

## Algoritmos de aprendizado na quantificação da matéria orgânica via tecnologia limpa

Ana Clara Pereira Braga (1); Heydi Soledad, Paulo Gallo(3); José A.M. Demattê(4)

*Department of Soil Science, College of Agriculture "Luiz de Queiroz", University of Sao Paulo, Pádua Dias Avenue, 11, CP 9, Piracicaba, SP, 13418-900, Brazil, 2, Pesquisador, Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, Castro (PR). Email address: anaclarap.b@usp.br (A.C. Braga).*

**Resumo:** Cada vez mais existe a necessidade do uso de tecnologias sustentáveis. As atuais análises de carbono são caras, demoradas e podem necessitar do uso de produtos tóxicos. Com o intuito de mitigar esse problema, o presente trabalho teve o objetivo de quantificar teores de matéria orgânica do solo via energia eletromagnética refletida expressa por diferentes métodos de machine learning. Foram analisadas aproximadamente 18000 amostras de solo coletadas no estado do Paraná (Brasil) e fornecidas pelo laboratório da Fundação ABC. A coleta das amostras foi realizada com trado holandês na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras foram separadas, numeradas e despejadas em placas de petri e lidas no sensor fieldspec (400-2500 nm). O equipamento consegue quantificar a reflectância em cada comprimento de onda que interage com os elementos contidos na amostra de terra. Como possui 2500 bandas, utiliza-se um modelo de aprendizado de máquinas para extrair as informações do elemento desejado. A quantificação de matéria orgânica atingiu R<sup>2</sup> de 0.51, 0.57, 0.39, 0.75, 0,86 quando modelada pelos métodos MLR, PLSR, SVM, RF, Cubist respectivamente. Os resultados mostraram que os métodos de Random Forest e Cubist alcançaram melhor precisão no coeficiente de variação. Portanto, é possível quantificar teores de matéria orgânica do solo via espectroscopia, sendo este rápido e favorável ao meio ambiente, podendo complementar os métodos tradicionais.

**Palavras-chave:** Tecnologias sustentáveis, Machine learning, Quantificação da matéria orgânica.



## **RISCO AMBIENTAL EM SOLO HIDROMÓRFICO AVALIADO PELO FRACIONAMENTO DE FÓSFORO**

Ana Paula Marés Mikosik\*; Fabiana Gavelaki; Carla Gomes de Albuquerque; Nerilde Favaretto

*Universidade Federal do Paraná – mares.mikosik@gmail.com\**

**Resumo:** Na interface entre as áreas de cultivo agrícola e os corpos d'água estão as áreas úmidas, constituídas por solos hidromórficos, que desempenham função ambiental. O objetivo deste estudo foi avaliar as frações orgânicas e inorgânicas de P. Foram analisadas as amostras de 0-10 cm de profundidade do Cambissolo e Organossolo, incubadas com 0 e 100% da capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) em 0 e 120 dias. Utilizou-se a seguinte extração sequencial: 1) P solúvel em água; 2) Resina trocadora de ânions; 3) Bicarbonato de sódio – P inorgânico (Pi) e P orgânico (Po); 4) Hidróxido de sódio 0,1 mol L<sup>-1</sup> - Pi ligado aos óxidos de Fe e Al e argilas silicatadas e Po; 5) Ácido clorídrico – Pi ligado a fosfatos de cálcio; 6) Hidróxido de sódio 0,5 mol L<sup>-1</sup> – Pi e Po; 7) P residual. O P lábil é representado pelas frações 1 a 3 e o P moderadamente lábil 4 e 5. Na condição natural, sem adição de P mineral, o P lábil totalizou 5% do P total no Organossolo e 7% no Cambissolo, indicando a menor disponibilidade de P em solos hidromórficos. Com a adição de P mineral equivalente a 100% da CMAP, o P lábil representou, em média, 18% no Organossolo e 26% no Cambissolo, demonstrando que a adição de P aumentou a disponibilidade em ambos os solos, porém com maior predomínio no solo não-hidromórfico. Apesar da menor contribuição do Organossolo no P lábil, observa-se que a maior parte do P total é moderadamente lábil (70%), sinalizando uma preocupação ambiental do P em áreas úmidas.

**Palavras-chave:** Organossolo, áreas úmidas, extração sequencial

IVENCONTRO PAULISTA DE  
CIÊNCIA DO SOLO – IVEPCiS  
26 e 27 de abril de 2022  
"Ciência do Solo e Agricultura  
Sustentável"



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual São Paulo**

## **A VIS-NIR-SWIR AND MIR SPECTROSCOPY APPROACH FOR SOIL CHARACTERIZATION AND DISCRIMINATION: A BRAZILIAN EXAMPLE**

Andres M. Rico Gomez<sup>1</sup>; Heidy Soledad Rodríguez Albarracín<sup>1</sup>; Nicolás A. Rosin<sup>1</sup>;  
José A. M. Demattê<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Department of Soil Science, "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, University of São Paulo,  
Piracicaba, Brazil: e-mail: anmricogo@usp.br.

**Abstracts:** Soil directly or indirectly supports all forms of life on Earth. Understanding the intrinsic characteristics that shape it allows for proper management of this resource. The potential of using spectroscopy for the quantification of soil attributes (used for soil discrimination and classification) through its spectral signature is widely documented in the literature. However, despite these advances, we still do not understand whether it is possible to achieve taxonomic discrimination similar to formal soil classification systems using spectral data. The objective of this study was to propose a soil discrimination protocol by merging spectral data in Visible Near Infrared, Shortwave Infrared (Vis-NIR-SWIR) and mid-infrared (MIR). Fifteen soil profiles, located in the State of Pernambuco, Brazil, were analyzed. The Spearman correlation between soil attributes (clay, silt, sand, organic matter,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ) and spectral bands was studied to understand the correlation between them. Two spectral band selection methods (manual and machine learning) and distance metrics (Euclidean and Manhattan distance) were used for use in a hierarchical clustering analysis. The best discrimination of soil profiles was with the selection of spectral bands from our data set was using the Recursive Feature Elimination-RFE function selection and Euclidean distance Ward method. Our results indicate that Vis-NIR-SWIR and MIR spectral fusion capture the variability of key soil attributes representing pedogenic pedon characteristics, successfully separating Latossolos and Argissolos from Gleissolos and Neossolos. Spectroscopy is not an end, but a means to a better understanding of pedology. The integrated use of sensors, coupled with the pedometric knowledge and experience of the pedologist can lead to an advanced understanding of the soil.

**Keywords:** soil classification, spectroscopy, Vis-NIR-SWIR, MIR, Recursive Feature Elimination.

## **SERVIÇO ESPECTRAL DE SOLOS DO BRASIL (BraSpecS): UM SISTEMA AMIGÁVEL PARA ESTUDO DE ESPECTROS DE SOLO**

Ariane Francine da Silveira Paiva<sup>1</sup>, Raul Roberto Poppiel<sup>1</sup>, Nicolas Augusto Rosin<sup>1</sup>, José A. M. Demattê<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciência do Solo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. [ariane.silveira@gmail.com](mailto:ariane.silveira@gmail.com); [jamdemat@usp.br](mailto:jamdemat@usp.br); [raulpoppiel@usp.br](mailto:raulpoppiel@usp.br); [narosin@usp.br](mailto:narosin@usp.br)

**Resumo:** Embora muitas Bibliotecas Espectrais de Solo (BESs) tenham sido criadas globalmente, essas bibliotecas ainda não foram operacionalizadas para usuários finais. Para resolver essa limitação, este estudo criou um Serviço Espectral de Solos do Brasil (BraSpecS) online. O sistema foi baseado na Biblioteca Espectral de Solos do Brasil (BESB) com amostras coletadas nas faixas do visível e infravermelho de ondas curtas (vis-NIR-SWIR) e infravermelho médio (MIR). A plataforma interativa permite que os usuários estudem padrões espectrais dos solos e estimem várias propriedades e classificação do solo. O sistema foi testado por 500 usuários brasileiros e 65 internacionais. Os usuários acessaram a plataforma ([besbbr.com.br](http://besbbr.com.br)), carregaram seus espectros e receberam os resultados da previsão do teor de carbono orgânico do solo (COS) e argila por e-mail. A previsão do BraSpecS forneceu bons resultados para dados brasileiros, mas apresentou desempenho variável para outros países. A previsão para países fora do Brasil usando espectros locais (Bibliotecas Espectrais de Solo Locais, ExCSSL) mostrou maior desempenho que o BraSpecS. O  $R^2$  para argila variou de 0,5 (BraSpecS) a 0,8 (ExCSSL) em vis-NIR-SWIR, mas os modelos BraSpecS MIR foram mais precisos na maioria das situações. O desenvolvimento de modelos externos baseados na fusão de amostras locais com BESB formou a Biblioteca Espectral de Solos Global (GSSL). Os modelos GSSL melhoraram a previsão das propriedades do solo para diferentes países. No entanto, o sistema proposto precisa ser continuamente atualizado com novos espectros para que possam ser amplamente aplicados. Assim, o sistema *online* é dinâmico, os usuários podem contribuir com seus dados e os modelos se adaptarão às informações locais. Nossa plataforma web orientada para a comunidade permite que os usuários prevejam os atributos do solo sem aprender a modelagem espectral do solo, o que atrairá os usuários finais a utilizar esta poderosa técnica.

**Palavras-chave:** Sensoriamento próximo, biblioteca espectral de solos, espectroscopia, análise de solo.



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual São Paulo**

## **TÉCNICA DE NORMALIZAÇÃO DE DADOS VIS-NIR-SWIR EM ANÁLISES QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DE SOLOS**

Bruno dos Anjos Bartsch<sup>1</sup>; Nicolas Augusto Rosin<sup>1</sup> (1); Nélida E. Q. Silvero<sup>1</sup> (2);  
Jorge Tadeu Fim Rosas<sup>1</sup> (3); José A. M. Demattê<sup>1</sup> (4)

<sup>1</sup>Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo  
brunobartsch@usp.br

**Resumo:** Os atributos químicos e granulométricos do solo são peças chaves na determinação da sua qualidade e na mitigação das mudanças climáticas. Para fazer frente a esta problemática, dados espectrais (VIS-NIR-SWIR) vem sendo utilizados para estimar de forma rápida e acurada o teor destes atributos. No entanto, dados espectrais precisam seguir um protocolo estrito de qualidade, dentre eles a normalização dos espectros. Neste sentido, objetivou-se avaliar a estimativa do teor de argila, capacidade de troca de cátions (CTC) e elementos trocáveis/disponíveis (P, K, Ca e Mg) do solo via espectroscopia, com tratamentos de normalização e não normalização. A normalização das curvas espectrais, fora feita com o protocolo proposto por Ben Dor et al. (2015). 19.360 amostras, concedidas pela Fundação ABC, com teores de argila, CTC, P, K, Ca e Mg determinados em laboratório de rotina comercial, foram utilizados. Os dados espectrais foram adquiridos na faixa do Vis-NIR-SWIR (350-2500 nm) utilizando 4 diferentes espectrorradiômetros Fieldspec Pro, 3 e 4 (Analytical Spectral Devices, ASD, Boulder, CO). Modelos preditivos foram ajustados utilizando o algoritmo *Cubist* no ambiente R, sem e com a realização prévia da normalização dos espectros, utilizando 2 amostras de areia padrão, conforme proposto por Ben Dor et al. (2015). As amostras foram divididas aleatoriamente em um conjunto de calibração (70%) e validação (30%). Os parâmetros estatísticos avaliados foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), raiz quadrática do erro médio (RMSE) e razão da performance para distância interquartil (RPIQ). O teste não paramétrico *Mann-Whitney* foi utilizado para avaliar se houve diferenças estatísticas entre os dados normalizados e não normalizados. A normalização melhorou os resultados da CTC e Ca, com  $R^2$  0,66 e 0,44, respectivamente. Enquanto, para P e K não houve diferença estatística, com  $R^2$  de 0,25 e 0,24. Para argila e Mg, houve uma diminuição na acurácia, com  $R^2$  0,82 e 0,34.

**Palavras-chave:** Espectroscopia, Sensoriamento próximo, Qualidade do solo.

## DEGRADAÇÃO DO SOLO DETERMINADA POR IMAGENS TEMPORAIS DE SATÉLITE E VARIÁVEIS AMBIENTAIS, NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL

Claudia Maria Nascimento<sup>1</sup>, Fellipe Alcantara de Oliveira Mello<sup>1</sup>, Nelida Elizabet  
Quiñonez Silvero<sup>1</sup>, José A. M. Demattê<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science, College of Agriculture “Luiz de Queiroz”, University of Sao Paulo, Pádua  
Dias Avenue, 11, CP 9, Piracicaba, SP, 13418-900, Brazil  
Email address: [claudia.maria.nascimento@usp.br](mailto:claudia.maria.nascimento@usp.br)

**Resumo:** As regiões tropicais apresentam a maior expansão em terras agrícolas. Dessa forma, pesquisas sobre o processo de degradação do solo são imprescindíveis para prevenir danos à dinâmica social e ambiental. O objetivo principal deste trabalho foi gerar um Índice de Degradação do Solo em uma região tropical com base nos fatores que o afetam. O trabalho foi desenvolvido no Estado de São Paulo, Brasil. Coletamos imagens da área, obtidas por uma série temporal de imagens de satélite Landsat (1985 a 2019) e determinamos as áreas com solo exposto pela metodologia Geospatial Soil Sensing System. Amostras de solo (0-20 cm) foram coletadas para realizar a espacialização dos atributos do solo por meio do algoritmo de Random Forest. As informações climáticas também foram obtidas. Os dados de precipitação foram obtidos usando o conjunto de dados CHIRPS para gerar as informações médias históricas sobre os anos de estudo. A temperatura da superfície foi determinada com base nas bandas térmicas Landsat 5 e 8. Usando o modelo de elevação, outros dados de terreno foram obtidos, como fator LS e Slope. Todas essas variáveis foram sobrepostas pelo algoritmo de agrupamento k-means, normalizando-as para uma forma adimensional a fim de gerar um Índice de Degradação do Solo (SDI) (valores de 1, muito baixo a 5, níveis muito altos de degradação). A matéria orgânica (MO) foi utilizada para validar o modelo. Houve uma relação importante entre o SDI e a refletância espectral de superfície obtida pelo Landsat. Os resultados mostraram que quanto menor a quantidade de OM, maior o risco de degradação. Portanto, o método utilizando dados de sensoriamento remoto multitemporal e variáveis ambientais mostrou-se satisfatório para atender a SDI, que permite a tomada de decisões sobre o uso do solo e políticas públicas.

**Palavras-chave:** Qualidade do Solo, Degradação do solo, Sensoriamento remoto, Imagens temporais de satélite.

## DETECÇÃO DE SOLOS FRÁGEIS EM ÁREAS AGRÍCOLAS VIA SENSORIAMENTO REMOTO

Fellipe Alcantara de Oliveira Mello (1); Henrique Bellinaso (2); Jorge Tadeu Fim Rosas Albarracín (3); José Alexandre Melo Demattê (4)

- 1 Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, [fellipeamello@usp.br](mailto:fellipeamello@usp.br)
- 2 Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, [henriquebellinaso@usp.br](mailto:henriquebellinaso@usp.br)
- 3 Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, [jorgetadeufimrosas@hotmail.com](mailto:jorgetadeufimrosas@hotmail.com)
- 4 Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, [jamdemat@usp.br](mailto:jamdemat@usp.br)

**Resumo:** O avanço das técnicas de sensoriamento remoto aplicadas a ciência do solo oferece soluções diante do avanço da degradação do solo causada por práticas agrícolas inadequadas. O objetivo do presente trabalho é apresentar uma metodologia baseada em sensoriamento remoto temporal e modelagem espacial para identificação de solos hidromórficos. Foram utilizadas informações de solo coletadas em campo e selecionadas digitalmente pela imagem de satélite. Foram combinadas amostras de solo coletadas em campo e via imagem de satélite. Combinando a resposta espectral dos pontos amostrais com informações do relevo, foi calibrado um modelo de florestas aleatórias (random forest) utilizando validação cruzada. O modelo foi aplicado na área de estudo, fazendo a predição de solos hidromórficos. A acurácia do modelo foi de 90% e o coeficiente kappa foi de 0.75. As variáveis que mais contribuíram no modelo foram a declividade, Banda 1 do satélite Landsat e a elevação. As áreas com solos frágeis apresentaram um padrão espacial, margeando os canais de drenagem e as nascentes, indicando uma possível variação do lençol freático nas adjacências da hidrografia e afetando a reflectância espectral devido a umidade do solo. A importância das variáveis do relevo na modelagem indica que o acúmulo de água ocorre em determinadas formas do relevo, que favorecem o acúmulo e infiltração de água no solo. A maior parte das áreas classificadas como frágeis ocorre dentro de áreas agrícolas, ocorrendo um risco de poluição do lençol freático em tais áreas. O trabalho apresenta uma nova aplicação do mapeamento digital com aplicações ambientais, visando aprimoramento das práticas de conservação do solo.

**Palavras-chave:** Solos hidromórficos. Sensoriamento remoto, mapeamento digital de solos.



## **Predição espacial da profundidade do solo através da combinação de técnicas de sensoriamento remoto**

Gabriel Pimenta Barbosa de Sousa<sup>1</sup>; Merilyn Taynara Accorsi Amorim<sup>2</sup>; Bruno dos Anjos Bartsch<sup>3</sup>; José A. M. Demattê<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CP 9, Piracicaba, SP, zip code: 13418-900, Brazil. gabriel1\_pimenta@usp.br

**Resumo:** A profundidade do solo é um dos fatores mais críticos que impactam na produtividade da cultura e dificultam as decisões de manejo adequadas. No entanto, avaliar este parâmetro é também a tarefa mais desafiadora no campo agrônomo. O objetivo deste trabalho foi prever a distribuição espacial da profundidade do solo usando dados de sensoriamento remoto e técnicas de aprendizado de máquina. 292 sítios foram alocados (com base na abordagem de toposequência) e perfurados (de 0 a 2 m) em três locais diferentes no Brasil. Com base neles, foram elaborados mapas de profundidade tradicionais in-situ (denominados empíricos) para futura validação. Em seguida, elaboramos uma estratégia para atingir essas diferentes profundidades por abordagem de sensoriamento remoto (RS). Landsat 8 bandas OLI, Temperatura da Superfície da Terra (LST), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e emissividade nas estações seca e chuvosa, bem como atributos do terreno foram aplicados para prever a profundidade do solo. Para tanto, as covariáveis mais importantes foram selecionadas usando a Recursive Feature Selection (RFE) baseada em Random Forest (RF) e Support Vector Machine (SVM). Em seguida, a aplicação de RF e SVM pelas covariáveis selecionadas foram comparadas com base na validação cruzada de dez vezes para cada local. O melhor modelo foi selecionado com base em R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação), RMSE (Root Mean Square Error) e MAE (Mean Absolute Error) foram usados para avaliar a precisão dos modelos desenvolvidos e a abordagem bootstrapping foi aplicada para fazer incertezas em cada local. Por fim, o mapa previsto foi comparado com o empírico. Os resultados em todas as localidades indicaram que os atributos do terreno foram os fatores mais importantes e a RF teve o maior desempenho na previsão da profundidade do solo.

**Palavras-chave:** Mapeamento digital do solo, pedologia, aprendizagem de máquinas.

## **Mapeamento da severidade de queimadas e sua relação com as classes de solos da Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio/SP.**

Gisele Milare (1,2); Maria Isabel Sobral Escada (1); Angélica Giarolla (1)

(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),  
{gisele.milare;isabel.escada;angélica.giarolla}@inpe.br  
(2) Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)

**Resumo:** Em 2021, na Estação Ecológica (E.E.) de Jataí ocorreram incêndios florestais que atingiram 42,2% de sua área total. A alta severidade das queimadas impactam as características físicas e químicas dos solos que podem limitar a regeneração da vegetação após a passagem do fogo. Além disso, os solos expostos a queimadas mais severas podem ficar mais vulneráveis aos processos erosivos devido tanto pela perda da vegetação, como pela perda da própria matéria orgânica e de sedimentos. Nesse contexto, avaliamos a severidade das queimadas que ocorrem na E.E. de Jataí, identificando as classes de solos mais atingidas. Para isso, realizamos o mapeamento da severidade das queimadas através diferença entre o índice *Normalized Burn Ratio* (NBR) pré-fogo e pós-fogo obtido a partir das imagens Landsat 8. Posteriormente, identificamos as classes de solos atingidas por queimada de alta severidade através de álgebra de mapas. As classes de solo presente na E. E. de Jataí, e sua área estimada, são: latossolo vermelho escuro (4.362,68 ha), neossolos quartzarênicos (2.840,204 ha), latossolo vermelho amarelo (757,621 ha), organossolos méxicos (669,998ha), latossolo roxo (254,736 ha) e neossolo litólicos (114,732 ha). Como resultado da análise, observamos que a E.E. Jataí apresentou área queimada com alta severidade, de 2.383,93 ha (23% da área total), entre o período de 12/07 a 30/09/2021. A classe de latossolo vermelho escuro apresentou maior área atingida pelo fogo com alta severidade, com 1.532,677 ha (35,13%), seguida por neossolos quartzarênicos com 412,37 ha (14,5%), organossolos méxicos com 304,536 ha (45,6%), Latossolo Vermelho Amarelo com 79,63 ha (10,5%) e Latossolo roxo com 54,72ha (21,5%). A classe neossolo litólico não foi atingida por queimadas. O latossolo vermelho escuro e, principalmente, o organossolo méxico tem como característica a presença elevada de matéria orgânica, sua deterioração em função da ocorrência de fogo poderá limitar a regeneração da vegetação nativa.

**Palavras-chave:** conservação dos solos, landsat 8, geoprocessamento.

## **MAPEAMENTO DIGITAL DA ERODIBILIDADE DO SOLO UTILIZANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO: UMA ALTERNATIVA PARA ÁREAS COM DADOS ESCASSOS**

Henrique Bellinaso (1, 2); Nélida E. Q. Silvero (1); Felipe Alcantara de Oliveira Melo (1); Jorge Tadeu Fim Rosas (1); José A. M. Demattê (1)

(1) Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

(2) Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI regional Piracicaba. Rua Campos Salles, 507. Piracicaba, SP, Brasil  
e-mail: henrique.bellinaso@sp.gov.br

**Resumo:** A Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e sua versão revisada (RUSLE), são os modelos de predição de erosão mais utilizados no mundo, principalmente em países em desenvolvimento, onde há escassez de dados. Tecnologias de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (SR) são utilizadas para a obtenção dos diferentes parâmetros (fatores) utilizados nesses modelos, excetuando-se a erodibilidade do solo (fator K), que usualmente é obtido a partir de mapas de solos legados. No entanto, estes mapas nem sempre apresentam escala adequada, principalmente se o objetivo é o planejamento conservacionista de microbacias. O objetivo do trabalho foi utilizar dados de SR e aprendizado de máquina para a obtenção de mapa digital do fator K do solo, com resolução espacial de 30 m, para a área agrícola da região de Piracicaba, SP. O mapeamento foi realizado utilizando como variáveis independentes as bandas de uma imagem multi-temporal de solo exposto (SYSI), obtida de uma série histórica Landsat de 1985 a 2020, e 17 variáveis de terreno derivadas de um modelo digital de elevação (SRTM, pixels de 30 m). Utilizando um banco de dados de 3217 amostras de solo de 0 a 20 cm da região, os valores de erodibilidade foram calculados (metodologia EPIC). Uma parte (70%) das amostras foram utilizadas para calibração do modelo e o restante (30%) para validação. O algoritmo Cubist, que é um tipo de árvore de regressão foi utilizado para construir o modelo, que foi repetido vezes com o objetivo de mensurar as incertezas. Os resultados obtidos ( $R^2$  0,47 e RMSE  $7,4 \cdot 10^{-3} \text{ t ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ) na predição do fator K mostraram-se razoáveis, proporcionando um mapa alternativo e viável da erodibilidade do solo, especialmente em áreas com escassez de dados ou de mapas legados de solo com escala adequada.

**Palavras-chave:** USLE/RUSLE, Erosão, Conservação do Solo, Perda de Solo

## **PREDIÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA REGIÃO DE PIRACICABA ATRAVÉS DE DADOS SENSORIAMENTO PRÓXIMO**

Henrique Bellinaso (1,2), Felipe Alcantara de Oliveira Melo (1); Heidy Soledad Rodríguez Albarracín (1); Nicolás Augusto Rosin (1); José A. M. Demattê (1)

(1) Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

(2) Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI regional Piracicaba. Rua Campos Salles, 507. Piracicaba, SP, Brasil  
e-mail: henrique.bellinaso@sp.gov.br

**Resumo:** A Equação Universal de Perdas de Solo Revisada (RUSLE) é um dos modelos de predição de erosão mais utilizados no mundo. Dentre os parâmetros utilizados pelo modelo está a erodibilidade do solo (fator K), que representa a característica do solo em si em ser mais ou menos susceptível a erosão afetado. Em países em desenvolvimento a baixa disponibilidade de dados de solo pode limitar a adequada utilização desse modelo. O Sensoriamento Próximo apresenta-se como ferramenta disponível para auxiliar a obtenção dessa informação de maneira mais rápida e barata. O objetivo do trabalho foi utilizar dados de sensoriamento próximo para estimar o valor do fator K para solos da região de Piracicaba, SP. Para isso, 3643 amostras de solo foram coletadas e analisadas em laboratório de rotina. As mesmas também tiveram os dados de reflectância coletados em laboratório (ambiente controlado), utilizando-se o espectroradiômetro FieldSpec 3 (350 a 2500 nm). Os valores de erodibilidade das amostras foram calculados (metodologia EPIC) e utilizados como variável dependente. E as bandas espectrais obtidas pelo sensor como variáveis independentes. Através de repartição aleatória, 70% das amostras foram utilizadas para calibração do modelo e 30% para validação, utilizou-se o algoritmo Cubist de aprendizado de máquinas, via pacote caret do programa R. A partição aleatória das amostras, calibração e validação dos modelos foram repetidas 50 vezes. Os parâmetros de validação médios obtidos para o modelo de predição de K foram  $R^2$  0,63 e RMSE  $6,7 \cdot 10^{-3} \text{ t ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ . A utilização de dados de sensoriamento próximo, mostrou-se uma alternativa viável para obtenção dos valores de erodibilidade do solo principalmente para áreas com escassez de dados, principalmente por ser mais rápida e menos onerosa que análises de rotina.

**Palavras-chave:** USLE/RUSLE, Erosão, Machine learning, Conservação do Solo

## EARLY PEDOGENESIS OF AN ANTHROPOGENIC SOIL FROM MARIANA DISASTER AT THE DOCE RIVER ESTUARY

Hermano Melo Queiroz (1); Renata Cristina Bovi (1); Amanda Duim Ferreira (1);  
Francisco Ruiz (1); Youjun Deng (2); Gabriel Nuto Nóbrega (3), Xosé Luis Otero (4);  
Valdomiro S. de Souza Júnior (5), Angelo Fraga Bernardino (6), Miguel Cooper (1);  
Tiago Osório Ferreira (1)

(1) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. E-mails:  
([hermanomelo@usp.br](mailto:hermanomelo@usp.br); [bovir@gmail.com](mailto:bovir@gmail.com); [amandaduim@usp.br](mailto:amandaduim@usp.br); [francisco.ruiz@usp.br](mailto:francisco.ruiz@usp.br);  
[mcooper@usp.br](mailto:mcooper@usp.br); [toferreira@usp.br](mailto:toferreira@usp.br))

(2) Department of Soil and Crop Sciences, Texas A&M University, College Station. E-mail:  
[yjd@tamu.edu](mailto:yjd@tamu.edu)

(3) Universidade Federal Fluminense. E-mail: [gabrielnn@id.uff.br](mailto:gabrielnn@id.uff.br)

(4) Universidad de Santiago de Compostela. E-mail: [xl.otero@usc.es](mailto:xl.otero@usc.es)

(5) Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: [valdomiro.souzajunior@ufrpe.br](mailto:valdomiro.souzajunior@ufrpe.br)

(6) Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: [angelo.bernardino@ufes.br](mailto:angelo.bernardino@ufes.br)

**Abstract:** Mining wastes represent an environmental liability for the industry because they can unintentionally contaminate ecosystems. As a result, numerous efforts have been made to determine proper methods of storage or reuse of wastes. Among the innovative solutions, soils constructed from these wastes may represent a safe alternative for overburden, waste rocks, dumps, and tailings. However, knowledge on the pedogenetic processes that govern the functioning of these anthropogenic soils is still scarce, thereby limiting the ability to assess their potential for providing the ecosystem services that are usually supplied by natural soils. The Fundão dam disaster offers a unique opportunity to evaluate the early pedogenesis of Fe-rich tailings deposited in the Doce River estuary. We aimed to study the pedogenesis of anthropogenic estuarine soil in the Doce River and assess how the newly formed soils may provide ecosystem services or affect overall ecosystem quality. Thus, we studied soils formed from tailings and compared them to the bare mine tailings deposited in the estuary as well as those prior to their deposition. Within four years of pedogenesis, fine particle accumulation (tailings), fast plant colonization, and the coupled Fe dynamics led to the formation of a (Stagnic) Tidalic Spolic Technosol (or Anthropic Typic Hydraquent). Our data indicate the occurrence of different pedogenetic processes (development upbuilding, melanization, incipient paludization, bioturbation, and gleization) that were responsible for an anthropogenic soil formation as well as the provision of ecosystem services (i.e., carbon sequestration, nutrient cycling) that were previously lacking. This study relates new information on the time frame for soil formation, the resilience of tropical estuarine ecosystems, and the unwinding of the world's largest mining disaster.

**Keywords:** Mine tailings, estuarine technosol, Samarco.

## **Can extreme weather events shift mangrove forest soils into a source of contaminants?**

Hermano Melo Queiroz (1); Isadora Okuma Barbosa Ferraz Bragantini (1); Angelo Fraga Bernardino (2); Diego Barcellos (3); Amanda Duim Ferreira (1); Tiago Osório Ferreira (1).

- (1) Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo (ESALQ-USP), Av. Pádua Dias 11, CEP 13418-900 ([hermanomelo@usp.br](mailto:hermanomelo@usp.br); [isadora.bragantini@usp.br](mailto:isadora.bragantini@usp.br); [amandaduum@usp.br](mailto:amandaduum@usp.br); [toferreira@usp.br](mailto:toferreira@usp.br)).
- (2) Department of Oceanography, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo 29075-910, Brazil ([angelo.bernardino@ufes.br](mailto:angelo.bernardino@ufes.br)).
- (3) Department of Environmental Sciences, Federal University of São Paulo (UNIFESP), Rua São Nicolau, 210, Diadema, SP 09913-030, Brazil. ([diego.barcellos@unifesp.br](mailto:diego.barcellos@unifesp.br)).

**Abstract:** Mangrove forests has long been reported as an efficient sink for metals, especially due to the purifying action of its soils which favor the immobilization of these potentially toxic elements. However, the future climate change scenario poses several threats to the functioning of these estuarine ecosystems. The predicted increase in extreme weather events is expected to potentially cause the death of thousands of mangrove hectares. In this sense, we hypothesize that the death of mangroves is expected to trigger the release of metals present in its soils. This study aimed to assess changes in the dynamic of different metals (i.e., Mn, Cu, and Zn) in the soils of a dead mangrove forest. To achieve this aim, soil samples were collected in a dead mangrove forest in SE-Brazil because of an extreme weather event (drought and hailstorm) and compared to an adjacent live mangrove forest. We performed the determination of soil physicochemical parameters (Eh and pH), total metals contents, particle size distribution and performed a metal sequential extraction. Our results showed a loss of 80%, 93%, and 53% of Cu, Mn, and Zn, respectively, in the soil from the dead mangrove forest within one year. This decrease of metals was associated with changes in the soil geochemical environment (establishment of suboxic conditions) and the loss of suspended fine particles in the soil of the dead mangrove forest. The absence of live trees was associated to both effects since live mangrove roots enhance both physical and chemical retention of metals. Our results underscore the high vulnerability of mangrove forests in acting as metal sinks in in the face of the future climate change scenario.

**Keywords:** Estuarine soils, Metal release, Climate change.



## **CARACTERIZAÇÃO DE CLASSES DE SOLO AGRICOLAS POR MEIO DE ANÁLISE ELEMENTAR DA FRUORESCÊNCIA DE RAIOS-X.**

João de Deus Ferreira e Silva<sup>1</sup>; Kathleen Fernandes<sup>2</sup>; Gabriela Mourão de Almeida<sup>3</sup>,  
Luana Bianca Oliveira Silva<sup>4</sup> José Marques Júnior<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup> Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, joao-  
deus.silva@unesp.br, kathleen.fernandes@unesp.br, gabriela.mourao@unesp.br  
jose.marques-junior@unesp.br

**Resumo: Introdução:** A fluorescência de raios-x é uma técnica de detecção proximal pela qual raios-x de baixa potência são usados para fazer determinações elementares em solos. A técnica é rápida, portátil e fornece análise multielementar com resultados geralmente comparáveis às técnicas tradicionais baseadas em laboratório. **Objetivo:** Este trabalho objetivou caracterizar as diferentes classes de solos presentes em uma área agrícola do estado de São Paulo. **Metodologia:** O estudo foi realizado em uma área de 443 hectares da Usina São Martinho, localizada sobre divisor litoestratigráfico arenito-basáltico. Os solos foram classificados, de acordo com o levantamento realizado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (LVd1); Latossolo Vermelho distrófico, textura média ou média argilosa (LVd2); Latossolo Vermelho distrófico, textura média (LVd3); Latossolo Vermelho distrófico, textura arenosa/média (LVd4); Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa (LVdf1); Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa (LVdf4); Neossolo Quartzarênico órtico distrófico, textura arenosa (RQod4). As medidas multielementares maiores Fe, Al, Si, Mn, Ti e foram utilizando o equipamento Rigaku NEX QC (Applied rigaku Technologies, inc., TX USA). **Resultados:** Os teores Fe, Mn e Ti apresentaram os maiores teores associados aos solos distroféricos, associados ao material de origem basalto, demonstrando a forte influência desse material de origem nos teores desses elementos no solo. Para os teores de Al e Si foram obtidos comportamento contrário aos obtidos para os demais elementos, demonstrando que os solos originados essencialmente do material de origem arenito apresentaram os maiores teores desses elementos. **Conclusão:** As medidas dos sensores proximais de fluorescência de raios-x foram eficazes para caracterizar as diferentes classes de solos presentes na área de estudo.

**Palavra-chave:** classes de solo, mapeamento, fluorescência.

## **MAPEAMENTO DOS TEORES DE $Fe_2O_3$ DO BRASIL POR SENSORIAMENTO REMOTO**

Jorge Tadeu Fim Rosas<sup>1</sup>; Nicolas Augusto Rosin<sup>1</sup>; Lucas Tadeu Greschuk<sup>1</sup>; José Alexandre Melo Demattê<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ciências do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba, SP, Brasil. [Jorge.fimrosas@usp.br](mailto:Jorge.fimrosas@usp.br).

**Resumo:** O  $Fe_2O_3$  tem grande importância nos solos tropicais. Ele está relacionado com a estrutura e com a fertilidade dos solos. Portanto, saber o teor destes óxidos dos solos, pode auxiliar nas estratégias de uso e ocupação dos solos. A determinação do  $Fe_2O_3$  por via química, é feita pelo método do ataque sulfúrico, que é custoso e altamente poluidor. Entretanto, novas técnicas, como o sensoriamento remoto apoiadas por algoritmos de aprendizagem de máquinas, estão auxiliando para tornar a quantificação desses óxidos mais sustentável. O objetivo deste estudo foi prever e mapear os teores de  $Fe_2O_3$  no Brasil, por meio de sensoriamento remoto e algoritmos de aprendizado de máquinas. Para cumprir esse objetivo, o banco de dados FEBR foi utilizado. Esse banco é aberto e está disponível em <<https://www.pedometria.org/febr/>>, contendo dados de todo o Brasil. O algoritmo de aprendizado de máquinas *Random Forest* foi utilizado. As covariáveis preditoras do  $Fe_2O_3$  foram espectrais e atributos de terreno. As variáveis espectrais foram obtidas pelo algoritmo *Geospatial Soil Sensing System*, que gera um composto multiespectral de solo descoberto, usando as coleções de imagens *Landsat*. Já os atributos do terreno, foram derivados do modelo digital de elevação obtido pelo *Shuttle Radar 214 Topography Mission*. A camada de solo mapeada foi a de 00-20 cm. Um mapa de  $Fe_2O_3$  com resolução espacial de 30m foi obtido para o Brasil. Este mapa abrange apenas as áreas onde o solo esteve descoberto alguma vez no período de 1982 a 2020. O  $R^2$  da predição foi de (0,65) e RMSE (47,07), permitindo inferir que o algoritmo usado foi eficiente. Os teores de  $Fe_2O_3$  variaram de 17,5 a 230 g.kg<sup>-1</sup>. Os maiores valores foram observados nos solos originados de basalto enquanto os menores valores em solos originados de arenito, o que já era esperado.

**Palavras-chave:** aprendizagem de máquinas, solos tropicais, solo descoberto.

IVENCONTRO PAULISTA DE  
CIÊNCIA DO SOLO – IVEPCiS  
26 e 27 de abril de 2022  
"Ciência do Solo e Agricultura  
Sustentável"



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual São Paulo**

## POTENCIAL PRODUTIVO DOS SOLOS AGRÍCOLAS DO BRASIL

Lucas T. Greschuk (1), Renan Rosalis da Silva (2), Fellipe A. O. Mello (3), José A. M. Demattê (4)

<sup>1, 2, 3, 4</sup> *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)*, [lucasgreschuk@usp.br](mailto:lucasgreschuk@usp.br).

**Resumo:** Estratégias para otimizar o uso de recursos naturais e maximizar o rendimento de plantas cultivadas são fundamentais. O objetivo desse estudo é desenvolver um método para quantificar o potencial produtivo dos solos agrícolas brasileiros associado a técnicas de mapeamento digital de solos. Foram utilizados cerca de 70.000 pontos de tradagem com informações referentes as propriedades químicas, físicas e biológicas de solos agrícolas brasileiros. Cada atributo do solo é avaliado por meio das equações “mais é melhor”, “menos é melhor” e “ponto ótimo”. Após isso foi desenvolvida uma equação de artifício ponderado através da análise de componentes principais do conjunto de dados. Portanto, cada ponto de tradagem recebeu uma nota variado de 0 a 100 referente ao potencial do solo em produzir biomassa vegetal, ou seja, quanto mais próximo de 100, maior é o potencial. As notas são relacionadas a diferentes classes do potencial de produtividade, tal como A (90-100; muito alto); B (85-90; alto); C (80-85; médio/alto); D (75-80; médio); E (70-75; baixo); F (65-70; muito baixo) e G (< 65; extremamente baixo). Após isso foi realizada a espacialização das informações do ponto através de técnicas de mapeamento digital de solo (MDS), aprendido de maquinas e validados em nível fazenda. A área agrícola brasileira total que foi avaliada considerando os usos “lavoura e pastagem” foi cerca de 205 milhões de hectares. As classes foram quantificadas em: A (11 milhões de ha), B (14,5 milhões de ha), C (44,5 milhões de ha), D (50 milhões de ha), E (44 milhões de ha), F (21 milhões de ha) e G (20 milhões de ha). A metodologia utilizada foi efetiva para quantificar o potencial produtivo dos solos agrícolas brasileiros. Os melhores ambientes para o uso agrícola foram em regiões com ausência de déficit hídrico e material de origem oriundo de rochas ígneas vulcânicas.

**Palavras-chave:** atributos do solo, mapeamento digital de solos, monitoramento do solo.



## **SOLOS DO ANTROPOCENO: CLASSIFICAÇÃO DE ANTROPOSSOLO EM ÁREA DEGRADADA POR EROÇÃO ACELERADA NA APA DO TIMBURI, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP**

Mariana dos Santos Moreno (1); João Osvaldo Rodrigues Nunes (2); Leonardo da Silva Thomazini (3); Maria Cristina Perusi (4)

(1) *Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCTE/UNESP) - Câmpus de Ourinhos, m.moreno@unesp.br*

(2) *Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP) - Câmpus de Presidente joao.o.nunes@unesp.br*

(3) *Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP) - Câmpus de Presidente l.thomazini@unesp.br*

(4) *Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCTE/UNESP) - Câmpus de Ourinhos, cristina.perusi@unesp.br*

**Resumo:** O Antropoceno caracteriza-se inquestionavelmente por diversos problemas socioambientais. O início dessa Época geológica, não por coincidência, tem início na segunda metade do século XX, em especial, com a incorporação muitas vezes indiscriminada do pacote tecnológico, inerente à “modernização da agricultura”, comumente convencional e industrial. Nessas condições, a intensa mobilização do solo pode resultar em erosão acelerada que, por sua vez, pode ser responsável pela decaptação de horizontes e ou camadas em determinados compartimentos de relevo e conseqüente deposição em outros. Desse modo, pode-se afirmar que os volumes pedológicos dessa Época, para além dos fatores naturais de formação, são também resultantes da antropogênese, processo que dá origem a materiais muito distintos dos solos naturais: os Antropossolos. Isto posto, infere-se que os processos erosivos podem resultar na formação desses volumes que se diferenciam e muito dos típicos. Nesse sentido, objetivou-se classificar um perfil de Antropossolo em área fortemente degradada por erosão hídrica na APA do Timburi, município de Presidente Prudente/SP. Para tanto, foram realizadas análises físicas, químicas e descrição morfológica de 05 camadas de um perfil localizado na cabeceira de uma ravina na baixa vertente do córrego Primeiro de Maio. As análises químicas e físicas demonstram degradação dessas propriedades, como pH 4,7 e densidade do solo que varia de 1,30 a 1,60 nas camadas superficiais. A descrição morfológica indica o predomínio da textura arenosa, que potencializa os processos erosivos. A presença de carvão e toca de animal em profundidade de 25 a 90 cm, permite classificar esse perfil como Antropossolo Sômico. Sendo assim, com esses resultados, busca-se contribuir para com o debate sobre os Antropossolos, classe que mais tem se expandido ao redor do mundo.

**Palavras-chave:** Solos antropogênicos, ação antrópica, processos erosivos.

## MINERALOGIA DOS SOLOS BRASILEIROS VIA SENSORIAMENTO PRÓXIMO E REMOTO

Nícolas Augusto Rosin<sup>1</sup>; Nélide E. Q. Silvero<sup>1</sup>; Heidy Soledad Rodríguez Albarracín<sup>1</sup>;  
José A. M. Demattê<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, narosin@usp.br.

**Resumo:** A mineralogia desempenha um papel fundamental para humanidade, como na produção de alimentos e combustíveis e na mitigação das mudanças climáticas. No entanto, a análise mineralógica de solos é difícil de ser realizada por métodos tradicionais, e portanto, não é um parâmetro comumente analisado por laboratórios comerciais. Por outro lado, as abundâncias de minerais do solo podem ser estimadas por espectroscopia na faixa do Vis-NIR-SWIR (350-2500 nm) e espacializadas utilizando mapeamento digital de solos. Este trabalho visou mapear as abundâncias dos principais componentes mineralógicos do solo para todo o território brasileiro na superfície e subsuperfície. A Biblioteca Espectral de Solos do Brasil (BESB) com dados espectrais Vis-NIR-SWIR, foi utilizada para estimar as abundâncias de hematita (Hem), goethita (Gt), caulinita (Kt) e gibbsita (Gbs). Atributos de terreno (TA) e uma imagem sintética do solo (SySI) com pixels de solo exposto, provenientes de imagens multi-temporais da série Landsat (1984 a 2020) foram usados como preditores. O modelo *Random Forest* (RF) foi utilizado para predição espacial, obtendo-se mapas dos principais minerais e sua incerteza, pelo procedimento de *bootstrapping*. Os mapas produzidos foram comparados com mapas legados de solo e geologia e também com as condições climáticas e do terreno em escala nacional, regional e de fazenda. Os minerais do solo foram identificados com sucesso e suas abundâncias reveladas pela refletância Vis-NIR-SWIR. A estimativa de Hem apresentou os resultados mais acurados, com  $R^2$  variando de 0,48 a 0,56, seguido por Gbs (0,42 a 0,44), Kt (0,20 a 0,31) e Gt (0,16 a 0,26). A abordagem proposta foi capaz de revelar a distribuição espacial das abundâncias de minerais para o território brasileiro. Os mapas mineralógicos estão de acordo com os mapas legados utilizados e condições ambientais. A abordagem proposta para este trabalho é um método eficiente para obter informações de mineralogia para grandes áreas.

**Palavras-chave:** Mapeamento Digital de Solos; Pedometria; Espectroscopia de solos; solos tropicais.

## **SISTEMA GLOBAL DE MONITORAMENTO DOS SOLOS VIA SENSORIAMENTO REMOTO E POTENCIAIS APLICAÇÕES**

Rodnei Rizzo<sup>1</sup>; Raul Roberto Poppiel<sup>2</sup>; Nélide Elizabet Quiñonez Silvero<sup>2</sup>; José Alexandre M. Demattê<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Environmental Analysis and Geoprocessing Laboratory, Center for Nuclear Energy in Agriculture, University of São Paulo, Av. Centenário, 303, Piracicaba, SP 13416-000, Brazil

<sup>2</sup>Department of Soil Science, “Luiz de Queiroz” College of Agriculture, University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil

**Resumo:** O solo é responsável por vários serviços ecossistêmicos, como regulação do clima e da água, ciclagem de nutrientes, provisão de alimentos e habitat para a biodiversidade. Compreender e monitorar estes recursos requer estratégias versáteis, capazes de obter informações espaciais e temporais detalhadas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema computacional que, utilizando uma coleção multi-temporal de imagens Landsat e dados espectrais de laboratório, monitore solos das mais diversas regiões mundiais, com uma resolução espacial de 30 metros. As imagens de satélite foram processadas seguindo a técnica GEOS3. Ao mesmo tempo, cientistas de diversos países foram convidados a contribuir com dados espectrais de laboratório (verdade terrestre), resultando em uma biblioteca espectral mundial de solos. Em seguida, foram estabelecidos modelos estatísticos capazes de mapear um atributo extremamente relevante, a cor da superfície do solo. Os dados de satélite e da biblioteca espectral global tiveram correlações significativas e variação entre 0,67 - 0,80, reforçando a confiabilidade da reflectância de solos obtida por sensores remotos. Os modelos de predição da cor dos solos tiveram  $R^2$  em torno de 0,65. Além disso, demonstrou-se possíveis aplicações práticas do sistema, estas relacionadas ao monitoramento espacial do carbono orgânico do solo, passivos ambientais em solos hidromórficos, assim como alterações temporais relacionadas à erosão, ou oscilações resultantes do manejo agrícola e irrigação. A partir desses resultados, faz-se necessário um melhor conhecimento das condições regionais e melhoria das estratégias para obtenção remota de dados do solo. No mais, ressalta-se a importância das bibliotecas espectrais de solos, assim como a disponibilização e contínua atualização das mesmas.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto, biblioteca espectral, modelos preditivos, cor do solo.

## **CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE UM PERFIL DE SAMBAQUI, LOCALIZADO EM PANAQUATIRA, MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR (MA)**

Vitória Gleyce Sousa Ferreira (1); Melina Fushimi (2); Marcelino Silva Farias Filho(3);  
*Universidade Estadual do Maranhão, [vitoriagleyce1@gmail.com](mailto:vitoriagleyce1@gmail.com)<sup>1</sup>*  
*Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, [fushimi.melina@gmail.com](mailto:fushimi.melina@gmail.com)<sup>2</sup>*  
*Universidade Federal do Maranhão, [marcelino.farias@ufma.br](mailto:marcelino.farias@ufma.br)<sup>3</sup>*

**Resumo:** Nos últimos anos, estudos sobre os solos antrópicos na qualidade de componente de registro arqueológico dos sambaquis estão progredindo substancialmente. Isso porque o desenvolvimento progressivo sobre os estudos desses solos são base de referência para o carácter antrópico, sendo um dos principais indicadores da existência dos sítios arqueológicos no Brasil. O trabalho teve como objetivo analisar um perfil de solo de sambaqui, localizado no município de São José de Ribamar – MA. Para a consecução dos objetivos, foram realizadas pesquisa de campo, onde fora aberta uma trincheira. A descrição e classificação dos solos foram realizadas de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação do Solo proposto pela Embrapa e procedimentos descritos no Manual Técnico de Pedologia do IBGE. Procedeu-se a descrição dos horizontes e suas espessuras e transições e análise das cores, consistência (seca, úmida e molhada), textura e estrutura em campo. Constatou-se que o Sambaqui de Panaquatira apresenta artefatos cerâmicos em alguns horizontes do solo e um enterramento Tupi localizado no local, o que demonstra a existência de um sítio multicomponencial. Observou-se também a presença de horizontes escuros (TP) na estratigrafia das camadas, essas características possivelmente ocorreram no perfil por conta da presença de riqueza em carbono orgânico e nutrientes. O solo foi classificado, respectivamente, de Antropossolo Conchífero Psamítico hipocarbonático êutrico. Os horizontes amostrados no perfil foram considerados como resultado da evolução pedogenética sobre um amontoado de conchas, principalmente do gênero *Anomalocardia brasiliiana*. No mais, constatou-se um gradiente na concentração de (f), com as maiores concentrações na superfície. Os horizontes apresentaram várias camadas de deposição, que foram nomeadas de Auk1 até Auk6, separados em campo por diferenças morfológicas e quantidade de integridade de fragmentos de conchas e de fragmentos cerâmicos.

**Palavras-chave:** Antropossolo, Pedogênese, Conchas.