

**Leonardo Tullio
(Organizador)**

**CARACTERÍSTICAS DOS
SOLOS E SUA INTERAÇÃO
COM AS PLANTAS**

Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características dos Solos e sua Interação com as Plantas

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C257 Características dos solos e sua interação com as plantas [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-185-5

DOI 10.22533/at.ed.855191403

1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo.

CDD 625.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Características dos solos e sua interação com as plantas” aborda uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área da Ciência do Solo.

O envolvimento das plantas com o solo requer conhecimento técnico de alto nível, pois a interação Solo – Planta – Ambiente é sem dúvida um universo complexo de informações e resultados que são influenciados por vários agentes externos e internos e que respondem no potencial produtivo de uma cultura. Entretanto, essa interação exige modelagem de dados que muitas vezes são inacabáveis, fazendo assim estimativas conforme os parâmetros estudados.

Porém, com a pesquisa voltada cada vez mais para o estudo do ambiente como um complexo sistema de produção, torna-se favorável para conhecer mais sobre os processos químicos, físicos e biológicos envolvidos no solo e na planta.

Assim, o conhecimento da relação Solo - Planta é fundamental para o entendimento desse sistema de produção, no qual a sua interação com as diversas características define seu potencial.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas surjam neste contexto.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO QUANTO À RESPOSTA E EFICIÊNCIA NO USO DO POTÁSSIO	
<i>Lucas Carneiro Maciel</i>	
<i>Weder Ferreira dos Santos</i>	
<i>Rafael Marcelino da Silva</i>	
<i>Layanni Ferreira Sodré</i>	
<i>Eduardo Tranqueira da Silva</i>	
<i>Fernando Assis de Assunção</i>	
<i>Lázaro Tavares da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914031	
CAPÍTULO 2	8
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS E SUAS RELAÇÕES COM A GEOMORFOLOGIA DE UMA CATENA DO PAMPA	
<i>Daniel Nunes Krum</i>	
<i>Julio César Wincher Soares</i>	
<i>Lucas Nascimento Brum</i>	
<i>Jéssica Santi Boff</i>	
<i>Higor Machado de Freitas</i>	
<i>Pedro Maurício Santos dos Santos</i>	
<i>Gabriel Rebelato Machado</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914032	
CAPÍTULO 3	21
EFEITOS DAS FORMAS DE MANEJO SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO TÍPICO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS	
<i>Valéria Escaio Bubans</i>	
<i>Adriano Udich Bester</i>	
<i>Murilo Hedlund da Silva</i>	
<i>Tagliane Eloíse Walker</i>	
<i>Leonir Terezinha Uhde</i>	
<i>Cleusa Adriane Menegassi Bianchi</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914033	
CAPÍTULO 4	28
EFFECTS OF SOIL, SPATIAL PARAMETERS AND FOLIAR PHENOLIC CONTENTS ON ENTOMOFAUNA VARIABILITY IN PEQUIZEIRO	
<i>Deomar Plácido da Costa</i>	
<i>Gislene Auxiliadora Ferreira</i>	
<i>Suzana Costa Santos</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914034	
CAPÍTULO 5	43
EFICIÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE NUTRIENTES DO CAPIM-TIFTON 85 ADUBADO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS	
<i>Alexandra de Paiva Soares</i>	
<i>Oscarlina Lúcia dos Santos Weber</i>	
<i>Cristiane Ramos Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914035	

CAPÍTULO 6 47

ESTRATÉGIA NA SELEÇÃO DE MILHO QUANTO A EFICIÊNCIA AO NITROGÊNIO NO ESTADO DO PARÁ SAFRA 2017/2018

Weder Ferreira dos Santos
Elias Cunha de Faria
Layanni Ferreira Sodré
Rafael Marcelino da Silva
Eduardo Tranqueira da Silva
Fernando Assis de Assunção
Lázaro Tavares da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8551914036

CAPÍTULO 7 54

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

Lucas Nascimento Brum
Julio César Wincher Soares
Daniel Nunes Krum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos
Vitória Silva Coimbra
Matheus Ribeiro Gorski
Thaynan Hentz de Lima

DOI 10.22533/at.ed.8551914037

CAPÍTULO 8 65

ÍNDICE DE ESTRATIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁREAS DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Nádia Goergen
Felipe Bonini da Luz
Ijésica Luana Streck
Marcos André Bonini Pires
Jovani de Oliveira Demarco
Vanderlei Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8551914038

CAPÍTULO 9 74

NUTRITIONAL AND PHENOLOGICAL INFLUENCE IN ESSENTIAL OILS OF *Eugenia dysenterica* ("CAGAITEIRA")

Yanuzi Mara Vargas Camilo
Eudécio Bonfim dos Santos Dias
Eli Regina Barboza de Souza
Suzana Costa Santos
José Realino de Paula
Pedro Henrique Ferri

DOI 10.22533/at.ed.8551914039

CAPÍTULO 10 88

QUIMIOVARIAÇÕES EM CASCAS E SEMENTES DE JABUTICABAS EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DO SOLO DE CULTIVO DOS FRUTOS

Gustavo Amorim Santos
Luciane Dias Pereira
Suzana da Costa Santos

Pedro Henrique Ferri

DOI 10.22533/at.ed.85519140310

CAPÍTULO 11 103

RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO SOBRE EFEITO DE INOCULAÇÃO EM DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGÊNIO

Leandro dos Santos Barbosa

Fernando Zuchello

Paula Fernanda Chaves Soares

DOI 10.22533/at.ed.85519140311

CAPÍTULO 12 112

SOLUÇÕES CONSERVANTES EM ARMADILHAS *PITFALL TRAPS* PARA CAPTURA DA FAUNA EPIEDÁFICA

Ketrin Lohrayne Kubiak

Dinéia Tessaro

Jéssica Camile Silva

Luis Felipe Wille Zarzycki

Karina Gabrielle Resges Orives

Regiane Franco Vargas

Maritânia Santos

Bruno Mikael Bondezan Pinto

DOI 10.22533/at.ed.85519140312

CAPÍTULO 13 127

USO DE COVARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA A PREDIÇÃO ESPACIAL DO CONTEÚDO DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Nícolás Augusto Rosin

Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Jean Michel Moura-Bueno

Taciara Zborowski Horst

João Pedro Moro Flores

Diego José Gris

DOI 10.22533/at.ed.85519140313

CAPÍTULO 14 136

USO DO BIOATIVADOR DE SOLO E PLANTA NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

Cláudia Fabiana Alves Rezende

Rodrigo Caixeta Pinheiro

Jéssica de Lima Pereira

Carlos Henrique Melo

Thiago Rodrigues Ramos Farias

João Maurício Fernandes Souza

DOI 10.22533/at.ed.85519140314

CAPÍTULO 15 148

UTILIZAÇÃO DE PSEUDO-AMOSTRAGEM NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO POLÉSINE-RS UTILIZANDO FLORESTA ALEATÓRIA

Daniely Vaz Rodrigues da Silva

Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Jéssica Rafaela da Costa

Jean Michel Moura-Bueno

Cândida Regina Müller

Beatriz Wardzinski Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.855191403

CAPÍTULO 16 156

VARIABILIDADE E CORRELAÇÕES ESPACIAIS DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO MÍNIMO, NUMA CATENA DO PAMPA

Jéssica Santi Boff

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Kauã Ereno Fumaco

Daniel Nunes Krum

Pedro Maurício Santos dos Santos

Higor Machado de Freitas

Lucas Nascimento Brum

Vitória Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.85519140316

CAPÍTULO 17 168

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA MATÉRIA ORGÂNICA, FÓSFORO E POTÁSSIO DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

Higor Machado de Freitas

Julio César Wincher Soares

Pedro Maurício Santos dos Santos

Daniel Nunes Krum

Lucas Nascimento Brum

Jéssica Santi Boff

Matheus Ribeiro Gorski

Thaynan Hentz de Lima

DOI 10.22533/at.ed.85519140317

SOBRE O ORGANIZADOR..... 176

USO DE COVARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA A PREDIÇÃO ESPACIAL DO CONTEÚDO DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Nícolás Augusto Rosin

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Jean Michel Moura-Bueno

Embrapa Cocais
São Luís – Maranhão

Taciara Zborowski Horst

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

João Pedro Moro Flores

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Diego José Gris

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

RESUMO: O carbono orgânico do solo (COS) é uma importante propriedade do solo, desempenhando uma série de funções ambientais e sendo um dos principais indicadores da qualidade do solo. Além disso, o solo é o maior reservatório de carbono orgânico do planeta terra, atuando como fonte ou dreno de CO₂ da atmosfera dependendo do manejo. Desse modo, conhecer a distribuição de COS na paisagem é fundamental. Isso pode ser feito por técnicas de Mapeamento Digital de Solos

(MDS), que utilizam dados e sensoriamento remoto com baixo custo aliados a métodos estatísticos multivariados, facilitando o processo de obtenção de informações sobre os solos. Este trabalho teve como objetivos: i) construir um modelo de predição para o conteúdo de COS em escala de propriedade rural; ii) identificar as covariáveis que mais explicam a variação do COS na paisagem. Foram coletados 261 pontos nas profundidades de 0 - 5, 5 - 15 e 15 - 30 cm em uma propriedade agrícola. A predição espacial foi realizada pelo método multivariado *Boosted Regression Trees* (BRT) utilizando 24 covariáveis ambientais representando a topografia e a cobertura do solo. Os resultados alcançados foram satisfatórios com R² de 0,57 (0 - 5 cm), 0,56 (5 - 15 cm) e 0,50 (15 - 30 cm). As covariáveis mais importantes para a predição foram elevação, uso da terra, banda 5 do Landsat 8 e declividade. O método BRT apresentou acurácia satisfatória para predição do COS, explicando mais de 50% da variação do COS na paisagem.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem espacial; Pedometria; Pedologia quantitativa.

ABSTRACT: Soil organic carbon (SOC) is an important soil property responsible for a number of environmental functions, serving as one of the main indicators of soil health. Besides, soils are the largest reservoir of organic carbon on Earth,

acting as a source or sink of CO₂ to the atmosphere according to its management. Therefore, it is fundamental to know the distribution of SOC in the environment. This can be achieved through Digital Soil Mapping (DSM) techniques, which use low-cost remote sensing data combined with multivariate statistical methods, facilitating the process of obtaining information about soils. The objectives of this study were: i) build a model for prediction of SOC content at farm scale; ii) identify the covariates that better explain SOC variation in the environment. Samples were collected at 261 locations at depths of 0-5, 5-15 and 15-30 cm at a farm. Spatial prediction was performed by the multivariate method of Boosted Regression Trees (BRT) using 24 environmental covariates representing topography and land cover. Satisfactory results were achieved, with R² of 0.57 (0-5 cm), 0.56 (5-15 cm) and 0.50 (15-30 cm). The most important covariates for the prediction were elevation, land use, band 5 of Landsat 8, and slope. The BRT method had reasonable accuracy for SOC prediction, explaining more than 50 % of SOC variation in the environment.

KEYWORDS: Spatial modelling; Pedometrics; Quantitative pedology.

1 | INTRODUÇÃO

O carbono orgânico do solo (COS) é uma importante propriedade do solo, pois desempenha uma série de funções no ambiente e está relacionada com a produção agrícola. O COS do solo está relacionado com os fluxos de CO₂ para a atmosfera e é um grande reservatório de carbono do ecossistema terrestre (BATJES; SOMBROEK, 1997). O uso e manejo do solo tem influência no ciclo do COS e conseqüentemente na emissão de CO₂ para atmosfera. Isso tem refletido no aumento da demanda por informações de COS em grande escala, que permita o planejamento sustentável do solo em escala de propriedade rural (MCBRATNEY; FIELD; KOCH, 2014).

Dentre os fatores que determinam o conteúdo de COS e sua variabilidade na paisagem, estão as covariáveis ambientais derivadas dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) (KEMPEN; BRUS; STOORVOGEL, 2011). Essas covariáveis estão relacionadas com as classes de solo e propriedades de solo. Sendo assim, elas condicionam perdas e ganhos de COS ao longo da paisagem.

O aporte de resíduos orgânicos em uma área está relacionado ao uso da terra (BERNOUX et al., 2002). Já as taxas de humificação (ganho) e mineralização (perda), assim como as perdas por erosão e escoamento superficial são influenciadas pelo relevo local e práticas de manejo (BERNOUX et al., 2002).

Nos solos do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil, as áreas mais baixas e de drenagem fechada, apresentam características hidromórficas, gerando um aumento do teor de COS devido a diminuição da taxa de mineralização causada pela anaerobiose do ecossistema. Por outro lado, nas áreas mais elevadas a umidade do solo verificada é menor, permitindo maiores taxas de mineralização e em áreas de boa drenagem e com declividades elevadas, as perdas por mineralização são somadas com a erosão

e escoamento superficial.

Assim, quando o material geológico é homogêneo espera-se que as covariáveis ambientais que caracterizam os fluxos na paisagem, somadas a aquelas que caracterizam o aporte de carbono orgânico ao solo, possam servir como covariáveis predictoras da distribuição de COS na paisagem, utilizando técnicas de mapeamento digital de solos (MDS). O MDS vem sendo empregado para suprir a demanda por informações de solos, integrando técnicas computacionais com a ciência do solo (DALMOLIN; TEN CATEN, 2015).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivos: i) construir um modelo de predição para o conteúdo de COS em escala de propriedade rural; ii) identificar as covariáveis que mais explicam a variação do COS na paisagem.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade rural de 940 ha (Figura 1), localizada no município de Giruá, Rio Grande do Sul, Brasil. O clima (Köppen) é do tipo Cfa e o relevo varia de suave ondulado a ondulado.

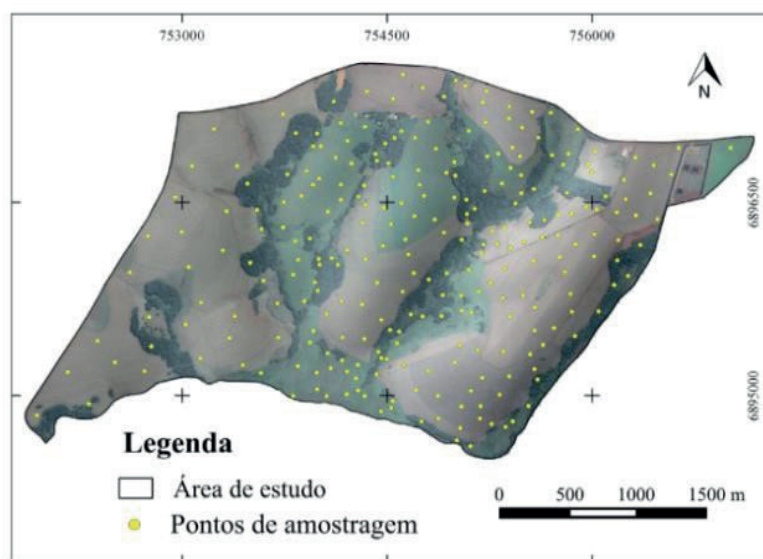


Figura 1. Mapa da área de estudos e distribuição dos pontos de amostragem do solo (n = 261), com imagem do Google Earth.

Os solos da área são derivados de basalto da Formação Serra Geral. Nos locais de relevo plano ou suavemente ondulado com boa drenagem, predominam Latossolos Vermelhos Distroféricos típicos e em condições de drenagem imperfeita, predominam Gleissolos Háplicos Tb Distrófico típicos. As coberturas da terra predominantes são: mata nativa, lavoura em sistema plantio direto e campo nativo.

Para definição dos locais de amostragem no campo foi confeccionada uma malha de amostragem irregular, contendo 400 pontos, para representar a variabilidade ambiental da área. A partir desta malha foram selecionados, georreferenciados e coletados 261 pontos (Figura 1) em locais definidos com base no conhecimento do

pedólogo e na facilidade de acesso aos pontos.

Em cada ponto amostral foram coletadas amostras deformadas nas profundidades 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm. O teor de carbono orgânico do solo (COS) foi determinado via combustão úmida (0,5 g de solo + 10 ml $K_2Cr_2O_7$ 0,067 mol L⁻¹) com aquecimento externo (YEOMANS; BREMNER, 1988). A titulação dos extratos do Carbono Orgânico Total (COT) foi realizada com $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5 mol L⁻¹, utilizando como indicador a fenantrolina.

Além dos dados de COS, foram derivadas 18 covariáveis ambientais do Modelo Digital de Elevação (MDE) TOPODATA, com resolução espacial de 30 m, utilizando o *software* SAGA GIS. As covariáveis derivadas do MDE foram: elevação (elev), aspecto (asp), curvatura planar (cplan), curva horizontal (horzn), declividade numérica (declin), declividade 5 classes (decli5), curvatura vertical numérica (vertn), índice de rugosidade do terreno (tri), curvatura vertical 3 classes (cv3c), curvatura vertical 5 classes (cv5c), curvatura horizontal 3 classes (ch3c), curvatura horizontal 5 classes (ch5c), declividade em relação a elevação (sloph), formas do terreno (forter), declividade normalizada (norh), profundidade do vale (vd), declividade padronizada (sdh), convexidade da superfície do terreno (tsc). Também foi utilizada uma imagem do Landsat 8 para derivar 6 covariáveis relacionadas a cobertura do solo, sendo elas: bandas b4, b5, b6 e b7 e a razão entre as bandas b7 e b5 (b5b7). A covariável uso da terra (usot) foi vetorizada com base em uma imagem do Google Earth. Isso totalizou em 24 covariáveis preditoras utilizadas para construir o modelo de predição para o conteúdo de COS.

O aprendiz estatístico utilizado foi o *Boosted Regression Trees* (BRT) – árvores de regressão impulsionadas, segundo (WANG et al., 2017). O desempenho da predição foi calculado usando a validação cruzada *leave-one-out* avaliando as seguintes estatísticas: coeficiente de determinação (R^2), raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE), e proporção de desempenho no intervalo interquartil (RPIQ). Todas as análises foram realizadas no ambiente de programação R (R CORE TEAM, 2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de COS variaram de 0,97% na camada 15 - 30 cm até 5,64% na camada 0 - 5 cm, com os maiores valores e menor variação na camada superior (0- 5 cm) (Tabela 1).

Camada	Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	CV (%)
0 - 5 cm	3,09	1,74	5,64	29
5 - 15 cm	2,16	1,06	5,45	35
15- 30 cm	1,74	0,97	4,55	35

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de carbono orgânico do solo.

CV: coeficiente de variação.

Na predição espacial da camada 0 - 5 cm as covariáveis mais importantes foram em ordem decrescente a elev, usot, b5, slopeh e b4 (Figura 2a). Já para a camada 5 - 15 cm as covariáveis mais importantes foram slopeh, usot, elev, ch5c e sdh (Figura 2b). Para a camada 15 - 30 cm as mais importantes foram elev, slopeh, usot, sdh e declin (Figura 2c). A mudança na importância das covariáveis indica que a quantidade de COS é condicionada por diferentes covariáveis ambientais nas camadas de solo estudadas. Na camada superficial, uso da terra, elevação apresentam importâncias próximas (15 e 12 %). O teor de COS da camada 5 – 15 cm é bastante influenciado pela declividade (15 %), devido aos processos de transporte e deposição de sedimentos contendo COS na paisagem. Já o COS em profundidade 15 – 30 cm é reflexo das mudanças de relevo (35 %) que (após longos períodos) irão condicionar o acúmulo em profundidade.

O uso da terra, a elevação e a declividade foram importantes em todas as profundidades. O uso da terra tem relação com a quantidade de aporte de matéria orgânica ao sistema, enquanto os atributos de terreno tem relação com a permanência e distribuição do COS na paisagem (KHEIR et al., 2010). Grande parte das covariáveis não apresentou muita importância na predição do COS de forma individual, apenas quando foram agrupadas (Figura 2).

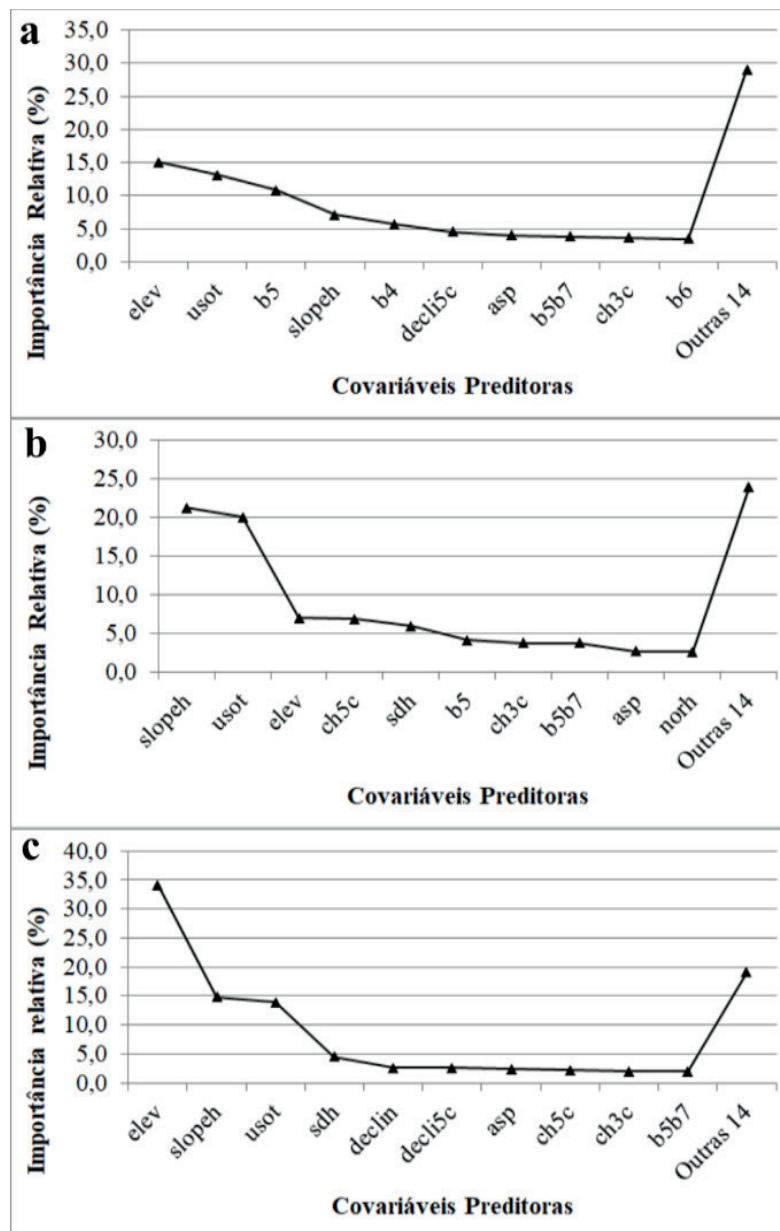


Figura 2. Importância das covariáveis para predição de COS nas camadas 0 – 5 (a), 5 - 15 (b) e 15 - 30 (c).

As predições apresentaram boa acurácia (Tabela 2), sendo próximos dos encontrados por Kheir et al. (2010) que alcançaram $R^2 = 69,5$. No presente estudo, na camada 0 – 5 cm o modelo teve ajuste melhor que as demais camadas ($R^2 = 0,57$). O RMSE caiu de 0,67 % na camada 0 – 5 cm para 0,46 % na camada 15 – 30 cm. Enquanto na camada superior o erro representa aproximadamente 21,68% da média do COS na área de estudo, nas camadas adjacente, representa 25 e 26 %, respectivamente.

Na camada de 5 - 15 cm foi verificada acurácia quase semelhante a camada superficial ($R^2 = 0,56$) e (RMSE = 0,67 %) que representa aproximadamente 25% da média do COS na área. A acurácia semelhante pode ser explicada pelo fato de ambas às camadas serem afetadas pelo cultivo do solo e sofrerem perda/ganho de COS pela ação da água da chuva.

Na camada mais profunda foi verificado um decréscimo da acurácia em relação às

camadas superficiais ($R^2 = 0,55$) e ($RMSE = 0,46\%$) que representa aproximadamente 26,44% da média do COS na área de estudo.

Camada	R^2	RMSE (%)	RPIQ
0 – 5 cm	0,57	0,67	1,54
5 – 15 cm	0,56	0,54	1,36
15 – 30 cm	0,50	0,46	0,95

Tabela 2. Acurácia dos modelos de predição de COS.

R^2 : coeficiente de determinação; RMSE: raiz quadrada do erro quadrático médio; RPIQ: proporção de desempenho no intervalo interquartil

As diferenças de acurácia encontradas entre as camadas podem ser explicadas pela variação dos atributos do terreno e pela perda de COS quando o solo é cultivado, sendo que essas perdas aumentam com a declividade do terreno. Mesmo em terras não cultivadas, o padrão se mantém, o relevo condiciona as perdas por erosão ou o acúmulo de resíduos que ao decompor-se aumentarão o teor de COS. Essa influência é mais acentuada na camada superficial, dando espaço para outros fatores não relacionados ao relevo condicionarem o teor de COS nas camadas mais profundas.

Os mapas provenientes da predição de COS encontram-se na figura 3. As áreas em cor verde correspondem a locais da paisagem de acúmulo de sedimentos, em que são observados os maiores conteúdos de COS. Essas áreas apresentam o uso da terra campo nativo e floresta nativa associada à baixas elevações e declividade. As áreas de cores mais claras estão relacionadas ao uso da terra lavoura e a locais com declividade mais alta, as quais favorecem as perdas de COS para posições mais baixas de terreno. Os resultados encontrados no presente estudo mostram o potencial da técnica de MDS para gerar informações espaciais em escala de propriedade rural.

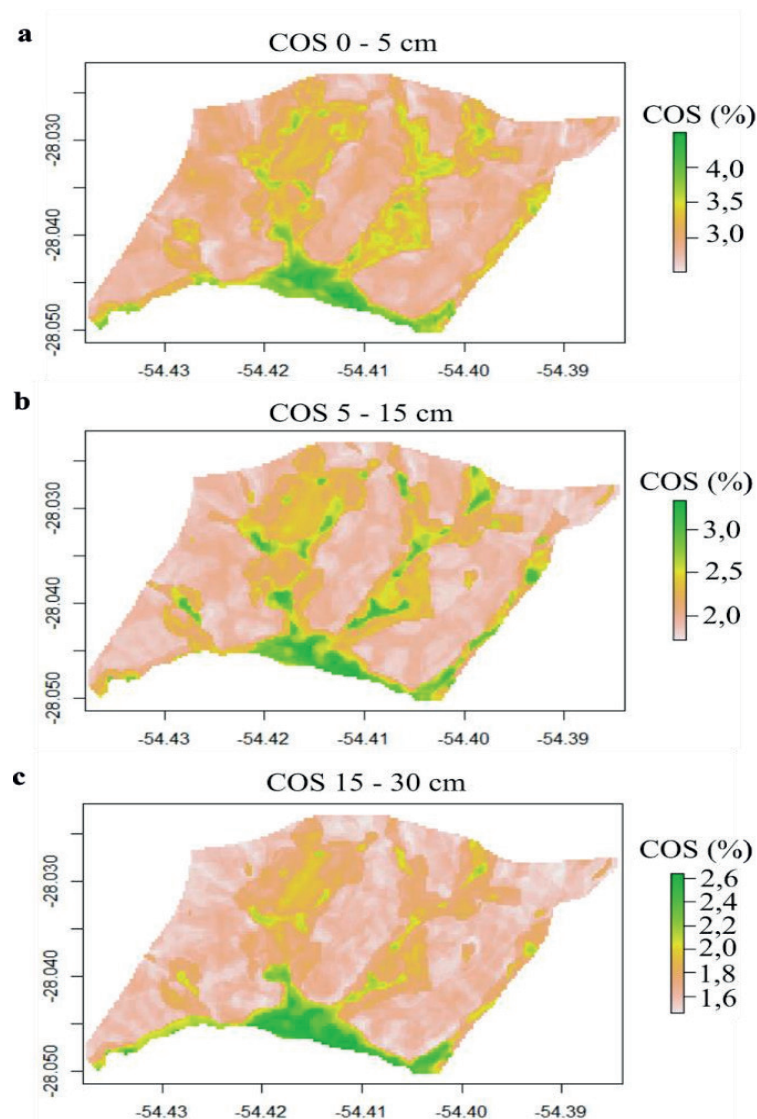


Figura 3. Teor de carbono orgânico do solo (COS) predito para camada 0 – 5 cm (a), 5 - 15 cm (b) e 15 - 30 cm (c).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método Boosted Regression Trees (BRT) apresentou resultados satisfatórios na predição do teor de COS, explicando mais 50% da variação do COS e demonstrando o potencial das técnicas de MDS para mapeamento do COS.

As covariáveis mais importantes na predição foram elev, usot, b5 do Landsat e sloph e para estudos futuros recomenda-se selecionar apenas as covariáveis com maior importância e testar outros aprendizes estatísticos.

REFERÊNCIAS

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. **Brazil's Soil Carbon Stocks.** Soil Science Society of America Journal, v. 66, n. 3, p. 888-896, 2002.

BATJES, N. H.; SOMBROEK, W. G. **Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils.** Global Change Biology, v. 3, p. 161-173, 1997.

DALMOLIN, R. S. D.; TEN CATEN, A. **Mapeamento Digital: nova abordagem em levantamento de solos**. *Investigación Agraria*, v. 17, n. 2, p. 77-86, 2015.

KEMPEN, B.; BRUS, D. J.; STOOORVOGEL, J. J. **Three-dimensional mapping of soil organic matter content using soil type-specific depth functions**. *Geoderma*, v. 162, p. 107-123, 2011.

KHEIR, R. B.; GREVE, M. H.; BØCHER, P. K.; GREVE, M. B.; LARSEN, R.; MCCLOY, K. **Predictive mapping of soil organic carbon in wet cultivated lands using classification-tree based models: The case study of Denmark**. *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 1150-1160, 2010.

MCBRATNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. **The dimensions of soil security**. *Geoderma*, v. 213, p. 203-213, 2014.

R Core Team, 2017. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

WANG, S.; ZHUANG, Q.; WANG, Q.; JIN, X.; HAN, C. **Mapping stocks of soil organic carbon and soil total nitrogen in Liaoning Province of China**. *Geoderma*, v. 305, p. 250-263, 2017.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. **A rapid and precise method routine determination of organic carbon in soil**. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-185-5

