

QUANTIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS DO SOLO VIA DIFERENTES SENSORES

LOUISE G. QUEIROZ¹, MERILYN T. A. AMORIM², MARIA E. B. DE RESENDE³,
JULIA S. VIEIRA⁴, ANDRE C. DOTTO⁵, JOSÉ A. M. DEMATTÊ^{6*}

¹ Graduando, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, louise.queiroz@usp.br

² Graduanda, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, merilyn.accorsi@usp.br

³ Graduanda, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, eduardaresende@usp.br

⁴ Graduanda, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, julia.souza.vieira@usp.br

⁵ PhD, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, andreacd@usp.br

⁶ Professor, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, (19) 3417-2128, jamdemat@usp.br

*Corresponding author

Apresentado no

XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019

17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO:

Atributos do solo são importantes no desenvolvimento de plantas, os quais se destacam matéria orgânica (MO) e teor de argila. A quantificação e a determinação são importantes, existindo ferramentas para tais. Dentre elas, o sensoriamento remoto, que permite obtenção da informação de maneiras mais rápida. Vários são os tipos de sensores tendo diferentes resoluções espectrais. O trabalho teve por objetivo comparar o potencial de quantificação de atributos do solo via sensores locados de modo terrestre-laboratorial, em avião e em satélites, com diferentes resoluções. A área de estudo foi em Piracicaba – SP. Foram coletadas amostras em campo (0-20 cm) e analisadas. As amostras foram lidas com sensor hiperespectral em laboratório. Imagens da mesma área e época com solo exposto foram adquiridas dos satélites. Dados de um sensor hiperespectral de avião foi obtido. E assim correlacionados os dados espectrais de cada sensor com análises de solo de matéria orgânica, argila e areia. Os sensores hiperespectrais obtiveram as melhores correlações atingindo R² semelhantes para MO, argila e areia, respectivamente. Por outro lado, em sensores multiespectrais os valores foram mais baixos. Comparando os multiespectrais, o com maior densidade de bandas mostrou R² mais adequados. O Planet, com menos bandas apresentou os resultados menos promissores. Logo, os resultados estão diretamente relacionados as faixas espectrais.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto; sensor hiperespectral; sensor multiespectral.

QUANTIFICATION OF SOIL ATTRIBUTES BY DIFFERENT SENSORS

ABSTRACT:

Soil attributes are important in the development of plants, which stand out organic matter (OM) and clay content. Quantification and determination are important, and there are tools for such. Among them, the remote sensing, which allows to obtain the information in more rapid ways. There are several types of sensors having different spectral resolutions. The objective of this study was to compare the potential of soil attributes quantification via ground-laboratory-based sensors, in airplanes and satellites, with different resolutions. The study area was in Piracicaba - SP. Samples were collected in the field (0-20 cm) and analyzed. Samples were read with hyperspectral sensor in laboratory. Images of the same area and season with exposed soil were acquired from satellites. Data from a hyperspectral plane sensor was obtained. Thus, the spectral data of each sensor were correlated with soil organic matter, clay and sand analyzes. The hyperspectral sensors obtained the best correlations reaching similar R² for MO, clay and sand, respectively. On the other hand, in multispectral sensors the values were lower. Comparing the multispectral ones, the one with the highest density of bands

showed more adequate R^2 . The Planet, with less bands presented the less promising results. Therefore, the results are directly related to the spectral bands.

KEYWORDS: Remote sensing; hyperspectral sensor; multispectral sensor.

INTRODUÇÃO:

Os solos são compostos por diferentes atributos e possuem uma significativa relevância no ambiente. A produção de alimentos de forma sustentável requer o manejo adequado do solo, a partir do conhecimento exaustivo das suas características e propriedades. No entanto, a falta de informação adequada tem levado a inúmeros problemas ambientais relacionados a erosão e contaminação do solo, situações que podem ser evitadas ou mitigadas com o uso de informações pedomorfogeológicas, comumente obtidas via mapeamento de solos.

Atualmente, há uma disponibilidade de diferentes métodos de análise do solo, que vão desde os tradicionais até o uso de sensores remotos. As novas tecnologias de quantificação de atributos do solo por sensoriamento remoto utilizam informações espectrais de sensores aéreos ou imagens de satélites (VISCARRA ROSSEL et al. 2006). Diante das opções de quantificação dos atributos do solo, se faz necessário uma comparação entre os diferentes tipos de sensores. Além disso, cada sensor utiliza diversas faixas espectrais que vão desde multiespectral (4 bandas) até hiperspectral (2150 bandas). Essa comparação entre sensores é importante pois indicará qual sensor produzirá o melhor resultado considerando as faixas espectrais. A comparação entre os diferentes sensores compreendeu, um espectrômetro em laboratório, 3 espectros oriundos de satélites e um sensor embarcado em um avião.

MATERIAL E MÉTODOS:

O presente trabalho foi realizado em uma região dentro do município de Piracicaba, SP. A área escolhida para ser trabalhada possui as coordenadas $23^{\circ} 11' 43''$ a $23^{\circ} 10' 47''$ de latitude sul e $47^{\circ} 51' 21''$ a $47^{\circ} 53' 46''$ de longitude oeste, onde foram coletadas 54 amostras georreferenciadas (Fig. 1).



FIGURA 1. Área de estudo e localização dos pontos.

As amostras coletadas em campo foram espaçadas a 100m de distância entre si, sendo submetidas a análise tradicional em laboratório de rotina para determinação da textura e matéria orgânica. Posteriormente, passaram por análise espectral em laboratório, a partir do espectrômetro FieldSpec Pro (Analytical SpectraDevices, Boulder, Colorado, USA). O espectrômetro possui uma fibra ótica que realiza leituras dentro da faixa espectral entre 350 e

2500 nm. Uma placa Spectralon branca foi utilizada como placa padrão. O segundo sensor utilizou imagens do sensor aéreo hiperespectral AISA. Os demais espectros foram obtidos dos satélites orbitais Sentinel, PlanetScope e Landsat. A imagem adquirida pelo sensor AISA, foi adquirida por conta de um aerolevanteamento que ocorreu em maio de 2016. As imagens do satélite Sentinel foram escolhidas em um intervalo de tempo de a cada 15 dias, entre os meses de janeiro e outubro, desde o lançamento do satélite, com cobertura máxima de 40% de nuvens. As imagens do satélite Planet-Scope foram escolhidas em um intervalo de tempo de 1 vez por semana, entre os meses de julho a outubro, de 2016 e 2017, com cobertura máxima de 10% de nuvens. As imagens do satélite Landsat, foram processadas a partir de uma série temporal e projeta uma imagem sintética de solo exposto (SYSI), segundo metodologia descrita em Demattê et al. (2018).

Os valores obtidos de refletância do FieldSpec, AISA, Landsat, Sentinel e Planet foram utilizados para a predição de matéria orgânica (MO), areia e argila. A refletância do FieldSpec apresenta 2150 bandas, o AISA 357 bandas, o Landsat 6 bandas, o Sentinel 9 bandas e o Planet 4 bandas espectrais. Os valores de textura e de MO obtidas pelas análises laboratoriais tradicionais foram utilizadas como valores de referência na modelagem. Os modelos de predição foram desenvolvidos utilizando a interface gráfica AlradSpectra no software R. A modelagem foi realizada utilizando a regressão Gaussiana (Gaussian Process Regression), em que 60% (33 amostras) dos dados foram utilizados para treinamento e 40% (21 amostras) para validação do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para cada atributo e sensor foi realizado o mesmo processo de modelagem 5 vezes, obtendo 5 resultados diferentes de R^2 , RMSE e RPIQ, e posteriormente realizado uma média dos valores obtidos. Para a MO, o melhor resultado foi encontrado para o sensor FieldSpec com valores de $R^2 = 0.77$, RMSE = 2.13% e RPIQ = 3.03 para a validação (Tabela 1). Esse resultado era esperado devido a maior amplitude das faixas espectrais que vão desde a região do visível (350 – 780 nm) até o infravermelho próximo (780 – 2500 nm). O sensor AISA apresentou um R^2 de 0.68 muito próximo do Sentinel ($R^2 = 0.70$).

Para a argila, o melhor resultado encontrado foi o sensor AISA com valores de $R^2 = 0.78$, RMSE = 7.29% e RPIQ = 3.31, seguido pelo FieldSpec que obteve um $R^2 = 0,70$. Tanto o FieldSpec quanto o AISA abrangem a mesma faixa espectral, tendo uma diferença apenas no número de bandas, uma vez que o AISA conta com 357 e o FieldSpec com 2150. Isso indica que, para quantificar a argila não é necessário ter uma alta densidade de espectros, mas cobrir a faixa espectral que varia do visível ao infravermelho.

A areia obteve o comportamento semelhante ao da argila, em que o melhor resultado encontrado foi utilizando o sensor AISA com $R^2 = 0.79$, RMSE = 7.09% e RPIQ = 3.17, também seguido pelo FieldSpec, com $R^2 = 0.74$, RMSE = 8.13% e RPIQ = 2.49. Esse resultado indica que tanto para a areia quanto para a argila, um sensor hiperespectral com um número menor de espectros é suficiente para a quantificação de tais atributos.

É importante destacar que os resultados apresentados pelo satélite Planet foram muito inferiores aos demais sensores em todos os atributos avaliados, isso se deve pelo fato do satélite utilizar apenas 4 bandas espectrais na região do visível. O FieldSpec e o AISA por serem sensores hiperespectrais, apresentaram os melhores resultados para todos os atributos. Em alguns casos na Tabela 1, os valores de R^2 para treinamento mostraram-se mais elevados do que na validação. Essa variação na modelagem entre o treinamento e a validação pode ser explicado pelo baixo número de amostras utilizadas no modelo.

Atributo	Sensor	Bandas	TREINAMENTO			VALIDAÇÃO		
			R ²	RMSE	RPIQ	R ²	RMSE	RPIQ
MO	FieldSpec	2150 (VIS-NIR)	0.83	1.54	3.92	0.77	2.13	3.03
	AISA	357 (VIS-NIR)	0.66	2.12	2.97	0.68	2.22	2.74
	Sentinel	9 (VIS-NIR)	0.71	2.75	2.21	0.7	2.87	2.13
	Landsat	6 (VIS-NIR)	0.49	3.11	1.82	0.63	3.17	1.84
	Planet	4 (VIS)	0.4	2.81	2.18	0.31	3.02	1.78
Argila	FieldSpec	2150 (VIS-NIR)	0.75	7.08	3	0.7	8.06	2.85
	AISA	357 (VIS-NIR)	0.68	7.34	2.48	0.78	7.29	3.31
	Sentinel	6 (VIS-NIR)	0.52	10.314	1.974	0.62	12.4	1.7
	Landsat	9 (VIS-NIR)	0.42	11.54	1.75	0.6	12.46	1.6
	Planet	4 (VIS)	0.41	10.39	2.2	0.28	11.64	1.63
Areia	FieldSpec	2150 (VIS-NIR)	0.74	7.17	2.74	0.74	8.13	2.49
	AISA	357 (VIS-NIR)	0.74	6.88	2.74	0.79	7.09	3.17
	Sentinel	6 (VIS-NIR)	0.6	10.98	1.92	0.61	11.34	1.61
	Landsat	9 (VIS-NIR)	0.5	12.1	1.75	0.53	11.49	1.53
	Planet	4 (VIS)	0.34	11.15	1.9	0.28	11.68	1.82

TABELA 1. Síntese dos valores obtidos de cada sensor.

CONCLUSÕES:

Diante dos resultados, conclui-se que é possível quantificar atributos do solo via sensores remotos com variação de assertividade. Os sensores hiperespectrais (FieldSpec e AISA) apresentam maior resolução espectral e como esperado, o FieldSpec, espectrômetro portátil, obteve-se o melhor resultado em relação ao AISA e demais sensores devido a distância do alvo e resolução espectral. Contudo, tal hipótese ocorreu apenas na modelagem da Matéria Orgânica.

A assertividade dos sensores multiespectrais permaneceu em uma ordem fixa de Sentinel, Landsat e Planet. Essa ordem é explicada pelo fato de obterem bandas desde o visível até o infravermelho próximo, e dessa forma apresentarem uma melhor correlação, enquanto que as bandas do Planet não atingem o infravermelho próximo explicando seus resultados baixos. Apesar de o Planet apresentar uma boa resolução espectral e permitir melhor visualização das variações por cores, não é ideal para quantificação, pois necessitaria dos dados espectrais do infravermelho próximo. O Sentinel apresentou melhores resultados que o Landsat pelo fato de ter uma resolução espectral melhor que a do Landsat, de 9 bandas contra 6 bandas, respectivamente.

REFERÊNCIAS:

- Demattê, José Alexandre & Fongaro, Caio & Rizzo, Rodnei & Safanelli, José. (2018). Geospatial Soil Sensing System (GEOS3): A powerful data mining procedure to retrieve soil spectral reflectance from satellite images. *Remote Sensing of Environment*.
- VISCARRA ROSSEL, R. A. et al. Visible, near infrared, mid-infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties.