

Planejamento e execução do inventário florestal em reflorestamentos homogêneos de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* utilizando imagens de alta resolução espacial

Cyro José Matavelli ¹

¹ Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA/SC
Rua Jerônimo Coelho, 185, Sala 901, Centro - 88010-030 - Florianópolis - SC, Brasil
cyro.matavelli@fns.incra.gov.br

Abstract. To assist planning and executing forest inventory, it becomes fundamental the use of remote sensing tools in order to obtain a reliable result of excellent quality and on a moderate cost. The work aimed, through the visual interpretation of *Ikonos* images, to distinguish the commercial reforestations (*Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*) of native forest, besides to determine their ages. The same thing was done in the evaluation of rural landed property inserted in the Remaining *Quilombos* Territory *Invernada dos Negros* in *Santa Catarina*. During the elaboration of the forest inventory, the whole rural landed property was divided into quadrants measuring 250 m X 250 m each, in order to distribute 275 parcels in those ones that showed reforestation, where the medium volumes would be determined. Through the visual interpretation of images and with help of forest inventory, the reforestations of *Pinus* presented 6 distinct ages, though subdivided into 13 projects, totalizing 1,762.1981 ha. The reforestations of *Eucalyptus* presented 4 distinct ages, but also were subdivided into 8 distinct projects, totalizing 176.4993 ha. Unlike the reforestations of *Eucalyptus*, it becomes difficult the stratification of the *Pinus* ones in ages and productivity using only visual interpretation, except the ones recently planted, in which the lines of planting can be verified through the images. Although there is the possibility of distinction of the reforestations of *Eucalyptus* through visual interpretation, and since the images of former years are not available for temporal analysis, the ages can only be determined through forest inventory.

Palavras-chave: remote sensing, planted forests, environmental expertise, National Institute of Colonization and Agrarian Reform, sensoriamento remoto, florestas plantadas, perícia ambiental, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

1. Introdução

Na avaliação e indenização de florestas plantadas, além de se determinar a produtividade média da floresta, é fundamental que se determine as idades, principalmente quando o reflorestamento não se encontra em idade final de corte. Por ainda não ser uma floresta madura, conforme NBR 14653-3 e Manual de Obtenção de Terras do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (2006), faz-se necessária a realização de uma projeção futura de produção para o ciclo final de rotação, obtida através do inventário florestal realizado na época da avaliação. Caso não se identifique a idade do reflorestamento, esse refletirá na projeção, podendo subestimar ou superestimar a produção da floresta, acarretando erros na valoração do reflorestamento que causarão prejuízos à União ou ao indenizado.

Para auxiliar no planejamento e execução do inventário florestal, a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto torna-se fundamental para que se obtenha um resultado confiável, de excelente qualidade e com um custo razoável.

O trabalho visou empregar técnicas de sensoriamento remoto para que, através da interpretação visual das imagens, pudesse distinguir os reflorestamentos comerciais (objetos da valoração) da mata nativa. Outro objetivo é determinar as idades, também através da interpretação visual, dos dados de produtividade obtidos no inventário florestal e, se necessário, da contagem dos anéis de crescimento no caso das coníferas.

2. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido na avaliação dos imóveis rurais sob uso da Agroflorestal Ibicuí S/A e Iguazu Celulose e Papel S/A, com aproximadamente 4.000,00 ha, inseridos no Território de Remanescentes de Quilombos Invernada dos Negros, este com aproximadamente 7.900,00 ha, localizados nos municípios de Campos Novos e Abdon Batista

- SC, 27°30'29"S e 51°07'30"W (conforme Figura 1), cujo planejamento e execução do inventário florestal ocorreu entre os meses de agosto e outubro de 2.010, em aproximadamente 1.760,00 ha de *Pinus taeda* e 170,00 ha de *Eucalyptus dunnii*, plantados entre 1.999 e 2.007.

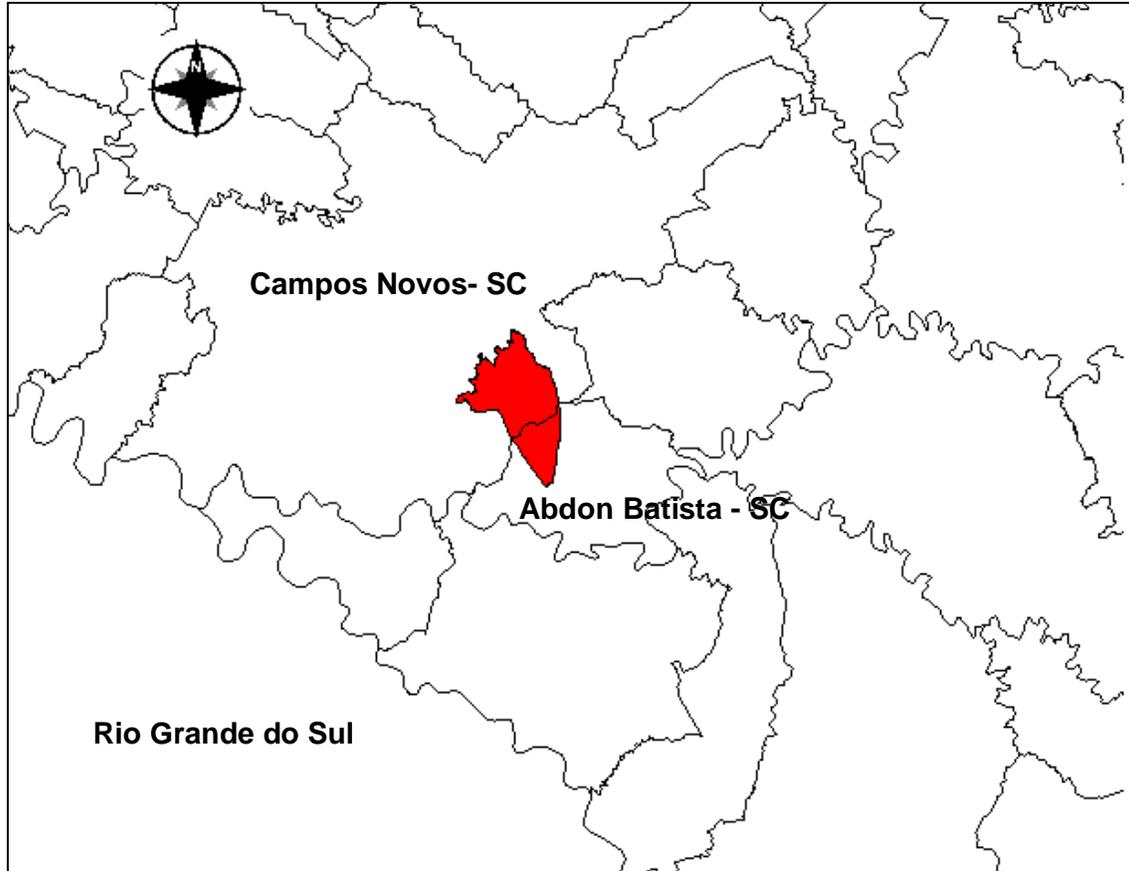


Figura 1: Localização do Território de Remanescentes de Quilombos Invernada dos Negros (aproximadamente 7.900,00 ha).

Para estratificar e delimitar os diversos reflorestamentos houve a necessidade de adquirir imagens de alta resolução espacial, no caso a Ikonos, datadas de junho e julho de 2.008, processadas e georreferenciadas através de pontos de controle obtidos na medição do Território por técnicos do INCRA, produzindo mapas até a escala de 1: 20.000.

Na técnica de interpretação visual de imagens ocorre a extração de informações de alvos da superfície terrestre com base nas suas respostas espectrais, que segundo Moreira (2005), utiliza alguns dos elementos fotointerpretativos empregados na técnica de fotografias aéreas, como textura, forma, tamanho, tonalidade ou cor.

Através da composição de bandas RGB-532 (inclusa a banda infravermelha), permitiu-se a distinção dos reflorestamentos de *Pinus taeda* (textura fina e tons escuros) e *Eucalyptus dunnii* (textura fina e tons claros) em relação à Floresta Ombrófila Mista (textura grosseira e tons escuros), conforme Figura 2.

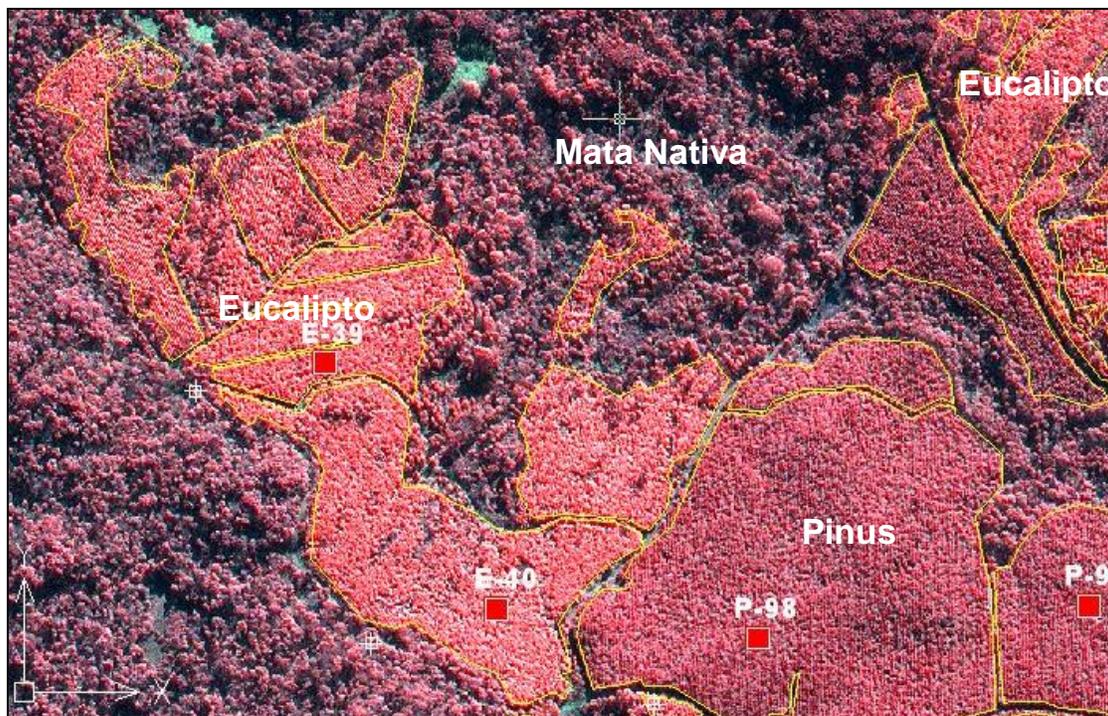


Figura 2: Imagem Ikonos Invernada dos Negros: composição falsa-cor utilizando a banda infravermelha.

Após a distinção entre as espécies, facilmente obtida na interpretação visual das imagens, procedendo ao planejamento do inventário florestal todo o imóvel rural foi dividido em quadrantes de 250 m x 250 m, no sistema SAD-69, para que fossem distribuídas sistematicamente e de maneira alternada unidades amostrais de aproximadamente 400 m² (totalizando 275 parcelas) nos quadrantes que apresentassem reflorestamentos, conforme Figura 3, onde seriam determinados os volumes médios, podendo assim auxiliar na estratificação dos reflorestamentos em diferentes idades e produtividades.

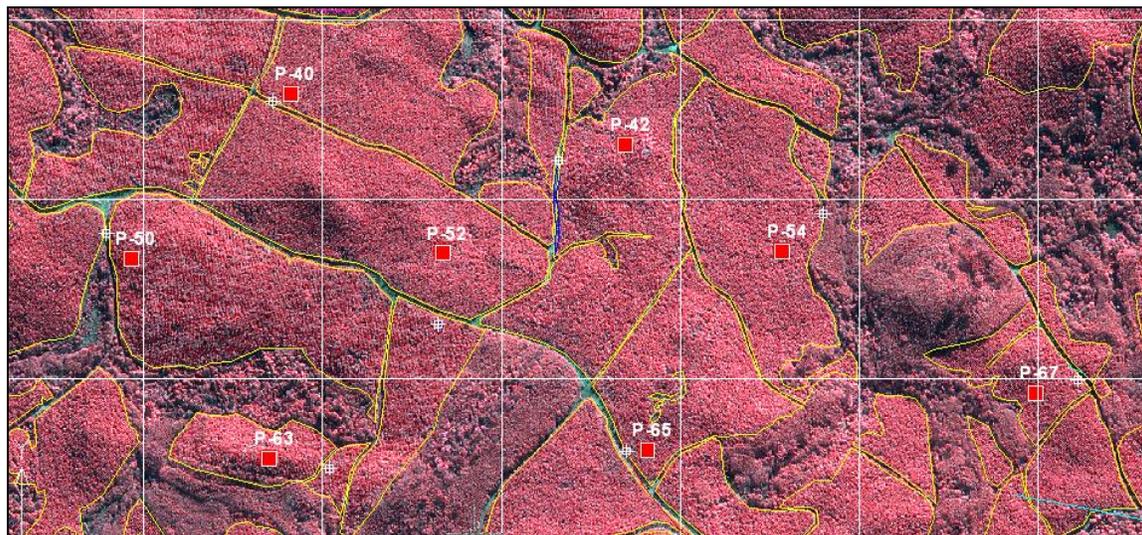


Figura 3: Unidades amostrais distribuídas sistematicamente e de maneira alternada nos quadrantes sobre a Imagem Ikonos.

3. Resultados e Discussão

Através da interpretação visual das imagens com o auxílio dos dados obtidos no inventário florestal, os reflorestamentos de *Pinus taeda* apresentaram 6 idades distintas, mas em função dos dados do inventário florestal foram subdivididos em 13 projetos, totalizando 1.762,1981 ha. Os reflorestamentos de *Eucalyptus dunnii* apresentaram 4 idades distintas, mas também foram subdivididos em 8 projetos, totalizando 176,4993 ha, conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Descrição dos projetos estratificados com suas respectivas idades e áreas.

Projeto	Ano de Plantio	Número de Parcelas	Área (ha)
<i>Pinus taeda</i>	2007	11	80,4700
<i>Pinus taeda</i>	2007	16	120,5636
<i>Pinus taeda</i>	2007	7	63,7280
<i>Pinus taeda</i>	2005	15	42,3148
<i>Pinus taeda</i>	2004	37	313,5259
<i>Pinus taeda</i>	2004	19	162,8158
<i>Pinus taeda</i>	2003	10	92,8411
<i>Pinus taeda</i>	2003	10	86,3663
<i>Pinus taeda</i>	2003	26	250,3066
<i>Pinus taeda</i>	2002	8	58,6401
<i>Pinus taeda</i>	2002	48	415,0992
<i>Pinus taeda</i>	2002	4	10,7045
<i>Pinus taeda</i>	1999	11	64,8222
Total <i>Pinus taeda</i>		222	1762,1981
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2007	18	68,971
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2007	4	13,6205
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2007	5	10,874
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2007	4	4,4082
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2007	4	8,0293
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2006	4	22,3999
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2005	10	43,2453
<i>Eucalyptus dunnii</i>	2004	4	4,9511
Total <i>Eucalyptus dunnii</i>		53	176,4993
Total Geral		275	1938,6974

A figura 4 mostra os projetos plantados com *Pinus taeda* nos anos de 1.999 e 2.003. Nesse caso, foi necessária a utilização dos dados de produtividade (m^3/ha) obtidos no inventário florestal para definição e delimitação de cada projeto. Apesar de 4 anos de diferença entre esses projetos e os mesmos apresentarem volumes médios de $307,0 m^3/ha$ e $184,0 m^3/ha$, respectivamente, foi impossível através de interpretação visual distingui-los.

Em relação aos 3 Projetos plantados em 2.003, por exemplo, também foi imprescindível o inventário florestal para estratificá-los, pois os mesmos apresentaram produtividades médias de $231,0 m^3/ha$, $191,0 m^3/ha$ e $184,0 m^3/ha$, não havendo nenhuma diferença visual que pudesse diferenciá-los.

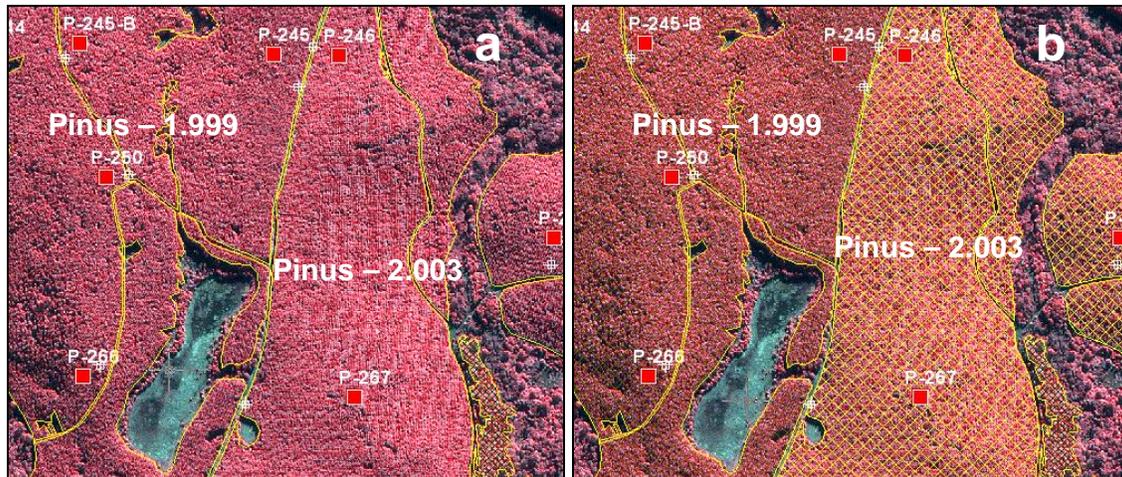


Figura 4: (a) Demonstração da dificuldade em diferenciar o *Pinus taeda* plantado em 2.003 do plantado em 1.999. (b) Após a utilização dos dados de mensuração das parcelas (produtividade), houve a possibilidade em distinguir um projeto do outro.

A figura 5 mostra os reflorestamentos de *Eucalyptus dunnii* plantados em 2.005 e 2.006. Apesar da diferença de apenas 1 ano entre esses projetos, com respectivos volumes médios de 179,0 m³/ha e 135,0 m³/ha, conseguiu-se distinguir visualmente as diferentes idades, facilitada pela disposição dos talhões, sendo que os mesmos não estavam contíguos, estando separados por *Pinus taeda*.

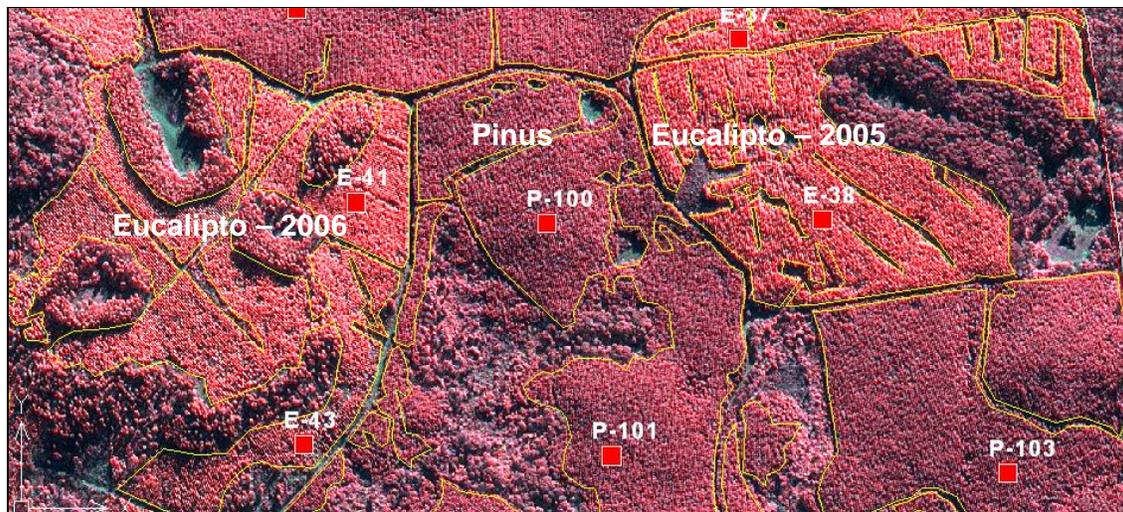


Figura 5: Talhão de *Eucalyptus dunnii* plantado em 2.006 apresentando tons mais claros (menor densidade de copa) em relação ao plantado em 2.005, através da análise visual.

Para os reflorestamentos plantados em 2.007, identificou-se os alinhamentos de plantio quando os mesmos apresentavam em torno de 1 ano de idade. A distinção entre as espécies, nesse caso, foi facilmente realizada pelo fato do *Eucalyptus dunnii* apresentar crescimento inicial, dentro de um mesmo período, maior que do *Pinus taeda*, como demonstra a Figura 6.



Figura 6: Identificação dos reflorestamentos plantados no ano de 2.007 nas imagens de 2.008.

4. Conclusões

Por meio dos resultados obtidos, constatamos a importância de utilizar técnicas de sensoriamento remoto através de imagens de satélite de alta resolução espacial nas etapas de planejamento e execução do inventário florestal.

Existem, pelo sensoriamento remoto, outras formas de estimar produtividade média da floresta, servindo como parâmetros de reconhecimento e pré-exploratório. Pela complexidade das informações necessárias, o inventário florestal em campo torna-se indispensável para trabalhos que envolvam perícias judiciais e indenizações de florestas plantadas, principalmente para atendimento às normas, pois admite erro amostral máximo de até 10 % do volume médio por hectare, com intervalo de confiança a 95 % de probabilidade.

Ao contrário dos reflorestamentos de *Eucalyptus dunnii*, nos de *Pinus taeda* torna-se difícil a estratificação por idades e por produtividade utilizando apenas a interpretação visual, exceto no caso de reflorestamentos recém-plantados visto que através da imagem verificam-se as linhas de plantio.

Apesar de existir a possibilidade de distinção entre os reflorestamentos de *Eucalyptus dunnii* por interpretação visual, caso não se disponha de imagens de anos anteriores para realização de análises temporais, as idades somente podem ser determinadas pelo inventário florestal, e no caso do *Pinus taeda*, também através da contagem dos anéis de crescimento.

5. Agradecimentos

Agradeço ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, pela oportunidade, à Andreza pelo apoio e aos meus colegas de trabalho pelo conhecimento compartilhado.

6. Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Norma Brasileira Registrada N° 14.653 – Parte 3 – Imóveis Rurais**.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, **Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial, Aprovado pela Norma de Execução Incra/DT n° 52**. Brasília, 2006. 137 p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**, 3. ed. atual. ampl. Viçosa: UFV, 2005. 319 p.