

MAPEAMENTO DAS ÁREAS PLANTADAS DE EUCALIPTO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO EM 2014

D. P.G.B. Ferraz¹, R. S. Vicens¹

¹Universidade Federal Fluminense, Niterói – Rio de Janeiro, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

O estudo do comportamento da vegetação é de grande importância para uma melhor compreensão da cobertura da superfície terrestre. Com isso, diversas pesquisas vêm tentando classificar os diferentes tipos de vegetação com o auxílio do Sensoriamento Remoto. No caso do eucalipto, a dificuldade está na similaridade da sua resposta espectral com o pasto ou floresta, dependendo do porte. Neste sentido, o objetivo do trabalho é contribuir para o mapeamento das plantações de eucalipto, identificando descritores que auxiliem na classificação de reflorestamento de Eucalipto. Para isso foi escolhido o estado do Rio de Janeiro – Brasil e as imagens LANDSAT 8 OLI no ano de 2014, cobrindo toda a área. Diversos testes foram realizados no software Ecognition, sendo definidos os melhores descritores: max. Diff para Eucaliptos de alto porte e o NDVI para porte baixo. Para a validação foi feita uma matriz de confusão com 270 pontos, na qual foi possível estabelecer a exatidão total (0,835), a exatidão total independente (0,148) e o índice kappa (0,807).

Palavras chave: Eucalipto, Sensoriamento Remoto, GEOBIA.

ABSTRACT

The study of vegetation behavior is of great importance for a better understanding of the terrestrial surface coverage. With this, several researches have tried to classify the different types of vegetation with the aid of Remote Sensing. In case of eucalyptus, the difficulty is in the similarity of its spectral response with the pasture or forest, depending on the size. Therefore, the objective of this work is to contribute to the mapping of eucalyptus plantations, identifying descriptors that help in the classification of Eucalyptus reforestation. For this, the state of Rio de Janeiro - Brazil and the LANDSAT 8 OLI images were chosen in the year 2014, covering the entire area. Several tests were performed in Ecognition software, and the best descriptors were defined: max. Diff for tall Eucalyptus and NDVI for low size. For the validation, a confusion matrix with 270 points was made, in which it was possible to establish the total accuracy (0,835), the total independence accuracy (0,148) and the kappa index (0,807).

Keywords: Eucalyptus, Remote Sensing, GEOBIA.

1- INTRODUÇÃO:

Um dos principais tipos de cobertura da superfície terrestre é a vegetação e estudar as diversas espécies, seus padrões e comportamentos auxilia na obtenção de informações sobre as características climáticas, edáficas, geológicas e outras. Nesse contexto, pesquisadores tem buscado desenvolver e aprimorar sensores, algoritmos de processamento visual e digital da imagem para melhor extrair informações da vegetação através do Sensoriamento Remoto (WEIERS *et al.*, 2004; JACKSON e JENSEN, 2005).

O reflorestamento com Eucalipto vem crescendo nas últimas décadas no país, mas sua prática já ocorre há mais de duas décadas (BUAINAIM, A.M. & BATALHA, M.O., 2007). Porém, são escassos os estudos que buscam entender como, onde e quando esse processo acontece, faltando, em alguns casos, disponibilidades de dados de área plantada. Para entender melhor o comportamento da vegetação, é necessário levar em consideração que a reflexão da radiação eletromagnética das folhas dependerá da sua composição química e de estrutura interna. Já para o dossel de uma floresta, esta reflexão dependerá da quantidade de folhas e da arquitetura dele, apesar de a forma da curva de reflectância de um dossel ser muito

semelhante à de uma folha isolada (PAZ-PELLAT *et al*, 2011).

Com base nesta diferença da resposta espectral dos diversos tipos de vegetação, reflorestamento, cultivo e outros, a literatura vem avançando no aprimoramento de técnicas que visam cada vez mais a uma melhor separação (KAUNER *et al*, 2014). Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo contribuir para o mapeamento das plantações de eucalipto, identificando descritores que auxiliem na classificação de reflorestamento feito com a monocultura do Eucalipto.

Para isso, o estado do Rio de Janeiro foi escolhido como área de estudo por vir se destacando nos últimos anos nas produções dos derivados das florestas de eucalipto e por haver uma certa ausência de dados de área plantada no estado como um todo e principalmente por município. O que justifica a escolha do Sensoriamento Remoto par a obtenção dessas informações.

No estado do Rio de Janeiro, a espécie que predomina nas florestas plantadas é o Eucalipto. De acordo com Mendonça-Filho (1984), no final de 1977 o eucalipto correspondia a 89% do total de 10.598ha de povoamentos plantados no estado. Já no estudo realizado por Amorim *et al* (2011) no mesmo estado, foram identificadas no mapeamento, além de eucalipto e pinus, outras 10 espécies cultivadas. O eucalipto, entretanto, representa 97,9% do território, com mais de 18 mil hectares de área plantada.

2- MATERIAIS E MÉTODOS:

Um grande aliado da construção das trajetórias ao longo do tempo, o Sensoriamento Remoto, pode ser entendido como um conjunto de técnicas e aplicações que permitem a aquisição de informação sobre objetos ou fenômenos através do uso de sensores, sem que haja contato direto entre os mesmos (NOVO, 2010). Esta tecnologia é muito útil para se estudar recursos naturais, monitoramentos ambientais, levantamentos geológicos, estudos cartográficos, estudos urbanos, dentre outros. Isso acontece por conta da função da ampla visão que se tem a partir do objeto de estudo, a qual ajuda a compreensão dos diversos fenômenos em diferentes escalas (ABREU, 2010).

Dentro do Sensoriamento Remoto, a Análise Orientada a Objeto Geográficos (GEOBIA) vem cada vez mais se destacando. Ela consiste na técnica de processamento de imagens que tem por objetivo individualizar os objetos da cena, através da segmentação, e classificá-los. São envolvidos no processo, além dos dados espectrais, numerosos atributos associados à forma, textura, relações contextuais e semânticas, aproximando o procedimento de classificação aos processos cognitivos humanos de interpretação de imagem. O que a diferencia das

antigas técnicas de classificação, que eram baseadas nos pixels (CRUZ *et al*, 2007; BLASCHKE, 2010).

Neste trabalho, as imagens utilizadas para o mapeamento pertencem ao *Landsat 8* do ano de 2014. As imagens foram adquiridas de forma gratuita no site da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Foi necessário o download de 6 cenas (216-75; 216-76; 217-75; 217-76; 218-75; 218-76) para cobrir toda a área de estudo, isto é, o estado do Rio de Janeiro. As cenas já vêm georreferenciadas e com a superfície de reflectância corrigida, por isso não é necessário fazer um pré-processamento para esse tipo de mapeamento.

O mapeamento e os testes de descritores foram realizados no software *eCognition 8.8*. O segmentador utilizado foi o desenvolvido no trabalho de Baatz&Schape (1999), o *multiresolution segmentation*. Foi considerada a escala como 50, a forma como 0.7 e a compacidade como 0.3. A classificação foi dividida em dois níveis. O primeiro tem o objetivo de separar a vegetação (floresta) das outras classes, sendo elas: água e outros (que inclui, por exemplo: área urbana, nuvens e sombras). Já o segundo, classificado a partir do resultado e da edição do anterior, tinha o objetivo de separar a silvicultura de alto e baixo porte contida na vegetação, resultando nas classes: água, outros, vegetação e Eucalipto (tabela 01). A maioria dos modelos utilizados são *fuzzy*, o que permite uma transição mais gradual de uma classe para outra. Porém, também utilizado um modelo *booleano* por exclusão (not) para as classes que não era eucalipto, ou seja, que não era o foco do mapeamento.

Tabela 01: Descritores utilizados na classificação

Primeiro Nível	
Água	Infravermelho Próximo (<20)
Outros	(not) vegetação e água
Vegetação	NDVI (<0.5)
Segundo Nível	
Outras Florestas	(not) vegetação e água
Eucalipto Porte Baixo	NDV (Intervalo entre 0.075 a 0.17)
Eucalipto Porte Alto	Max. Diff. (Intervalo entre 0.38 a 0.75)

O descritor *max.diff.*, realiza uma operação entre a média do brilho de uma banda menos a média de outra banda, dividida então pelo brilho total, variando de 0 a 1 (eCognition Definers, 2014),

conseguiu separar bem os eucaliptos altos da floresta, pois o eucalipto se concentra em um grupo de valores que vai de 0.38 a 0.75 e o outro em um que vai de 0.75 a 1. Em resumo, a floresta apresenta em sua grande maioria um valor de *max. diff.* mais alto do que o eucalipto de grande porte (Figura 01).

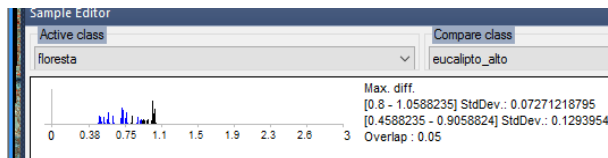


Figura 01: Janela do Sample Editor do eCognition, mostrando os histogramas das amostras de eucalipto de porte alto e floresta no descritor de Máxima diferença.

Já o eucalipto de porte baixo tende a misturar-se com os valores de pasto. O melhor modelo, portanto, para separar o pasto foi a utilização do NDVI, que é calculado utilizando-se as porções da energia eletromagnética refletida pela vegetação nas bandas do vermelho e do Infravermelho próximo (Rouse et al., 1973). Com os seus valores variando de -1 a 1, o eucalipto de baixo porte encontra-se concentrado entre 0.075 a 0.75, e o pasto entre -0.40 a -0.25, não havendo, assim, nenhuma confusão espectral entre eles (figura 02).

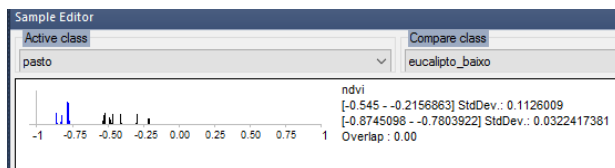


Figura 02: Janela do Sample Editor do eCognition, mostrando os histogramas das amostras de eucalipto de porte baixo e pastagens, no descritor NDVI.

Após a classificação automática do primeiro nível, é que foi então feito o segundo nível de classificação, o da área plantada de Eucalipto. Onde ela herda, na hierarquia de classes, as informações contidas na classe verde do nível anterior. Para a validação da mesma, foram gerados de forma aleatório no software *Arcgis 10.1*. A verificação dos pontos foi feita de duas maneiras: a primeira, tendo como verdade terrestre os resultados do Projeto “Olho No Verde”, que gerou um mapeamento de alta resolução, com imagens do satélite *WorldView2* reamostradas para dois (2) metros do ano de 2014, das Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro que contemplam o Rio Paraíba do Sul. Uma das classes utilizadas no projeto foi a de silvicultura. Já a segunda forma, foi a verificação também de pontos aleatórios em campo das áreas não contempladas no projeto anterior.

Foi feita a matriz de confusão (Tabela 02) com o total de 270 pontos para a classe de Eucalipto e 150 para a de outros, na qual foi possível estabelecer a exatidão total (0,835), a exatidão total independência (0,148) e o índice kappa (0,807). A tabela mostra também os erros de omissão e de comissão, os primeiros se referindo às amostras que não foram classificadas de acordo com as classes às quais se foi

dito que pertenciam. Já os outros estão relacionados às amostras de referência e são classificadas as classes a que elas não pertencem. (FRANCISCO e ALMEIDA, 2012).

Os erros do classificador quanto ao que era Eucalipto não seguiu um determinado padrão, confundindo-se com áreas de floresta que possuísem um padrão mais homogêneo, com áreas de cultivo (por exemplo, de coco e de banana) e até com área de mangue. A áreas que eram silviculturas, mas que não foram classificadas como tal, são as das encostas, o que mostra que o classificador tem um melhor desempenho em áreas planas

Tabela 02: Matriz de Confusão

		Classificação		TOTAL	Erro de Omissão
		Eucalipto	Outros		
Verdade	Eucalipto	224	23	247	9,3%
	Outros	46	127	173	26,6%
	TOTAL	270	150	420	
	Erro de Comissão	17,0%	15,3%		

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Ao observar o mapa final (Figura 03), é possível notar que a área plantada de Eucalipto, apesar de não muito expressiva, ocupa cerca de 30.000ha da área de todo o estado. Há um predomínio, no geral, de áreas pequenas. As áreas dos polígonos estão em sua maioria entre 2 a 50ha. São poucas as áreas que chegam as duas maiores classes, de 151 a 300ha e de 300 a 800ha.

A Mesorregião Sul Fluminense é a que apresenta a maior área de floresta plantada de Eucalipto no estado, seguida pelo Centro Fluminense. Por ultimo, com as menores áreas, as mesorregiões do Norte e Noroeste Fluminense (tabela 03).

Segundo o estudo realizado em 2009, do levantamento de reflorestamento no estado do Rio de Janeiro, a maior área se concentraria na Região do Médio Paraíba, seguida pela Serrana. O que confirma a hegemonias das mesorregiões Sul e Centro Fluminense também cinco anos depois.

Tabela 03: áreas de Eucalipto por Mesorregião (RJ)

Mesorregiões (RJ)	Área (ha)
Sul Fluminense	10.535
Centro Fluminense	9.062
Metropolitana do Rio de Janeiro	5.807
Baixadas	3.300
Norte Fluminense	2.252
Noroeste Fluminense	713

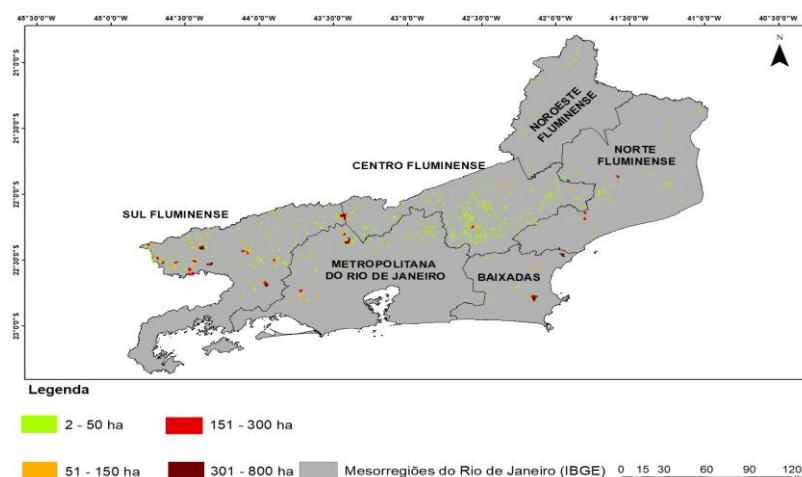


Figura 03: Mapeamentos das áreas de Eucalipto no Rio de Janeiro de acordo com as Mesorregiões (IBGE).

Segundo um estudo realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – Firjan (2012) o Rio de Janeiro está se tornando um dos principais consumidores de árvores retiradas de florestas do país. E o mais alarmante é que cerca de 90% do que é utilizado tem origem fora do estado, confirmando que a produção do estado não é suficiente para se auto sustentar. De acordo com o Anuário Estatístico da Associação de Produtores de Florestas Plantadas (Abraf), lançado em 2013 com dados de 2012, o Rio de Janeiro responde por apenas 0,2% dos plantios para o uso econômico no país.

Em termos de área, é possível observar uma oscilação nos últimos 30 anos na área plantada do estado. Ao observar o gráfico das áreas plantadas de mata artificial do estado do Rio de Janeiro nas últimas três décadas (Gráfico 01), nota-se que, de acordo com os dados obtidos no Censo Agropecuário do IBGE de 1985, 1996 e 2006, a área vinha diminuindo consideravelmente. Porém, a pesquisa realizada por Amorim *et al* (2011) e os resultados obtidos no presente trabalho – confirmados pelo PEVS, que desde 2014 faz o levantamento anual da área de silvicultura por estado e traz o Rio de Janeiro com 35 mil hectares de áreas – mostram que essa área vem crescendo de forma mais intensa na última década.

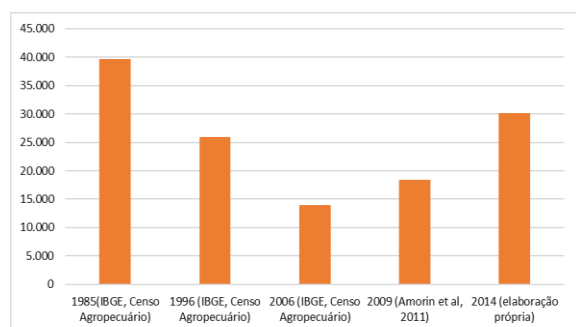


Gráfico 01: Área plantada de mata artificial no Rio de Janeiro entre 1985 e 2014.

Portanto, os produtos oriundos da silvicultura são recursos essenciais em vários ramos industriais do

estado. Por isso vem crescendo crescendo a busca de análises que auxiliem na melhor compreensão da espacialidade das áreas plantadas, assim como de seus produtos derivados. Ainda que exista uma conjuntura favorável em relação ao setor florestal, o Brasil sofre com a defasagem entre a demanda e a oferta de madeira. Nesse contexto, o estado do Rio de Janeiro vem se apresentando como uma alternativa na expansão da fronteira dessas produções.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Por mais que existam outros levantamentos que tragam os valores de área do estado e que permitam observar que há de fato um crescimento das mesmas, não se é possível obter dados mais específicos, como quanto ela cresceu em cada cidade e qual o tipo de uso que está sendo substituído pelas florestas plantadas, além de outros dados aos quais se poderia chegar através de análises temporais a partir de imagens de satélite.

Como foi visto no mapeamento do ano de 2014, o classificador se mostrou bastante satisfatório, mesmo havendo alguns erros na classificação principalmente das áreas de encosta, onde existe uma dificuldade de mapeamento devido à sombra do relevo e a algumas áreas de cultivo. E confusões na borda com as florestas, devido a escala utilizada.

Portanto, o presente trabalho traz contribuições relevantes a cerca das informações das áreas plantadas de eucalipto no estado, os quais constituem a base do setor florestal e vêm ganhando cada vez mais interesse. Entretanto, é necessário que haja um estudo da variação da área anual, para que se possa preencher algumas lacunas aqui deixadas, como por exemplo o

decréscimo do valor da área plantada no censo agropecuário entre os anos de 1985 e 2006 e a posterior volta do seu crescimento.

5- AGRADECIMENTOS:

A Capes por todo fomento e iniciativa a pesquisa. A Universidade Federal Fluminense e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. E ao Laboratório de Geografia Física (Lagef) por toda infraestrutura disponível.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Abreu, M.B. 2010. Análise Espaço temporal da Cobertura e Uso da Terra no Estado do Rio de Janeiro de 1994 até 2007. Dissertação de Mestrado em Geografia, PPGG, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. International Journal of Remote Sensing, v.25, n.12, pp.2365-2407.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. 2013. Anuário Estatístico Abraf 2013 – Ano-Base 2012. Brasília.

Amorim, H. B., Francelino, M. R., Salamene, S., Pedreira, L. O. L., Assumpção Filho, L. I. D., Capitano, R. C., & Moura, T. A. 2012 . Estimativa da área ocupada por reflorestamentos no Estado do Rio de Janeiro. Cerne, 18 (1), 27-32.

Baatz, M.; Schape, A. 1999 Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. AGIT-Symposium Salzburg, Karlsruhe. International Journal of Remote Sensing, v.10, n.06, pp. 989-1003.

Blaschake, T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, n. 65, p. 2-16, ago.

Buainaim, A.M. & Batalha, M.O. (Coord.) 2007. Cadeia produtiva de madeira. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, p.84.

Cruz, C.B.M.; Vicens, R.S.; Rosário, L.S.; Abreu, M.B.; Almeida, P.M.M.; Cronemberger, F.M. 2009. Classificação orientada a objetos na geração do mapa de uso e cobertura do estado do Rio de Janeiro. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, RN.

Francisco, C. e Almeida, C., 2012. Interpretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para o mapeamento de cobertura da terra em região montanhosa. Soc. & Nat., Uberlândia, ano 24 n. 2, 283-302, mai/ago.

Jackson e Jensen, 2005 An Evolution of Remote Sensing derived Landscape Ecology Metrics for Reservoir Shoreline Environmental Monitoring, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 71 (12): 1387-1397.

K. Knauer et al. 2014. Remote sensing of vegetation dynamics in West Africa, International Journal of Remote Sensing, Vol. 35, No. 17, 6357–6396, <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2014.954062>

Mendonça-Filho, W. F. (Coord.) 1984. Inventário florestal nacional: reflorestamento: Rio de Janeiro e Espírito Santo. Brasília: IBDF.

Paz-Pellat, M., Reyes y E. Medrano. 2011. Diseño de índices espectrales de la vegetación usando curvas iso-suelo. Agrociencia 45: 121-134.