

## Comparação entre índices de vegetação gerados a partir de dados dos sensores MODIS e Vegetation-2

Flávio Jorge Ponzoni<sup>1</sup>  
Sandra Benfica dos Santos<sup>1</sup>  
Roberta Zecchini Cantinho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Divisão de Sensoriamento Remoto  
Avenida dos Astronautas, 1758, 12227-010 São José dos Campos – SP, Brasil  
{flavio, sandra}@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Geopixel Geotecnologias  
Rua Maestro Egídio Pinto, 165, 12245-190 São José dos Campos – SP, Brasil  
robertazcantinho@hotmail.com

**Abstract.** Vegetation indices have been considered as the basis of several empirical models relating radiometric data from orbital images and biophysical properties of vegetation. Frequently these models are defined by a specific sensor data set and their results are assumed as universal or absolute. MODIS sensor, onboard of Terra satellite and Vegetation-2 sensor, onboard of SPOT 5 satellite, generate similar products, but the impact of choosing one or other sensor data set on empirical models performance has not been fully understood. MODIS and Vegetation-2 data from two Eucalyptus spp. farms from FIBRIA S/A located in São Mateus and Aracruz (Espírito Santo state, Brazil) and also from two seasons were compared. The comparison was performed by linear regression tests, including  $\beta_0=0$  and  $\beta_1=1$  hypothesis tests at 5% of significance. Results indicated that MODIS and Vegetation-2 data are significant different even being collected at near period of time and at similar illumination conditions. The Eucalyptus spp phenological changes have not been felt by both set of data, but their relationship has been influenced with higher correlations detected at dry season.

**Palavras-chave:** Spectral characterization of vegetation, Remote sensing of vegetation, biophysical parameters, Caracterização espectral da vegetação, sensoriamento remoto da vegetação, parâmetros biofísicos.

### 1. Introdução

A utilização de Índices de Vegetação (IVs) gerados a partir de sensores orbitais vem se tornando uma prática corriqueira tanto na academia, quanto no mundo cooperativo.

Agências responsáveis pela administração e pela distribuição de dados gerados por diferentes sensores têm colocado à disposição da comunidade de usuários uma infinidade de produtos, sobre os quais são fundamentados diferentes estudos relacionando propriedades biofísicas de dosséis vegetais com IVs e/ou com dados radiométricos gerados e convertidos mediante o emprego de diferentes critérios. Frequentemente opta-se por dados de sensores específicos no estabelecimento de relações empíricas entre o universo geo-biofísico e o espectral, dadas as facilidades de acesso, custo ou cultura de grupos de pesquisa ou de diferentes corporações.

Modelos empíricos relacionando variáveis espectrais, disponíveis ou geradas a partir de dados radiométricos presentes em imagens orbitais, com variáveis biofísicas da cobertura vegetal são avaliados para específicos conjuntos de dados. Os desempenhos destes modelos são avaliados ou validados também de forma específica, desconhecendo-se, por exemplo, qual seria o resultado se dados de outro sensor fossem utilizados no estabelecimento dos mesmos modelos.

O sensor MODIS, a bordo do satélite Terra, tem seus dados disponibilizados em diferentes produtos, dentre os quais se destacam o MOD09A1, que são valores de reflectância de superfície, o MOD13Q1, que são índices de vegetação EVI e NDVI e o MOD15A2, que são estimativas de Índices de Área Foliar (LAI).

A bordo do satélite SPOT-5 há o sensor Vegetation-2 (VGT), cujos dados podem ser disponibilizados também em formato de índice de vegetação (NDVI) e em valores de reflectância de superfície de cada banda espectral (4 bandas).

A partir das informações destes dois sensores é possível então calcular ou utilizar dados radiométricos no estabelecimento de relações empíricas com dados biofísicos da vegetação.

O objetivo deste trabalho é comparar diferentes IVs obtidos a partir de dados dos sensores MODIS e Vegetation-2 coletados em plantios de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) localizados no estado do Espírito Santo em duas estações do ano.

## 2. Metodologia

O trabalho foi realizado em plantios de eucalipto pertencentes à Empresa FIBRIA S/A localizados nas Unidades Florestais de Aracruz e de São Mateus, que se encontram no litoral norte do Estado do Espírito Santo.

Foram adquiridos os produtos do sensor MODIS do satélite Terra especificados na Tabela 1 na página do GLOVIS (<http://glovis.usgs.gov/>).

Tabela 1. Especificações dos produtos MODIS adquiridos.

Produto	Conteúdo	Especificações	Resolução	Tile	Datas*	
					Período chuvoso	Período seco
MOD09A1	Reflectância de Superfície	Bandas 1 a 7; composição de 8 dias	500 m	h14v10	89/2011	265/2011
MOD13Q1	EVI e NDVI, Reflectância de Superfície	Bandas 1, 2, 3 e 7; composição de 16 dias	250 m		81/2011	257/2011
MOD15A2	LAI	Composição de 8 dias	1000 m		89/2011	265/2011

\*A contagem do tempo dos produtos MODIS é em dia do ano: 89 refere-se ao dia 30 de Março, por exemplo, e 265 a 22 de Setembro.

Os dados extraídos das imagens MODIS foram armazenados em planilhas eletrônicas e posteriormente convertidos para valores analíticos. Para isso, foram utilizados valores *Scale Factor* e *Offset*, específicos para cada produto, mediante a equação de conversão explicada nos guias de usuários dos produtos MODIS (HEINSCH et al., 2003; MYNENI et al., 2003; SOLANO et al., 2010; VERMOTE et al., 2011). Foram também calculados os índices de vegetação SAVI e NDWI a partir das médias dos valores de reflectância de superfície das bandas do sensor MODIS, cujas equações são descritas adiante.

Os dados do sensor Vegetation-2 foram acessados na página da VITO (<http://free.vgt.vito.be>) optando-se pelos produtos S10 a bordo do satélite SPOT-5 referente à região da América do Sul (*S-America*). Ao selecionar a opção de formato em NDVI, o produto com resolução de 1 km fornece também os valores de reflectância nas quatro bandas do sensor. As datas selecionadas foram de 01 de Abril de 2011 e 21 de Setembro de 2011, que abrangem os dois períodos de coleta de dados em campo, estes últimos não utilizados e nem apresentados neste trabalho. A seguir, o EVI, o SAVI e o NDWI foram calculados a partir das médias dos valores de Fator de Reflectância Bidirecional (FRB) das bandas do sensor Vegetation-2 em ambas as datas, mediante as equações descritas abaixo.

Dentre os índices de vegetação, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) é o mais utilizado para estudos de caracterização e monitoramento da vegetação (SOUSA; PONZONI, 1998) e se dá pela relação:

$$NDVI = \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(\rho_{IVP} + \rho_V)} \quad (1)$$

Onde  $\rho_{IVP}$  é o valor de reflectância no infravermelho próximo e  $\rho_V$  refere-se ao valor de reflectância na banda do vermelho (ROUSE et al., 1974).

Tipicamente, os índices que tentam minimizar a interferência de diversos fatores sobre o NDVI incorporam um fator de ajuste, como apresentado na equação do SAVI:

$$SAVI = (1 + L) \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(\rho_{IVP} + \rho_V + L)} \quad (2)$$

Onde L é o fator de ajuste para o substrato do dossel e equivale a 0,5 (HUETE, 1988). Ainda com o escopo de aperfeiçoar o sinal da resposta da vegetação foi desenvolvido o Índice de Vegetação Melhorado (*Enhanced Vegetation Index*, EVI), que melhora a sensibilidade em regiões com maiores densidades de biomassa, além de reduzir as influências atmosféricas (HUETE et al., 2002). Seu cálculo se dá pela seguinte relação:

$$EVI = G \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(\rho_V + C1\rho_V - C2\rho_A + L)} \quad (3)$$

Onde L é fator de ajuste para o solo e C1 e C2 são os coeficientes que descrevem o uso da banda azul para a correção da banda vermelha quanto ao espalhamento atmosférico por aerossóis.

O Índice de Diferença Normalizada da Água (*Normalized Difference Water Index*, NDWI) foi desenvolvido com o intuito de obter informações quanto ao conteúdo de umidade interno à vegetação. Gao (1996) verificou que o NDWI consegue acompanhar mudanças na biomassa e no estresse de umidade das plantas melhor do que o NDVI. Ele pode ser definido da seguinte forma:

$$NDWI = \frac{(\rho_{IVP} - \rho_{IVM})}{(\rho_{IVP} + \rho_{IVM})} \quad (4)$$

Onde são contempladas as reflectâncias do infravermelho próximo ( $\rho_{IVP}$ ) e do infravermelho médio ( $\rho_{IVM}$ ).

Vale salientar que estes índices e demais dados radiométricos dos dois sensores em questão foram disponibilizados então para duas épocas do ano, sendo uma em abril e outra em setembro de 2010, referentes ao período chuvoso e ao período seco, respectivamente.

## 2.1 Análise estatística

Os índices calculados a partir de dados de cada um dos dois sensores (MODIS e Vegetation-2) foram comparados mediante teste de regressão linear simples, segundo a equação 5.

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (5)$$

Onde:  $\hat{Y}_i$  é a variável dependente ou explicada,  $X_i$  é a variável independente ou explicativa e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são, respectivamente, o intercepto e a inclinação da reta e recebem o nome de coeficientes de regressão. No caso, não foi levada em consideração uma relação de dependência entre índices gerados por produtos diferentes, senão os testes aplicados à regressão em questão serviram como base de avaliação do grau de aderência entre eles.

Foram então testadas as hipóteses de  $\beta_0=0$  e  $\beta_1=1$ , ou seja, que no estabelecimento da regressão linear entre os valores de dois métodos, se  $\beta_0=0$  e  $\beta_1=1$ , os valores observados em cada parcela seriam exatamente os mesmos, pois a reta resultante passaria pela origem dos eixos x e y e sua inclinação de 45° (tangente de 45° = 1).

Em primeiro lugar, com base na análise de variância (ANOVA), testou-se a significância da regressão, ou seja, se  $\beta_1$  seria diferente de 0. Em seguida, foram testadas as hipóteses  $\beta_0=0$  e  $\beta_1=1$  através da aplicação de um teste simultâneo. Neste caso, com relação ao coeficiente  $\beta_0$ , se o valor P for maior do que 5%, conclui-se que  $\beta_0$  pode ser zero, ou seja, o intercepto pode passar pela origem. Quanto a  $\beta_1$ , a avaliação é correspondente ao teste F aplicado

anteriormente, sendo este coeficiente diferente de zero. O resultado dessa aplicação ainda definiu um intervalo de confiança representado por uma elipse para valores de  $\beta_1$ , assumindo  $\beta_0=0$ .

Estas análises foram conduzidas para os dados de cada época do ano, procurando observar a ocorrência de diferenças nas relações estabelecidas em função das variações fenológicas dos plantios de eucalipto.

### 3. Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os resultados das comparações estatísticas entre os índices calculados a partir dos dois sensores nas duas diferentes épocas do ano. Neste ponto ressalta-se que os IVs EVI e NDWI com resolução de 250m do sensor MODIS foram obtidos a partir de dados degradados das bandas 3 e 7, ambas com resolução espacial original de 500m.

Tabela 3 – Resultados dos testes estatísticos para comparações entre índices de vegetação obtidos a partir do MODIS (resolução espacial de 500m) e Vegetation-2 (resolução espacial de 1000m).

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Análise de Regressão</th> </tr> <tr> <th></th> <th>gl</th> <th>SQ</th> <th>MQ</th> <th>F</th> <th>valor-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regressão</td> <td>1</td> <td>0,005</td> <td>0,005</td> <td>2,103</td> <td>0,1561</td> </tr> <tr> <td>Resíduo</td> <td>34</td> <td>0,088</td> <td>0,003</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>35</td> <td>0,093</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Coeficientes</th> <th>Erro padrão</th> <th>Stat t</th> <th colspan="2">valor-P</th> </tr> <tr> <td>b0</td> <td>0,715</td> <td>0,088</td> <td>8,1119</td> <td colspan="2">0,0000</td> </tr> <tr> <td>b1</td> <td>0,162</td> <td>0,112</td> <td>1,4503</td> <td colspan="2">0,1561</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)</td> </tr> <tr> <td>B1min =</td> <td>-0,1588</td> <td></td> <td>B1max =</td> <td colspan="2">0,4830</td> </tr> </tbody> </table>	Análise de Regressão							gl	SQ	MQ	F	valor-P	Regressão	1	0,005	0,005	2,103	0,1561	Resíduo	34	0,088	0,003			Total	35	0,093				Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P		b0	0,715	0,088	8,1119	0,0000		b1	0,162	0,112	1,4503	0,1561		Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)						B1min =	-0,1588		B1max =	0,4830		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Análise de Regressão</th> </tr> <tr> <th></th> <th>gl</th> <th>SQ</th> <th>MQ</th> <th>F</th> <th>valor-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regressão</td> <td>1</td> <td>0,217</td> <td>0,217</td> <td>31,628</td> <td>0,0000</td> </tr> <tr> <td>Resíduo</td> <td>34</td> <td>0,233</td> <td>0,007</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>35</td> <td>0,449</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Coeficientes</th> <th>Erro padrão</th> <th>Stat t</th> <th colspan="2">valor-P</th> </tr> <tr> <td>b0</td> <td>0,243</td> <td>0,076</td> <td>3,2121</td> <td colspan="2">0,0029</td> </tr> <tr> <td>b1</td> <td>0,679</td> <td>0,121</td> <td>5,6239</td> <td colspan="2">0,0000</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)</td> </tr> <tr> <td>B1min =</td> <td>0,3323</td> <td></td> <td>B1max =</td> <td colspan="2">1,0250</td> </tr> </tbody> </table>	Análise de Regressão							gl	SQ	MQ	F	valor-P	Regressão	1	0,217	0,217	31,628	0,0000	Resíduo	34	0,233	0,007			Total	35	0,449				Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P		b0	0,243	0,076	3,2121	0,0029		b1	0,679	0,121	5,6239	0,0000		Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)						B1min =	0,3323		B1max =	1,0250	
Análise de Regressão																																																																																																																									
	gl	SQ	MQ	F	valor-P																																																																																																																				
Regressão	1	0,005	0,005	2,103	0,1561																																																																																																																				
Resíduo	34	0,088	0,003																																																																																																																						
Total	35	0,093																																																																																																																							
Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P																																																																																																																					
b0	0,715	0,088	8,1119	0,0000																																																																																																																					
b1	0,162	0,112	1,4503	0,1561																																																																																																																					
Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)																																																																																																																									
B1min =	-0,1588		B1max =	0,4830																																																																																																																					
Análise de Regressão																																																																																																																									
	gl	SQ	MQ	F	valor-P																																																																																																																				
Regressão	1	0,217	0,217	31,628	0,0000																																																																																																																				
Resíduo	34	0,233	0,007																																																																																																																						
Total	35	0,449																																																																																																																							
Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P																																																																																																																					
b0	0,243	0,076	3,2121	0,0029																																																																																																																					
b1	0,679	0,121	5,6239	0,0000																																																																																																																					
Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)																																																																																																																									
B1min =	0,3323		B1max =	1,0250																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Análise de Regressão</th> </tr> <tr> <th></th> <th>gl</th> <th>SQ</th> <th>MQ</th> <th>F</th> <th>valor-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regressão</td> <td>1</td> <td>0,001</td> <td>0,001</td> <td>0,787</td> <td>0,3813</td> </tr> <tr> <td>Resíduo</td> <td>34</td> <td>0,054</td> <td>0,002</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>35</td> <td>0,056</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Coeficientes</th> <th>Erro padrão</th> <th>Stat t</th> <th colspan="2">valor-P</th> </tr> <tr> <td>b0</td> <td>0,470</td> <td>0,062</td> <td>7,6478</td> <td colspan="2">0,0000</td> </tr> <tr> <td>b1</td> <td>0,105</td> <td>0,118</td> <td>0,8871</td> <td colspan="2">0,3813</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)</td> </tr> <tr> <td>B1min =</td> <td>-0,2341</td> <td></td> <td>B1max =</td> <td colspan="2">0,4435</td> </tr> </tbody> </table>	Análise de Regressão							gl	SQ	MQ	F	valor-P	Regressão	1	0,001	0,001	0,787	0,3813	Resíduo	34	0,054	0,002			Total	35	0,056				Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P		b0	0,470	0,062	7,6478	0,0000		b1	0,105	0,118	0,8871	0,3813		Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)						B1min =	-0,2341		B1max =	0,4435		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Análise de Regressão</th> </tr> <tr> <th></th> <th>gl</th> <th>SQ</th> <th>MQ</th> <th>F</th> <th>valor-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regressão</td> <td>1</td> <td>0,050</td> <td>0,050</td> <td>11,420</td> <td>0,0018</td> </tr> <tr> <td>Resíduo</td> <td>34</td> <td>0,148</td> <td>0,004</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>35</td> <td>0,198</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Coeficientes</th> <th>Erro padrão</th> <th>Stat t</th> <th colspan="2">valor-P</th> </tr> <tr> <td>b0</td> <td>0,101</td> <td>0,092</td> <td>1,0990</td> <td colspan="2">0,2795</td> </tr> <tr> <td>b1</td> <td>0,826</td> <td>0,244</td> <td>3,3793</td> <td colspan="2">0,0018</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)</td> </tr> <tr> <td>B1min =</td> <td>0,1244</td> <td></td> <td>B1max =</td> <td colspan="2">1,5280</td> </tr> </tbody> </table>	Análise de Regressão							gl	SQ	MQ	F	valor-P	Regressão	1	0,050	0,050	11,420	0,0018	Resíduo	34	0,148	0,004			Total	35	0,198				Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P		b0	0,101	0,092	1,0990	0,2795		b1	0,826	0,244	3,3793	0,0018		Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)						B1min =	0,1244		B1max =	1,5280	
Análise de Regressão																																																																																																																									
	gl	SQ	MQ	F	valor-P																																																																																																																				
Regressão	1	0,001	0,001	0,787	0,3813																																																																																																																				
Resíduo	34	0,054	0,002																																																																																																																						
Total	35	0,056																																																																																																																							
Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P																																																																																																																					
b0	0,470	0,062	7,6478	0,0000																																																																																																																					
b1	0,105	0,118	0,8871	0,3813																																																																																																																					
Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)																																																																																																																									
B1min =	-0,2341		B1max =	0,4435																																																																																																																					
Análise de Regressão																																																																																																																									
	gl	SQ	MQ	F	valor-P																																																																																																																				
Regressão	1	0,050	0,050	11,420	0,0018																																																																																																																				
Resíduo	34	0,148	0,004																																																																																																																						
Total	35	0,198																																																																																																																							
Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P																																																																																																																					
b0	0,101	0,092	1,0990	0,2795																																																																																																																					
b1	0,826	0,244	3,3793	0,0018																																																																																																																					
Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)																																																																																																																									
B1min =	0,1244		B1max =	1,5280																																																																																																																					

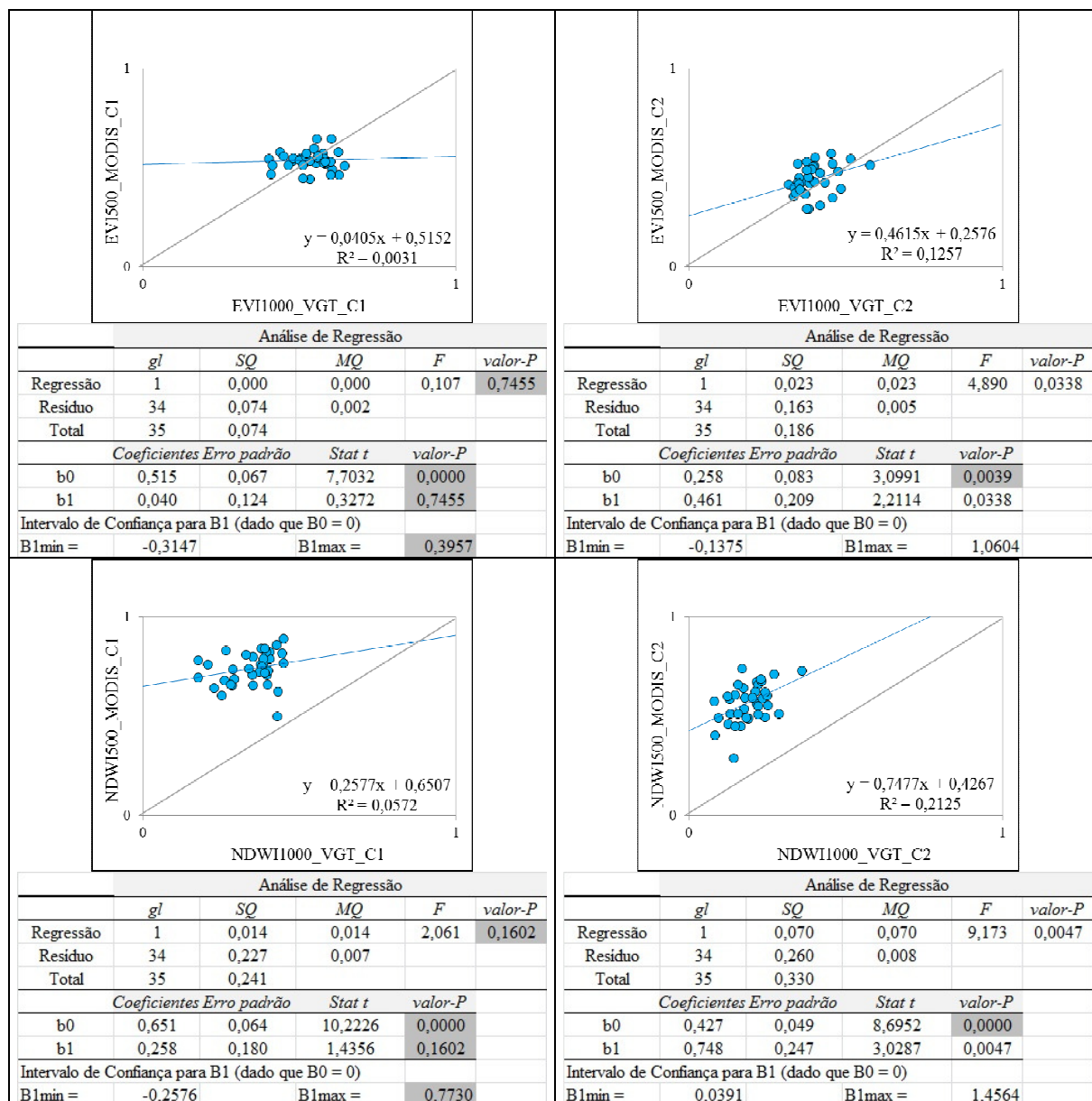
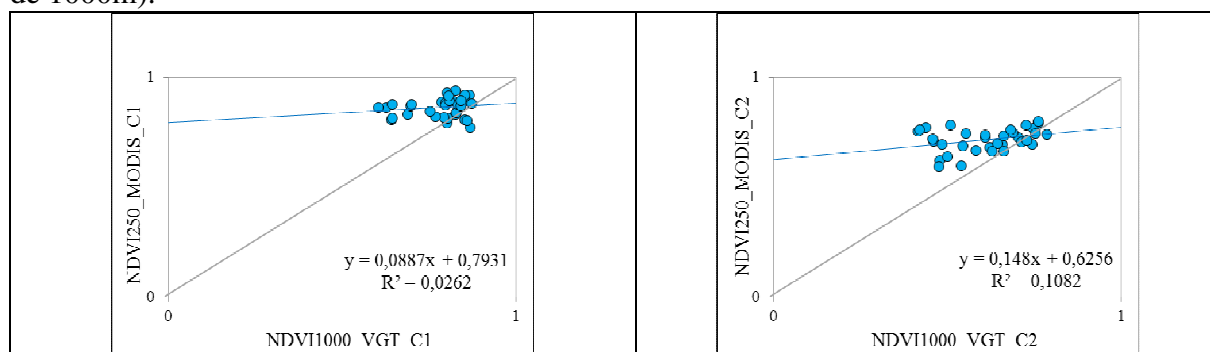
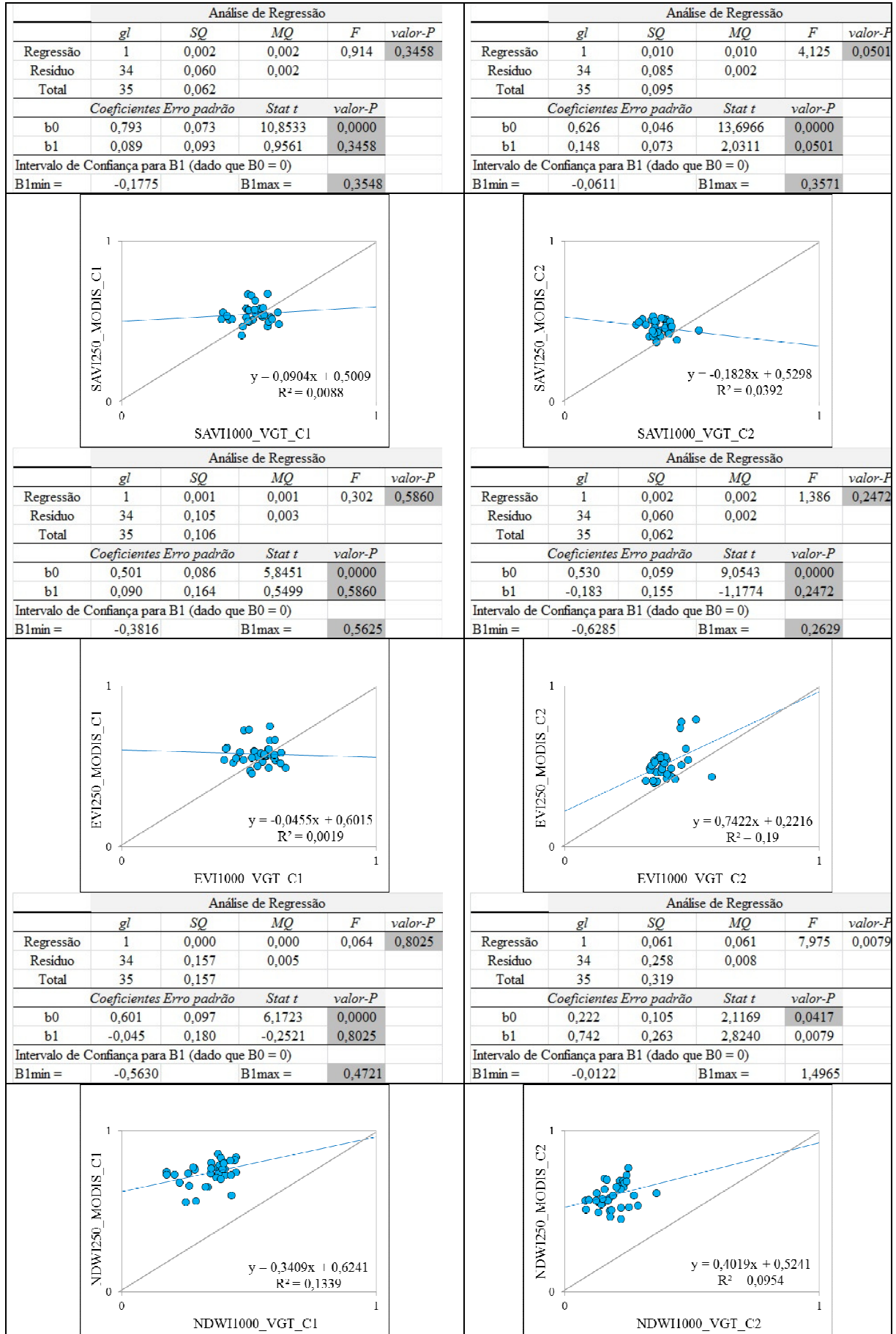


Tabela 4 – Resultados dos testes estatísticos para comparações entre índices de vegetação obtidos a partir do MODIS (resolução espacial de 250m) e Vegetation-2 (resolução espacial de 1000m).





Análise de Regressão						Análise de Regressão					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>		<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-F</i>
Regressão	1	0,024	0,024	5,255	0,0282	Regressão	1	0,020	0,020	3,587	0,0668
Resíduo	34	0,156	0,005			Resíduo	34	0,192	0,006		
Total	35	0,157				Total	35	0,212			
		Coeficientes Erro padrão		<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>			Coeficientes Erro padrão		<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
b0	0,624	0,053	11,8358	0,0000	b0	0,524	0,042	12,4228	0,0000		
b1	0,341	0,149	2,2924	0,0282	b1	0,402	0,212	1,8939	0,0668		
Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)						Intervalo de Confiança para B1 (dado que B0 = 0)					
B1min =	-0,0860		B1max =	0,7677	B1min =	-0,207246		B1max =	1,0111		

Nas tabelas 3 e 4, as células sombreadas indicam valores não significativos para a ANOVA e para resultados não significativos para o teste das hipóteses  $\beta_0=0$  e  $\beta_1 \neq 0$ . Quando a hipótese de que  $\beta_1 \neq 0$  foi confirmada, seguiu-se com o teste para o intervalo de confiança de  $\beta_1=1$ .

Das relações apresentadas na Tabela 3 somente aquelas estabelecidas entre NDVI500\_MODIS e NDVI1000\_VGT, SAVI500\_MODIS e SAVI1000\_VGT, EVI500\_MODIS e EVI1000\_VGT e finalmente NDWI500\_MODIS e NDWI1000\_VGT, todas para os dados referentes ao mês de setembro (período seco, ao lado direito da tabela), apresentaram alguma correspondência significativa, apesar de ainda os resultados se mostrarem bastante dispersos ao redor da linha de regressão estabelecida. Essa dispersão dos dados permitiu, inclusive, que fosse estabelecido um intervalo de confiança para  $\beta_1$  quando tratando-se do EVI. Já nos resultados da Tabela 4, apenas a relação entre NDWI250\_MODIS e NDWI1000\_VGT se mostrou significativa, sendo esta também relativamente fraca.

Há de se considerar aqui a diferença na resolução espacial entre os dados dos dois sensores (MODIS = 250/500m e Vegetation-2 = 1000m). Desta forma, os pixels do sensor Vegetation-2 acabam por considerar alvos fora da área abrangida por aqueles imageados pelo sensor MODIS. Em função disso, evidentemente não se esperava que o valor absoluto dos índices fosse similar entre si, mas havia alguma expectativa que apresentassem níveis mais elevados de correlação. Além disso, destaca-se que por se tratar de composições de 8 ou 16 dias no caso do MODIS e 10 dias no caso do Vegetation-2, não necessariamente o dia selecionado para ser disponibilizado nos produtos foi o mesmo, de maneira que a iluminação solar e o posicionamento do satélite no momento de coleta podem influenciar na resposta da vegetação registrada pelos sensores. Neste sentido, outro ponto a ser levado em consideração refere-se ao processamento digital das imagens, uma vez que os procedimentos de correção atmosférica utilizados nos dados gerados pelos dois sensores são diferentes: os produtos do sensor MODIS são corrigidos pelo modelo 6S (*Second Simulation of the Satellite in the Solar Spectrum Radiative Code*) enquanto os dados do Vegetation-2 pelo modelo SMAC (*Simplified Method for the Atmospheric Correction*), que podem acabar por alterar as informações originais.

#### 4. Conclusões

Os resultados indicaram que mesmo se tratando de dados de natureza similar (índices de vegetação) e gerados com relativamente pouca defasagem temporal entre si, índices gerados por diferentes sensores não podem ser considerados correlacionados. Essas diferenças devem interferir no desempenho de modelos empíricos estabelecidos entre variáveis biofísicas da vegetação e dados radiométricos orbitais e elas ainda se alteram em função das mudanças fenológicas da vegetação e geometria de iluminação.

#### Referências Bibliográficas

GAO, B. C. NDWI - A Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p. 257-266, 1996.

- HEINSCH, F. A.; REEVES, M.; VOTAVA, P.; KANG, S.; MILESI, C.; ZHAO, M.; GLASSY, J.; JOLLY, W. M. **User's guide: GPP and NPP (MOD17A2/A3) products NASA MODIS land algorithm version 2.0**. 57 p. Disponível em: <http://www.ntsg.umt.edu/modis/MOD17UsersGuide.pdf>. 2003. Acesso em: 18/04/2011.
- HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, p. 295-309, 1988.
- HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices (Special Issue). **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p.195–213, 2002.
- MYNENI, R. B. et al. **User's guide FPAR, LAI (ESDT: MOD15A2) 8-day Composite NASA MODIS land algorithm**. Disponível em: <http://cybele.bu.edu/modismistr/products/modis/userguide.pdf>. Acesso em: 18/04/2011.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W., HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement retrogradation of natural vegetation**. Final Report Type III - NASA/GSFC, 1974.
- SOLANO, R.; DIDAN, K.; JACOBSON, A.; HUETE, A. **MODIS Vegetation Indices (MOD13) C5 User's Guide**. Terrestrial Biophysics and Remote Sensing Lab. University of Arizona. Version 1.00. Maio, 2010.
- SOUSA, C. L.; PONZONI, F. J. Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/Landsat para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de Pinus spp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, Santos, SP. **Anais...** Rio de Janeiro: INPE, 1998.
- VERMOTE, E. F.; KOTCHENOVA, S. Y.; RAY, J. P. **MODIS surface reflectance user's guide**. 2011. Disponível em: <[http://modis-sr.ltdri.org/products/MOD09\\_UserGuide\\_v1\\_3.pdf](http://modis-sr.ltdri.org/products/MOD09_UserGuide_v1_3.pdf)>. Acesso em: 08/09/2011.