

## IDENTIFICAÇÃO DO CRESCIMENTO FLORESTAL A PARTIR DE DADOS ESPECTRAIS

Elisiane Alba<sup>1</sup>, Juliana Marchesan<sup>1</sup>, Matheus Frigo Wolfer<sup>1</sup>, Juliana Tramontina<sup>2</sup>, Emanuel Araújo Silva<sup>3</sup>, Bruna Andrieli Simões de Oliveira<sup>1</sup>, Roberta Aparecida Fantinel<sup>1</sup>, Rudiney Soares Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria-RS, elisianealba@gmail.com, marchesan.ju@gmail.com; matheuswolfer@gmail.com; brunasimoess@hotmail.com, fantinel.ar@gmail.com; rudiney.s.pereira@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ju\_tramontina@hotmail.com; <sup>3</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE, emanuel.ufrpe@gmail.com

### RESUMO

Objetivo do estudo foi avaliar a capacidade dos dados OLI/Landsat 8 na caracterização de povoamentos florestais de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades a partir da resposta espectral. Utilizou-se para esse estudo dados OLI/Landsat 8, os quais foram submetidos ao processo de calibração radiométrica, transformando os números digitais em reflectância planetária e na sequência convertido à reflectância de superfície com a eliminação dos efeitos atmosféricos. Posteriormente, realizou-se a extração da resposta espectral das bandas do sensor OLI/Landsat 8 para a caracterização espectral dos povoamentos. A diferenciação das idades foi com base na resposta espectral na faixa do vermelho e infravermelho próximo de povoamentos de *Eucalyptus grandis* aos 4, 18 e 23 anos. Observou-se que o aumento da idade propiciou a diminuição da reflectância na banda do infravermelho próximo e a absorção na banda do vermelho. Imagens OLI/Landsat 8 podem ser utilizadas para a caracterização do comportamento de povoamentos florestais, permitindo o monitoramento do crescimento ao longo do ciclo produtivo.

**Palavras-chave** — OLI/Landsat 8, plantios homogêneos, sensoriamento remoto, resposta espectral.

### ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the OLI/Landsat 8 data capacity in the characterization of forest stands of *Eucalyptus grandis* at different ages from the spectral response. It was used for this study OLI/Landsat 8 data, which were submitted to the process of radiometric calibration process, transforming the digital numbers into planetary reflectance and converted to surface reflectance with the elimination of atmospheric effects. Subsequently, the spectral response the bands OLI/Landsat 8 was used for the spectral characterization of the stands. Differentiation of ages was based on the spectral response in the red and near infrared bands of *Eucalyptus grandis* stands at 4, 18 and 23 years. It was observed that the increase in age propitiated the reduction of the reflectance in the near infrared band and the absorption in the red band. OLI/Landsat 8 images can be used to characterize the behavior of forest stands, allowing the monitoring of growth throughout the productive cycle.

**Key words** — OLI/Landsat 8, homogeneous plantings, remote sensing, spectral response.

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo o boletim informativo Ibá [1], as florestas plantadas no Brasil ocuparam uma área de 7,74 milhões de hectares em 2014, correspondendo a 0,9% do território nacional. Dentre esse total, 71,9% estão ocupados com espécies do gênero *Eucalyptus*, 20,5% com *Pinus* e 7,6% com as demais espécies florestais cultiváveis.

A avaliação do crescimento dos povoamentos florestais demanda de altos investimentos, tempo e mão de obra, uma vez que os mesmos ocupam grandes extensões e por vezes, em difícil acesso. Assim, com o propósito de incrementar os dados obtidos a campo, as técnicas e métodos de sensoriamento remoto são aplicados ao estudo dos plantios comerciais visando maximizar a produtividade e rapidez na tomada de decisões.

A associação dos dados de sensoriamento remoto com objetivos na superfície terrestre engloba o processo de interação da radiação eletromagnética com o alvo em estudo [2]. Essa relação, normalmente, é expressa pelos valores de reflectância, a qual consiste em uma variável física que permite relacionar os dados espectrais com os parâmetros situados a campo [3].

Assim, o objetivo do estudo é avaliar a capacidade dos dados OLI/Landsat 8 na caracterização de povoamentos florestais em *Eucalyptus grandis* em diferentes idades a partir da resposta espectral.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada entre as latitudes 32° 33' 22" a 32° 41' 03" Sul e longitudes 52°30'29" a 52° 25' 20" Oeste, situada no município de Rio Grande no estado do Rio Grande do Sul, possuindo aproximadamente 5.800 hectares de áreas reflorestadas com as espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*.

Segundo classificação de Koppen-Geiger o clima é subtropical úmido do tipo Cfa1, com temperatura média anual de 16,5 °C a 18,0 °C e a precipitação média anual oscila entre 1.186 a 1.423 mm. A área de estudo apresenta solos originados de sedimentos quaternários do tipo Neossolo

Quartzarênico, apresentando características predominantemente arenosas, mal drenadas e compostas de um relevo plano em toda sua extensão, o qual se eleva apenas alguns metros do nível do mar. Baseando-se em análise dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), [4] observaram que a área de estudo apresenta altitudes variando de 1 a 25 metros.

## 2.2 Processamento das imagens

Para a abordagem espectral utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI na Órbita/ponto 221-083, a partir das bandas da região do visível e infravermelho (B4 e B5, respectivamente), referentes a data 30 de agosto de 2013. De modo a tornar possível a obtenção do comportamento espectral dos povoamentos florestais, os Números Digitais (NDs) da imagem original foram transformados em reflectância bidirecional no topo da atmosfera, inserindo os parâmetros intrínsecos do satélite. A reflectância bidirecional de superfície foi gerada pelo software Environment for Visualizing Images (ENVI 5.1®), por meio do algoritmo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH).

Comumente é observada a resposta da vegetação ao longo da região do espectro abrangido pelas bandas multiespectrais dos satélites, porém as maiores diferenças quando comparado espécies florestais, encontram-se ao utilizar a faixa do infravermelho próximo e a do vermelho. Diante disso, estabeleceu-se a relação entre a resposta espectral dos povoamentos de *E. grandis* em diferentes idades utilizando as bandas do infravermelho próximo (B5) e do vermelho (B4), buscando a diferenciação dos estágios de crescimento de acordo com cada espécie. A reflectância de superfície foi extraída dos pixels visitados a campo, em povoamentos de *E. grandis*, por meio de uma rotina de computação em Linguagem R, exportando um arquivo organizado em formato cvs (*Comma-separate values*).

## 3. RESULTADOS

A partir da análise exploratória dos dados, identificou-se o comportamento de cada banda espectral e índice de vegetação nas diferentes fases de crescimento dos povoamentos. A Tabela 1 demonstra o comportamento dos dados em povoamentos de 4, 18 e 23 anos de idade de *E. grandis*. Dentre os dados espectrais, os maiores desvios foram encontrados na banda do Infravermelho próximo (B5) em ambas as idades de análise.

**Tabela 1. Média e desvio padrão dos dados espectrais com as parcelas de plantios florestais.**

Bandas espectrais	Povoamentos florestais		
	4 anos de idade	18 anos de idade	23 anos de idade
B2	0,005 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,007 ± 0,001
B3	0,016 ± 0,002	0,018 ± 0,001	0,018 ± 0,002
B4	0,010 ± 0,001	0,012 ± 0,001	0,014 ± 0,001
B5	0,380 ± 0,019	0,335 ± 0,015	0,311 ± 0,015
B6	0,088 ± 0,005	0,079 ± 0,004	0,081 ± 0,006
B7	0,028 ± 0,002	0,024 ± 0,001	0,027 ± 0,003

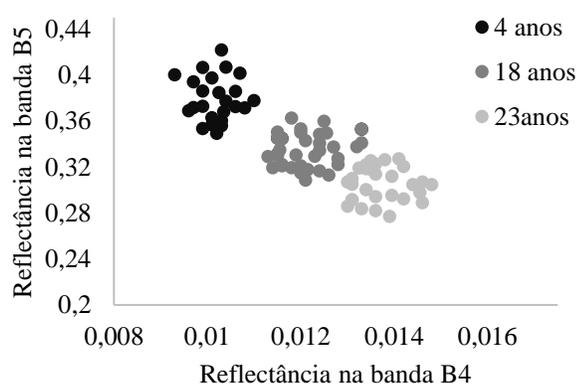
A relação entre a resposta espectral dos povoamentos de *E. grandis* em diferentes idades foi analisada a partir da relação das bandas B5 e B4, as quais melhor evidenciam as características da vegetação. Desse modo, a Figura 1 demonstra o comportamento espectral dos plantios de *E. grandis* aos 4, 18 e 23 anos de idade.

Os povoamentos comerciais apresentaram comportamentos distintos em cada fase de crescimento, demonstrando que a resposta espectral é sensível ao estágio de desenvolvimento dos indivíduos. No entanto, aos 4 anos de idade, os povoamentos apresentaram valores superiores de reflectância na banda B5 e maior absorção na banda B4, quando comparada com as demais idades.

Analisando-se os povoamentos aos 18 anos, constatou-se que o valor máximo de reflectância na banda B5 foi de 0,362 e a mínima reflectância na banda B4 foi de 0,0113. Todavia, a resposta espectral máxima apresentada aos 23 anos na banda B5 foi de 0,325 e mínima de 0,013 para a banda B4.

Nota-se que o aumento da idade propiciou a diminuição da reflectância na banda B5 e a redução da absorção na banda B4 (aumento da reflectância na faixa do vermelho). Nesse sentido, [3] enfatizam que o comportamento da resposta espectral nesses dosséis pode estar associado à perda da influência das folhas verdes e por vezes, ganho da participação de galhos secos depositados sobre o solo, especialmente quando realizado o desbaste dos povoamentos.

Esse processo, segundo [2] faz com que povoamentos jovens apresentem valores elevados de reflectância na região do infravermelho próximo e menor na região do visível. Entretanto, [5] definem que a intensidade do sinal armazenado pelas bandas B5 e B4 também é fortemente relacionada com a classe de fundo (background), desse modo quanto maior a cobertura do dossel, maior a reflectância na faixa do infravermelho próxima devido a menor influência do brilho do solo na resposta espectral.



**Figura 1. Resposta espectral dos povoamentos de *E. grandis* aos 4, 18 e 23 anos em relação as bandas B4 e B5.**

A redução das taxas de crescimento desencadeia a diminuição da absorção da REM pelos pigmentos presentes no mesófilo foliar, dos quais segundo Jensen (2009) a clorofila b é o pigmento de maior influência no comprimento de onda do vermelho, sendo essa responsável pela absorção de luz. O autor afirma ainda, que é fundamental entender a fisiologia das plantas, especialmente as características de pigmentação, já que fornece o entendimento quando a absorção da REM pela clorofila começa a diminuir.

Esse estudo corrobora com [3], os quais identificaram por meio das componentes principais, que dosséis em fase inicial de desenvolvimento (1 a 3 anos) apresentam grande influência do plano de fundo na resposta espectral, ao passo que dosséis com 4 e 6 anos demonstram que a refletância está regida, principalmente, pelas folhas verdes, contendo pequena interação com o solo. No entanto, observaram que aos 8 e 9 anos de idade, a resposta espectral demonstrou perda da influência das folhas verdes e aumento da interferência de galhos secos e do solo em decorrência de desbastes.

No presente estudo, observa-se que o processo de diferenciação do estágio de crescimento é dificultado à medida que os povoamentos se aproximaram da fase de estagnação do crescimento, uma vez que os plantios florestais têm suas taxas metabólicas estabilizadas nesse estágio fisiológico. Assim, é possível identificar a influência dos processos fisiológicos na resposta espectral exibida pelos povoamentos comerciais, especialmente na região do espectro estudado.

## 5. CONCLUSÕES

As imagens OLI/Landsat 8 mostraram-se eficientes na caracterização espectral dos dosséis das espécies de *E. grandis*, os quais permitiram a diferenciação dos estágios de crescimento. Desse modo, comprovando-se que a idade dos povoamentos influencia diretamente no comportamento da REM refletida, especialmente, nas bandas B4 e B5, permitindo a identificação de diferentes fases fisiológicas dos povoamentos florestais.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Iba 2015. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- [2] Ponzoni, F.J. et al. “Caracterização espectro-temporal de dosséis de *Eucalyptus* spp. mediante dados radiométricos TM/Landsat5”. *Cerne*, Lavras, volume (2), número (2), páginas (267-275), jan. 2015.
- [3] Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E.; Kuplich, T.M. “Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação”. 2. ed. São José Dos Campos: Saraiva, 2012, páginas (160).
- [4] Weber, E. J.; Hasenack, H.; Ferreira, C. J. S. “Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação”. Porto Alegre: UFRGS – IB - Centro de Ecologia, 2004.
- [5] Carreiras, J.M.B.; Pereira, J.M.C.; Pereira, J.S. “Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodlands using remote sensing”. *Forest Ecology and Management*, volume (223), número (1-3), página (45–53), 2006.