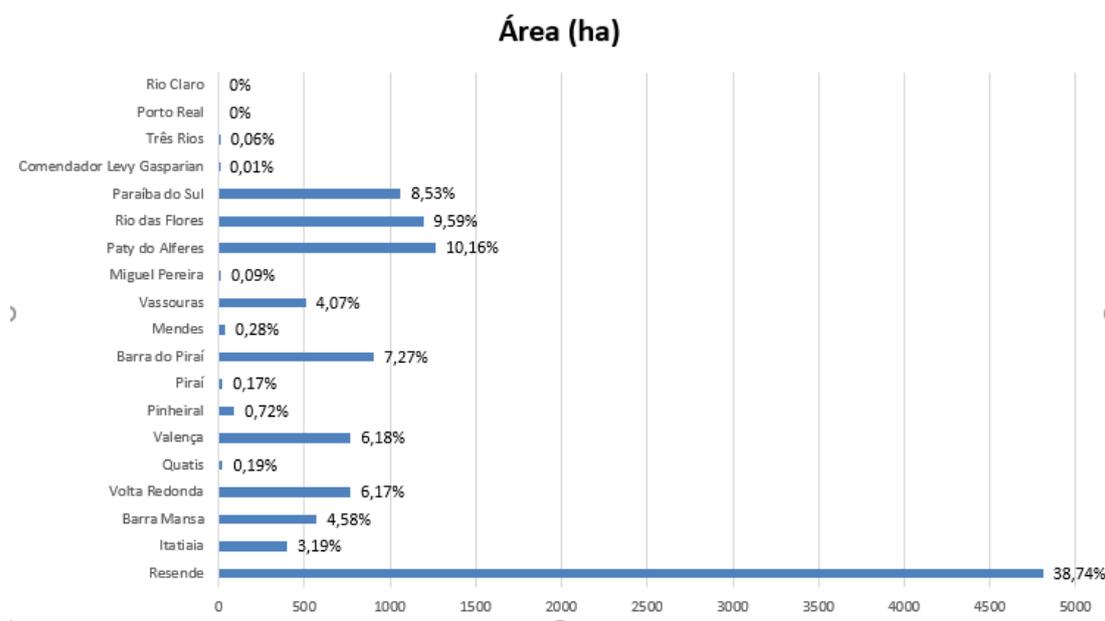


Gráfico 1: Área em hectares ocupada pela silvicultura nos municípios da RHIII e porcentagem de cada município em relação a área total de silvicultura.

É importante ressaltar que dos 19 municípios, 10 (Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores e Comendador Levy Gasparian) estão totalmente inseridos na RH enquanto nove (Mendes, Rio Claro, Pirai, Barra do Pirai, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios) estão parcialmente inseridos, o que pode refletir na pouca contribuição de alguns municípios na área total de silvicultura. Em dois municípios, Porto Real e Rio Claro, não são encontradas áreas de silvicultura. Destes, o primeiro está totalmente inserido na RH enquanto que o segundo está apenas parcialmente inserido.

Apesar dos resultados aqui encontrados (2% da área de estudo corresponde a silvicultura), segundo dados de Amorim et al (2012) a RHIII contribui com cerca de 46% de toda área de silvicultura do Estado. Ainda de acordo com os autores a presença das principais empresas de reflorestamento nessa região em áreas de relevo plano e ondulado e em propriedades de razoável extensão, além da proximidade da região com empresas de celulose localizada na parte paulista do Vale do Paraíba, podem explicar essa contribuição.

4. Conclusões

A identificação das áreas de silvicultura em mapeamentos utilizando sensores orbitais digitais de alta resolução ainda possui uma série de limitações técnicas. Muitas das ferramentas existentes hoje ainda fazem grande parte das suas principais análises utilizando somente a resposta espectral dos alvos. Mesmo com a adição de parâmetros derivados da criação de índices de vegetação e a tentativa de modelagem utilizando lógica nebulosa, a separação da classe silvicultura ainda é feita de forma não confiável pelos classificadores. A

utilização de algoritmos de mineração de dados também não tem mostrado bom desempenho. Ao mesmo tempo, algoritmos voltados à separação de objetos de acordo com seu grau de textura possuem, principalmente quando aplicados a imagens de alta resolução, um tempo de processamento extremamente alto, o que impossibilita a maioria dos mapeamentos de detalhe voltados a grandes extensões.

Muitas das ferramentas de análise de histogramas voltados a diferenciação espectral dos alvos ao longo do tempo possuem, devido a sua natureza técnica baseada na análise de pixels individuais, uma forte limitação quando aplicadas a polígonos (objetos). Além disso, a própria realização de análises multi-temporais utilizando sensores de alta resolução possui limitações técnicas muito grandes. Não somente por uma questão financeira, mas também de acervo disponível e de hardware disponível para o armazenamento e processamento. No entanto, para áreas onde plantios de silvicultura são maiores, é possível utilizar sensores de média resolução espacial na montagem de grandes séries temporais. Esta estratégia, apesar de não ter sido implementada no presente trabalho, pode oferecer grande contribuição para a geração de uma base vetorial de apoio a delimitação de plantios com áreas maiores.

Sendo assim, devido a impossibilidade de analisar a paisagem no tempo, a identificação das áreas de silvicultura foram realizadas de forma híbrida, utilizando não só parâmetros espectrais como também dados vetoriais. A integração foi feita utilizando técnicas de modelagem do conhecimento, característica principal da análise de imagens baseada em objetos e que se mostrou essencial para a realização deste trabalho. Com isso, esperamos que novas técnicas de identificação de silvicultura baseadas na utilização de dados híbridos sejam desenvolvidas a fim de lidar com o avanço dos sensores imageadores.

5. Bibliografia

- Alba, E.; Pereira, R.S.; Diel, G.F.; Melb, E.P.; Silva, E.A. Tramontina, J. Uso da resposta espectral na identificação e monitoramento de espécies florestais a partir de imagens de média resolução espacial. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015. João Pessoa, *Anais...* São José dos Campos, 2015. Artigos, 2900-2906.
- Amorim, H.B.; Francelino, M.R.; Salamene, S.; Pedreira, L.O.L.; Assumpção, L.I.; Capitano, R.C.; Moura. Estimativa da área ocupada por reflorestamentos no Estado do Rio de Janeiro. *Cerne* 18(1): 27-32, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. *Anuário estatístico ABRAF*: ano base 2012. Brasília, 2013. 80 p.
- Cruz, C.B.M.; Almeida, P.M., Barros, R.S.; Vicens, R.S.; Rocha, E.M.F.; Caris, E.A.P.; Fernandes, M.C.; Menezes, P.M.L. Supported mapping with multi sensor images through strategy focused on customization and integration of generalized classes by GEOBIA. (**GEOBIA 2016**)
- INEA. 2014. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro – Relatório Diagnóstico**. Disponível em www.inea.rj.gov.br
- Souza, C.C.; Moreira, A.A.; Schimith, R.S.; Brandão, P.C.; Silva, E. Técnicas de Sensoriamento Remoto como subsídios aos estudos de florestas implantadas no Brasil – uma revisão bibliográfica. *Ciência Florestal* 17(4):409-417, 2012.