

# CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO GERADOS A PARTIR DE DADOS DE ESPECTRORRADIÔMETRO

Marcos Augusto Gomes dos Santos<sup>1</sup>, Waterloo Pereira Filho<sup>2</sup>, Tatiana Mora Kuplich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFSM (PPGGEO), Prédio 17, Av. Roraima n° 1000, marcosagds87@gmail.com; <sup>2</sup>PPGGEO, Av. Roraima n° 1000, Prédio 17, waterloopf@gmail.com; <sup>3</sup> CRS/INPE-MCTIC, Av. Roraima n° 1000, tkuplich@gmail.com

## RESUMO

Os índices de vegetação realçam a contribuição das propriedades da vegetação e permitem estabelecer comparações espaciais e temporais da atividade fotossintética e das variações estruturais do dossel. O objetivo desse estudo foi analisar a correlação entre os dados de espectrorradiometria de campo, originais e convertidos para os índices de vegetação. O presente trabalho foi realizado na área experimental do campus da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Nesse estudo foram utilizados os índices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Vegetation Index Soil-Adjuste) e EVI (Enhanced Vegetation Index), derivados de espectrorradiometria. Como resultado desse estudo, obteve-se correlação significativa entre todos os índices, com forte correlação positiva entre o EVI e SAVI.

**Palavras-chave** — comprimento de onda, espectrorradiometria, sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

*The vegetation indexes highlight the vegetation properties' contribution and allow spatial and temporal comparisons of the photosynthetic activity and of the canopy structural variations. The goal of this study was to analyze the correlation between the field spectroradiometry data, both the original and the converted to vegetation indexes. This work was done on the UFSM (Santa Maria Federal University) campus' experimental area. In this study NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Vegetation Index Soil-Adjusted) and EVI (Enhanced Vegetation Index) indexes were used, all derived from spectroradiometry. As a result of this study, a meaningful correlation was obtained between all indexes, with strong positive correlation between EVI and SAVI.*

**Key words** — wavelength, spectroradiometry, remote sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

O Sol é a principal fonte de energia para todo o sistema solar e, devido à sua elevada temperatura, gera uma grande

quantidade de energia que é irradiada para todo o espaço. Quando a radiação interage com um objeto, pode ser refletida, absorvida ou mesmo transmitida. Em geral a parte absorvida é transformada em calor ou em algum outro tipo de energia e a parte refletida se espalha pelo espaço. O fator que mede a capacidade de um objeto de refletir a energia radiante indica a sua refletância [1].

Em [2] diz que, desde a década de 1960, os cientistas vêm extraíndo e modelando vários parâmetros biofísicos da vegetação com o uso de dados de sensoriamento remoto.

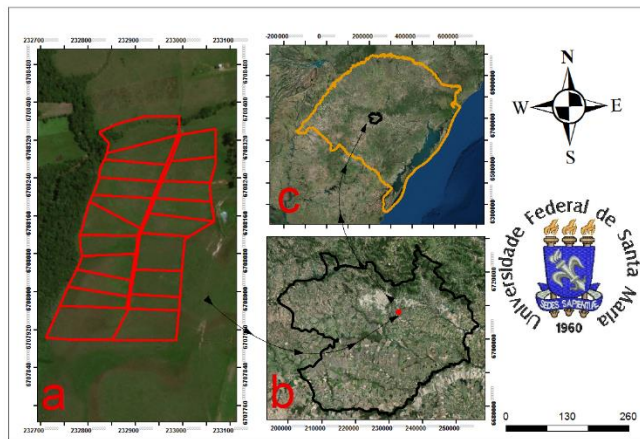
Índices espectrais de vegetação ou simplesmente índices de vegetação têm sido largamente utilizados para monitorar a cobertura vegetal da Terra em escalas global e/ou local [3]. As tentativas para mapear pastagens a partir da análise de imagens de satélite em regiões tropicais e subtropicais frequentemente têm sucesso limitado. Nessas regiões, as pastagens podem ter respostas espectrais similares à vegetação nativa e à cana-de-açúcar [4].

Estatística descritiva trata da coleta, da organização, classificação, apresentação e descrição dos dados de observação. Refere-se à maneira de apresentar um conjunto de dados em tabelas e gráficos como forma de resumir, a partir de certas medidas, as informações contidas nestes dados [5].

O objetivo desse estudo foi analisar a correlação os dados de espectrorradiometria de campo, originais e convertidos para os índices de vegetação sendo eles: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI Normalized Difference Vegetation Index) e SAVI (Vegetation Index Soil-Adjusted) para estimar porcentagem de cobertura verde de pastagens em 20 unidades amostrais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Santa Maria, Rio Grande do Sul em uma das várias áreas experimentais da Universidade Federal de Santa Maria (Figura 1). Situada nas coordenadas geográficas de 29°43'36.97"S e 53°45'38.01"O. Segundo [6] a vegetação nativa de Santa Maria, como em todo o Rio Grande do Sul, compreende duas unidades básicas - campos e florestas -, muito distintas entre si sob os pontos de vista fisionômico, estrutural e florístico.



**Figura 1 – Localização da área de estudo em relação ao município de Santa Maria e em relação ao estado do Rio Grande do Sul.**

Em “a” os talhões amostrais. Em “b” o município de Santa Maria - RS. Em “c” o estado do Rio Grande do Sul.

A área total do local do estudo é de aproximadamente 11 hectares, dívida em 20 parcelas (talhões). Foi locado virtualmente um ponto no centro de cada talhão para identificação dos dados. Cada talhão foi inserido no aplicativo de celular SW maps (SoftWel Maps), utilizado para a localização do ponto central de cada unidade amostral. Após o ponto central localizado obteve-se a medida com o espectrorradiômetro, modelo FieldSpec® HandHeld 2TM ASD Inc. que atua no intervalo de comprimentos de onda entre 325 e 1075 nm, com a resolução espectral de 1 nm. Os dados espectrorradiométricos foram coletados em campo no dia 26/08/2018, no período de 11h e 13h, horário de Brasília, em condições climáticas ideais e adequadas.

Após a mensuração da reflectância, para a análise da proposta foram calculados os índices de vegetação, utilizando os comprimentos de onda red (670 nm) e nir (800 nm) para o NDVI, EVI e SAVI (Tabela 1).

Sigla	Índice	Equação	Autor
SAVI	Índice de Vegetação Ajustado ao Solo	$SAVI = \left[ \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \right] * (1 + L)$ <p>Onde: em que: L é a constante que minimiza o efeito do solo e varia de 0 a 1 (L = 1 utilizado para vegetações densas, L = 0,5 para dosséis médios e L = 0,25 para vegetações abertas).</p>	Huete, (1988)
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada	$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$	Rouse et al., (1974)
EVI	Índice de Vegetação Melhorado	$EVI = G \frac{NIR - RED}{NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L}$ <p>Onde: G = fator de ganho, geralmente assume valor de 2,5; L = ajuste de fundo do dossel vegetal (L=1); C1 e C2 = coeficientes de ajuste da influência dos aerossóis (C1=6; C2=7,5).</p>	Huete et al., (2002)

**Tabela 1 - Índices de vegetação**

Os resultados obtidos dos índices foram submetidos à análise estatística descritiva (média, mediana, desvio padrão, variância amostral, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variação, assimetria, curtose), utilizando-se do software Microsoft Excel.

### 3. RESULTADOS

Primeiramente os resultados foram submetidos a uma análise de estatística descritiva, para o conhecimento detalhado do fenômeno. Calculou-se então a média, a mediana, o desvio padrão, os valores mínimo e máximo, o coeficiente de variação, a curtose e a assimetria (Tabela 2).

	NDVI	EVI	SAVI
$\bar{x}$	0,395	0,303	0,365
Md	0,395	0,290	0,356
Mo	0,249	0,154	0,216
D.P	0,066	0,083	0,074
V.A	0,004	0,007	0,006
C.V%	0,173	0,280	0,031
Ass.	0,094	1,130	1,120
Curt.	1,358	2,356	3,610
Min.	0,249	0,154	0,216
Max.	0,556	0,534	0,585

**Tabela 2: Estatística descritiva dos índices de vegetação setembro de 2018.  $\bar{x}$  – média; Md – mediana; Mo – moda; D.P – desvio padrão; V.A – variância amostral; C.V – coeficiente de variação; Ass. – Assimetria; Curt. – curtose**

A assimetria é uma medida utilizada para demonstrar como e quanto a distribuição de frequência se afasta da simetria, ou seja, se o coeficiente de assimetria > 0, a distribuição é assimétrica à direita. Se o coeficiente de assimetria < 0, a distribuição é assimétrica à esquerda e se o coeficiente de assimetria = 0, a distribuição é simétrica [7].

Para a curtose, que representa a dispersão, achatamento, da distribuição em relação a um padrão, geralmente a curva normal, dá-se que o coeficiente de curtose = 0 a distribuição é mesocúrtica, se o coeficiente de curtose < 0 mostra-se leptocúrtica e curtose > 0 leptocúrtica.

As demais análises estatísticas, testes de normalidade (Tabela 3) e correlação de Pearson (Tabela 4), também foram realizadas no software Microsoft excel.

ÍNDICES	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
	P > 0,05	P > 0,05
NDVI	0,20	0,89
EVI	0,17	0,08
SAVI	0,20	0,05

Tabela 3 – Teste de normalidade

ÍNDICES	NDVI	EVI	SAVI
	NDVI	1	0,60**
EVI	0,60**	1	0,97**
SAVI	0,77**	0,97**	1

Tabela 4 – Correlação de Pearson entre os índices.

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01.

#### 4. DISCUSSÃO

As análises estatísticas realizadas, permitiram constatar a assimetria que os valores da média e mediana para as variáveis estudadas estão próximas, indicando uma homogeneidade entre os índices, preservando as características de cada um. A curtose calculada demonstrou que a distribuição dos dados apresenta uma distribuição leptocúrtica baixa, indicando pouca dispersão em relação a curva normal. Por fim a correlação positiva entre os índices calculados, indica que a medida em que uma variável se altera a variável correlacionada também se altera no mesmo sentido. A maior correlação encontrada foi entre os índices EVI e SAVI, essa relação forte se dá pelo fato de em sua equação apresentarem coeficientes para ajuste de variáveis que influenciam na resposta de cada comprimento de onda utilizado. A baixa correlação do NDVI com os demais consequentemente se dá, pela ausência dos coeficientes de ajuste, sendo que este índice utiliza apenas a razão e divisão de bandas.

#### 5. CONCLUSÕES

De uma forma geral a estatística descritiva contribuiu na análise previa dos dados e revela-se importante antes de se aplicar qualquer técnica que visa estabelecer relação entre variáveis hiperespectrais. O teste de correlação de Pearson mostrou-se eficiente para determinar o nível de relação entre as variáveis estudadas. Novos estudos deverão ser realizados em um número maior de áreas experimentais, utilizando

outros métodos estatísticos em conjunto com métodos geostatísticos. Destaca-se também que o pesquisador deve avaliar a aplicação dos Índices de Vegetação, pois o EVI e o SAVI apresentaram performances parecidas enquanto que o NDVI produziu resultados diferenciados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsas de estudo em nível de mestrado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio a pesquisa, processo 310758/2016-5.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] Steffen, C.A., introdução ao sensoriamento remoto. Disponível em: <<http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. Acesso em: 05 set. 2018.
- [2] Jensen, J.R., Sensoriamento Remoto do Ambiente: “Uma Perspectiva em Recursos Terrestres”. Parêntese, São José dos Capos, (pp.587), 2009.
- [3] Miura, T.; Huete, A. R.; Yoshioka, H.; Holben, B. N., “An error and sensitivity analysis of atmospheric resistant vegetation indices derived from dark target-based atmospheric correction. Remote Sensing of Environment”, (v.78), (pp.284- 298), 2001.
- [4] Price, K.P.; Pike, D.A.; Mendes, L., “Shrub dieback in a semiarid ecosystem: the integration of remote sensing and geographic information systems for detecting vegetation change. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing”. (v. 58), (n. 2), (pp. 455-463), 1992.
- [5] Moares, A.B. Jacobi, L.F. Zanini, R.R., “Caderno didático de estatística. In: Rio Grande do Sul. Produção didático-pedagógica”, Departamento de Estatística -UFSM,Santa Maria, (v.1), 2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/10896619/apostila-de-estatistica-ufsm>. Acesso em: 10/09/2018.
- [6] Marchiori, J.N.C., “A vegetação nativa em santa maria”. Balduinia, Santa Maria, (v. 1), (n. 15), (pp.5-23), maio 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/balduinia/article/view/14062/8789>>. Acesso em: 05 set. 2018.
- [7] Guimarães. E.C., “Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho-escuro textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional”. (pp.85 )2000. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.