



Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Leonardo Tullio
(Organizador)

Leonardo Tullio
(Organizador)

Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
F723	Formação, classificação e cartografia dos solos [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 978-85-7247-634-8 DOI 10.22533/at.ed.348192309 1. Cartografia. 2. Ciência do solo. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Conhecer os processos envolvidos, bem como sua natureza faz-se necessário para entender a formação do solo e suas características. A pedogênese é o processo de formação do solo e revela fatores inerentes ao tempo.

Nesta obra vários artigos abordam esses fatores e contribuem para o conhecimento.

O processo de formação do solo envolve o tempo bem como a atuação de agentes externo e suas características são definidas de acordo com o ambiente existente no local. Isso reflete nas características físicas e químicas do solo, importantes no desenvolvimento das plantas.

A contribuição dos processos de formação do solo é sem dúvida primordial para o desenvolvimento sustentável. Ao passo que as pesquisas avançam e correlacionam os fatores, o entendimento sobre a formação do solo e suas interações são de extrema importância para a máxima eficiência das plantas.

Novas tecnologias são utilizadas para estudar os solos, sendo a cartografia uma delas, e contribui significativamente para o planejamento e análise do solo.

A classificação do solo envolve várias metodologias e parâmetros que são muitas vezes detalhados e requerem tempo e conhecimento específico sobre o tema, assim a utilização de técnicas cartográficas avançam e ganham novos rumos nestes estudos.

Desejo a todos uma boa leitura deste material.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
FORMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS	
Marcos Gervasio Pereira Lúcia Helena Cunha dos Anjos Carlos Roberto Pinheiro Junior Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana	
DOI 10.22533/at.ed.3481923091	
CAPÍTULO 2	21
MODELOS ESPECTRAIS DE PREDIÇÃO DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS	
Jean Michel Moura-Bueno Ricardo Simão Diniz Dalmolin Taciara Zborowski Horst-Heinen Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva Sangoi Luciano Campos Cancian Diego José Gris João Pedro Moro Flores	
DOI 10.22533/at.ed.3481923092	
CAPÍTULO 3	34
EFICIÊNCIA DE MÉTODOS MULTIVARIADOS NA PREDIÇÃO ESPACIAL DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO	
Taciara Zborowski Horst-Heinen Ricardo Simão Diniz Dalmolin Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva-Sangoi Jean Michel Moura-Bueno Luciano Campos Cancian Jordano Pereira Maffini João Pedro Moro Flores Diego José Gris	
DOI 10.22533/at.ed.3481923093	
CAPÍTULO 4	48
ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DE SOLO OCUPADO POR ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO NOROESTE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Willian Fernando de Borba José Luiz Silvério da Silva Pedro Daniel da Cunha Kemerich Éricklis Edson Boito de Souza Gabriel D'Avila Fernandes Bruno Acosta Flores Jacson Rodrigues França Carlos Eduardo Balestrin Flores	
DOI 10.22533/at.ed.3481923094	
CAPÍTULO 5	58
UMIDADE, DENSIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB EXTRAÇÃO DE ARGILA, USO	

CAPÍTULO 6 66

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE AGREGADOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO-RJ

Marcos Gervasio Pereira
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto
Sandra de Santana Lima
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Igor de Sousa Morais
Robert Ferreira
Wanderson Farias da Silva Junior
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Hugo de Souza Fagundes
Yan Vidal de Figueiredo Gomes Diniz

DOI 10.22533/at.ed.3481923096

CAPÍTULO 7 78

FÓSFORO LÁBIL E PH EM LATOSSOLOS REPRESENTATIVOS COM DIFERENTES USOS E MANEJO NO SEMIÁRIDO BAIANO

Fátima de Souza Gomes
Rafael Alves dos Santos
Caio Henrique Castro Martins
Eliton Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3481923097

CAPÍTULO 8 90

COBRE NO SOLO E O CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO

Alex Negrini
Rodrigo Ferreira da Silva
Clovis Orlando Da Ros
Alexandre Couto Rodrigues
Andrea da Rocha Giovenardi
Hilda Hildebrand Soriani
Daniel Boeno

DOI 10.22533/at.ed.3481923098

CAPÍTULO 9 99

TEORES DE NITROGÊNIO NO SOLO E NA ÁGUA EM PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE BRAÇO DO NORTE/SC

Eliana Aparecida Cadoná
Cledimar Rogério Lourenzi
Eduardo Lorensi de Souza
Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares
Arcângelo Loss
Paula Beatriz Sete

DOI 10.22533/at.ed.3481923099

CAPÍTULO 10 107

ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA SOJA APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

COM E SEM REVOLVIMENTO DO SOLO

Valmor José Tomelero

Fabiana Schmidt

Fabiano Daniel de Bona

DOI 10.22533/at.ed.34819230910

SOBRE O ORGANIZADOR..... 115

ÍNDICE REMISSIVO 116

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE AGREGADOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO-RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Sandra de Santana Lima

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Otavio Augusto Queiroz dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Igor de Sousa Morais

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Robert Ferreira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Wanderson Farias da Silva Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Eduardo Carvalho da Silva Neto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Hugo de Souza Fagundes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Yan Vidal de Figueiredo Gomes Diniz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial emprego de coprólitos de minhocas e agregados como indicadores de qualidade do solo em áreas de Organossolos Tiomórficos sob coberturas vegetais e sistemas de cultivo distintos no município do Rio de Janeiro-RJ. O estudo foi realizado numa propriedade, localizada na Estrada Reta do Rio Grande, Bairro Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro-RJ. Foram separadas três áreas, sendo: MAN - área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo; MAA - área de mata submetida à ação antrópica sem revolvimento, há 20 anos; COQ - área com cultivo de coqueiros, há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha. Foram coletadas três tipos de amostras de agregados, à saber: coprólitos de minhocas (AGREG1) e amostras de solo indeformadas nas camadas 0-0,05 (AGREG2) e 0,05-0,10 m (AGREG3) de profundidade. Totalizando 4 repetições por área. Os maiores valores de DMP foram verificados para os coprólitos nas áreas MAA e COQ. O conteúdo de CT das áreas MAA e COQ foi superior ao observado na área MAN nos três tipos de agregados. Os coprólitos apresentaram maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e os menores teores de Al^{3+} na área MAA. Os coprólitos de minhocas podem ser considerados potenciais indicadores de qualidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: coprólitos de minhocas,

PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AGGREGATES UNDER DIFFERENTS CULTIVATION SYSTEMS IN RIO DE JANEIRO-RJ

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the potential use of earthworm casts and aggregates as indicators of soil quality in areas of Histosols under different vegetation cover and cultivation systems in Rio de Janeiro-RJ. The study was conducted on a property located on the Estrada Reta do Rio Grande, Santa Cruz District, in Rio de Janeiro-RJ. Three areas were separated: MAN – area with cassava cultivation under constant soil tillage, MAA – anthropized forest area without revolving for 20 years, COQ – area with coconut cultivation, 15 years ago with the planting of cassava between the lines. Three types of aggregate sample were collected: earthworm casts (AGREG1) and undisturbed soil samples at depths 0-0,05 (AGREG2) and 0,05-0,10 (AGREG3) m, totaling 4 repetitions per area. The highest DMP values were found in the earthworm casts in the MAA and COQ areas. The CT content of the MAA and COQ areas was higher than that observed in the MAN area in the three aggregate types. The earthworm casts presented the Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^{+} contents and the lowest Al^{3+} contents in the MAA area. The earthworm casts presented higher nutrient and carbon content, could be considered as potential indicators of soil quality.

KEYWORDS: earthworm casts, soil management, Histosols.

1 | INTRODUÇÃO

Os Organossolos, anteriormente denominados solos Orgânicos, são definidos como solos constituídos por material orgânico apresentando teores de carbono orgânico $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$ e espessura variável Santos et al. (2018). No estado do Rio de Janeiro esse solos ocorrem em maior expressão em planícies fluviais, formados em condições de drenagem impedida, sendo largamente utilizados com cultivos arroz alagado ou oleráceas. Por vez, para a sua utilização os Organossolos são drenados, e quando essa prática é feita de forma incorreta ocorre um processo denominado de subsidência que conduz a redução do volume do solo e diminuição dos teores de carbono orgânico em especial nas camadas superficiais do solo (Pereira et al., 2005).

Em função da sua fragilidade ambiental esses solos necessitam que sejam propostos indicadores de qualidade que contribuam para um melhor direcionamento do seu manejo, propiciando uma menor degradação. A partir do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial emprego de coprólitos de minhocas e agregados como indicadores de qualidade do solo em áreas de Organossolos Tiomórficos sob coberturas vegetais e sistemas de cultivo distintos no município do Rio de Janeiro-RJ.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa propriedade, localizada na Estrada Reta do Rio Grande, Bairro Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro-RJ (Figura 1). O clima da região é tropical úmido Aw, de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al., 2014), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, sendo este frio e seco. Os valores médios mensais de precipitação e temperatura da região de estudo nos últimos 20 anos (CLIMATE-DATA.ORG, 2019) são apresentados na figura 2.

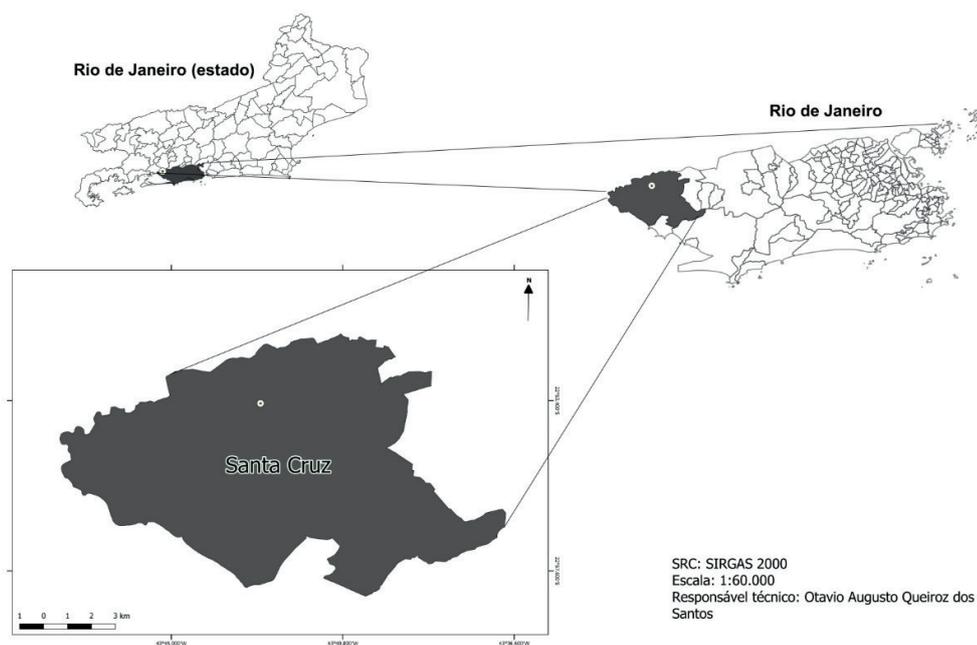


Figura 1. Área de estudo, localizada na Estrada Reta do Rio Grande, Bairro Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro-RJ.

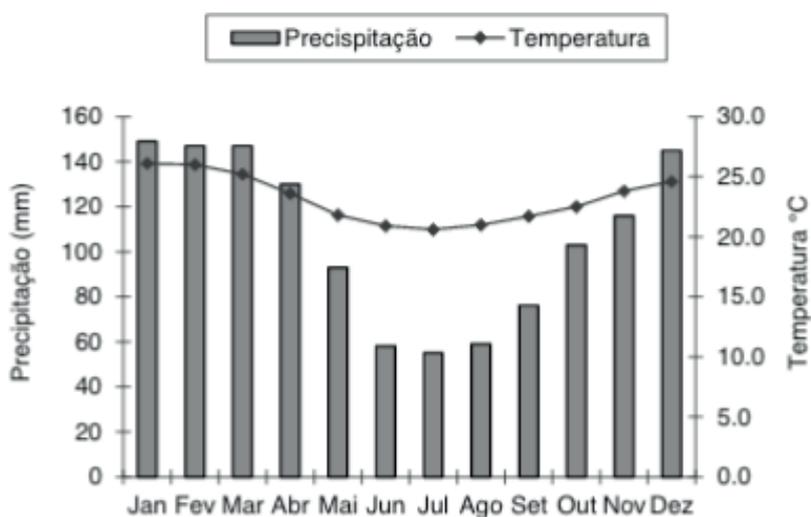


Figura 2. Variação da média mensal da precipitação e da temperatura durante o ano do estudo.

A propriedade possui aproximadamente 50 hectares, sob solos classificados como Organossolos Tiomórficos (Santos et al., 2018), que eram cultivados em sistema convencional para a produção de hortaliças, posteriormente foi adotado o uso de diferentes níveis de intensidade de cultivo para a produção agrícola. Foram selecionadas três áreas amostrais com distintas coberturas vegetais e sistemas de cultivo (Figura 3). A descrição detalhada das áreas amostrais selecionadas é apresentada na tabela 1.

Sistema de cultivo	Descrição
MAN	Área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo, totalizando de 20 ha, 5 m de altitude, localizada entre a latitude 22°53'31" (S) e longitude 43°42'42" (O).
MAA	Área de mata submetida à ação antrópica sem revolvimento, há 20 anos, totalizando de 0,025 ha, 5 m de altitude, localizada entre a latitude 22°53'32" (S) e longitude 43°42'41" (O).
COQ	Área com cultivo de coqueiros, há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha. Com o total de 30 ha, 3 m de altitude, localizada entre a latitude 22°53'23" (S) e longitude 43°42'37" (O).

Tabela 1. Histórico, descrição e localização das áreas de estudo.

A amostragem foi realizada em abril de 2019 sendo coletadas três tipos de amostras de agregados, à saber: coprólitos de minhocas (agregados biogênicos) (AGREG1), coletados por catação manual na superfície dos diferentes sistemas de cultivo com base em sua morfologia diferenciada; e amostras de solo indeformadas nas camadas 0-0,05 (AGREG2) e 0,05-0,10 m (AGREG3) de profundidade. Foram realizadas 4 repetições por área para cada tipo de amostra. Após a coleta, as amostras foram submetidas a peneiramento em conjunto de tamises de 8,0 e 4,0 mm de malha, sendo analisados os agregados retidos neste intervalo. Estes foram submetidos às análises físicas e químicas após secagem à sombra.

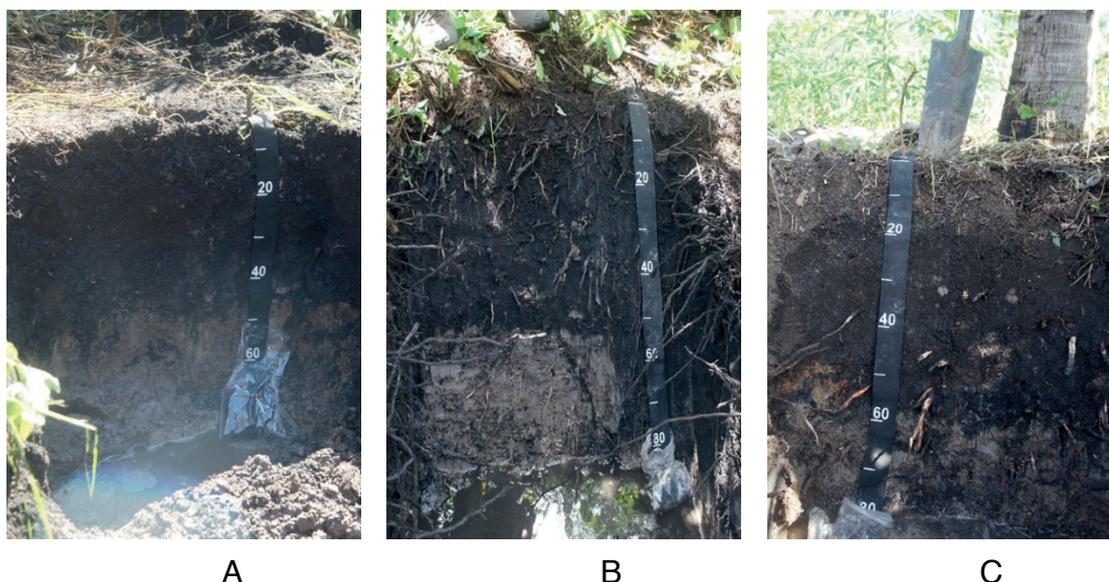


Figura 3. Foto do perfil de solo referente a cada área amostral, à saber: área com cultivo de mandioca (MAN) (A); área de mata submetida à ação antrópica (MAA) (B); e área com cultivo de coqueiros (COQ) (C).

Foto: Otavio Augusto Queiroz dos Santos, 2019.

Parte das amostras de agregados foi submetida à análise de estabilidade em meio aquoso, utilizando-se a técnica de tamisação vertical, compondo um conjunto de peneiras com diâmetro de malha decrescente, de 2,0; 1,0; 0,50; 0,25 e 0,105 mm, por 15 min no aparelho de Yooder. Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com jato d'água, colocado em placas de pétri previamente pesadas e identificadas, e levado à estufa a 105 °C, até a obtenção de massa constante. A partir dos resultados da massa dos agregados foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) das amostras (Teixeira et al., 2018).

Posteriormente, outra parte das amostras de agregados foi destorroada e passada em peneira de 2,0 mm de malha, obtendo-se assim a fração terra fina seca ao ar (TFSA) na qual foram determinados os valores de pH em água, e teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^+ , Na^+ , $\text{H}^+\text{+Al}$ e P, e em seguida calculados os valores do complexo sortivo, conforme Teixeira et al. (2018). Em sequência, foi quantificado o teor de carbono total (CT) das amostras de agregados pelo método de combustão a seco em analisador elementar Perkin Elmer 2400 CHN, realizada utilizando $1,1 \pm 0,1$ mg de amostras pesadas em micro balança acoplada ao aparelho.

O modelo experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualidade (DIC), com 3 áreas amostrais (MAN, MAA e COQ), 3 tipos de amostras de agregados (AGREG1, AGREG2 e AGREG3), e 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software Sisvar 4.3 e as médias comparadas através do teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em síntese, as amostras de agregados AGREG1 nas áreas MAA e COQ

apresentaram maior variabilidade nos resultados dos atributos avaliados.

Na comparação entre as áreas MAA e COQ, foram verificados os maiores valores de DMP em AGREG1, sendo observados agregados mais estáveis, por consequência destas áreas serem submetidas a pouco ou nenhum revolvimento (Figura 4). De forma geral, o revolvimento prejudica o equilíbrio do solo, por romper os agregados e expor a matéria orgânica protegida do processo de oxidação. O revolvimento também é indiretamente responsável pela aceleração dos processos erosivos, visto que, ao promover a destruição dos agregados reduz a infiltração de água favorecendo erosão hídrica (Skaraboto et al., 2018).

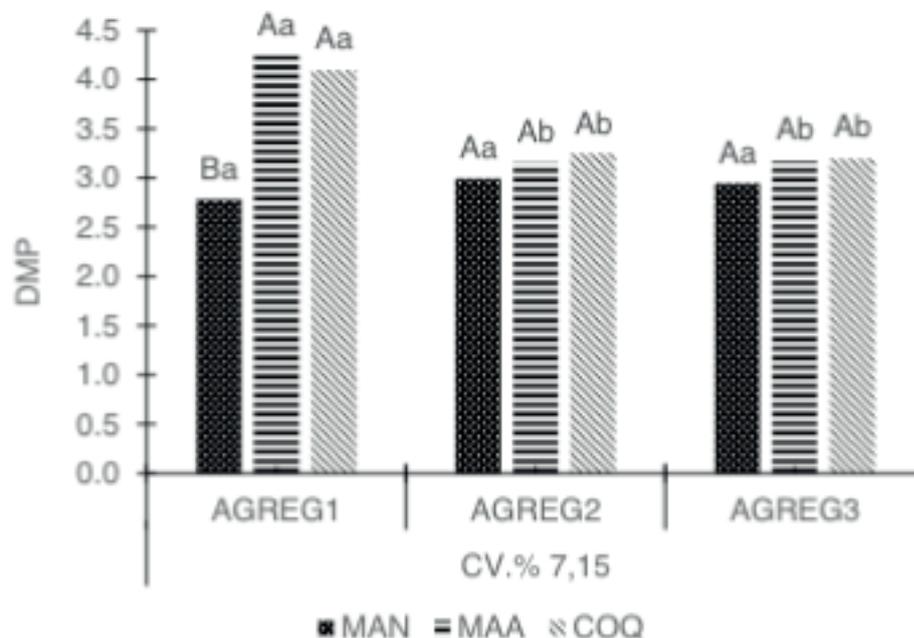


Figura 4. DMP de diferentes tipos de amostras de agregados em áreas sob diferentes sistemas de cultivo no município do Rio de Janeiro-RJ.

DMP: Diâmetro médio ponderado; MAN: Área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo; MAA: Área de mata antropizada sem revolvimento há 20 anos; COQ: Área com cultivo de coqueiro há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os sistemas de cultivo para o mesmo tipo de amostra de agregados e mesma letra minúscula não diferem entre os tipos de amostras de agregados para cada sistema de cultivo (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Na a comparação entre os agregados, verificou-se para a amostra AGREG1 maiores valores de DMP nas áreas MAA e COQ, indicando maior estabilidade dos coprólitos quando submetidos ao peneiramento por via úmida. As minhocas, tem papel fundamental na formação e estabilização dos agregados (agregados biogênicos). Esses animais alimentam-se de partículas do substrato ao mesmo tempo em que se movimentam no solo, deixando o solo mais poroso criando espaços por onde o

ar e a água circulam livremente (Bartz et al., 2007). Além disso, seus excrementos (coprólitos) são parte fundamental na formação de agregados estáveis e resistentes a forças desagregadoras.

As partículas (minerais e orgânicas) do substrato, ao serem ingeridas são misturadas ao muco no interior do sistema digestório das minhocas (Oyedele et al., 2006), esse processo é responsável pela formação de interações organo-minerais (matéria orgânica-íons-argila), possibilitando a formação de coprólitos mais estáveis (Silva Neto et al., 2010). De acordo com Fernandes et al. (2017), os coprólitos têm potencial para serem enquadrados como indicadores de qualidade do solo, associados a ambientes mais estruturados, capazes de manter os processos intrínsecos a sua formação.

Em relação aos teores de carbono total (CT), foram verificadas diferenças entre as áreas. O conteúdo de CT das áreas MAA e COQ foi superior ao observado na área MAN nos três tipos de agregados (Figura 5). Vale ressaltar, que os menores valores de DMP e CT foram observados na área MAN. Esse padrão pode ser decorrente da camada superficial do solo nessa área ser submetida à constante revolvimento, que contribui para a destruição dos agregados e exposição da matéria orgânica a degradação microbiana.

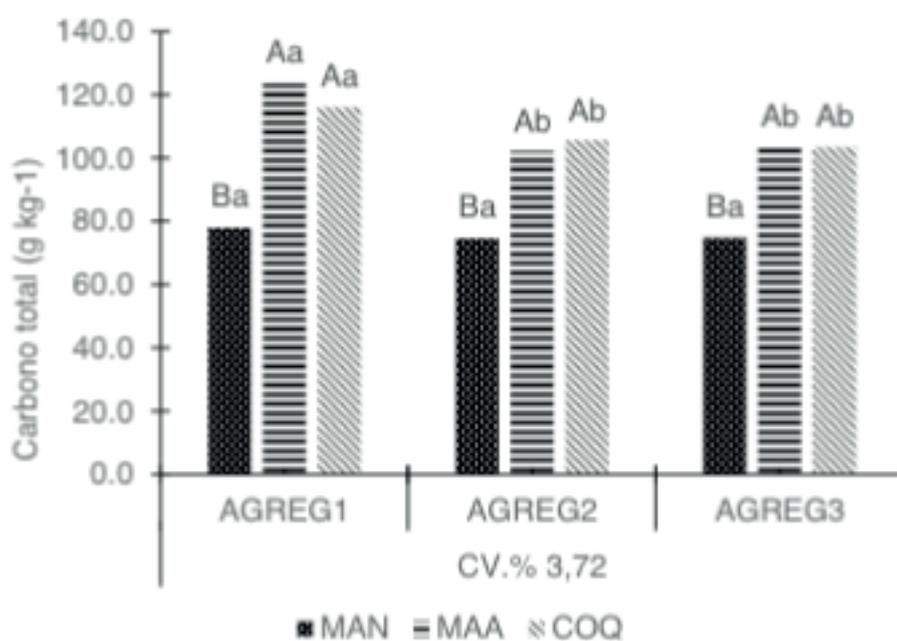


Figura 5. Carbono total (g kg⁻¹) de diferentes tipos de amostras de agregados em áreas sob diferentes sistemas de cultivo no municípios do Rio de Janeiro-RJ.

DMP: Diâmetro médio ponderado; MAN: Área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo; MAA: Área de mata submetida à ação antrópica sem revolvimento há 20 anos; COQ: Área com cultivo de coqueiro há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os sistemas de cultivo para o mesmo tipo de amostra de agregados e mesma letra minúscula não diferem entre os tipos de amostras de agregados para cada sistema de cultivo (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Entre os agregados, nos AGREG1 foram verificados os maiores teores de CT nas áreas MAA e COQ em comparação aos agregados AGREG2 e AGREG3. De acordo com Silva Neto et al. (2010), os coprólitos contribuem mais efetivamente na proteção da matéria orgânica do solo, reduzindo suas taxas de decomposição e elevando o potencial de sequestro de carbono pelo solo.

Quanto aos atributos químicos, em resumo, os agregados AGREG1 da área MAA foram observados os maiores teores de cátions básicos trocáveis (Tabela 2).

Na comparação entre os agregados, em geral, foi verificado que os AGREG1 apresentaram maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e os menores teores de Al^{3+} na área MAA, em sequência na área COQ, sendo estas as áreas com menor intensidade de manejo (Tabela 2). Para Buck et al. (1999), o maior teor de nutrientes nos coprólitos ocorre independente da espécie de minhoca, em diferentes tipos de coberturas vegetais e de sistemas de cultivos agrícolas. Tal afirmação não corrobora com os resultados verificados no presente estudo.

Áreas	pH			Ca^{2+}		
	AGREG1	AGREG2	AGREG3	AGREG1	AGREG2	AGREG3
	----- H ₂ O -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----		
MAN	5,30 Ba	4,88 Bb	4,81 Bb	3,60 Ba	2,66 Ba	2,66 Ba
MAA	5,91 Aa	5,27 Ab	5,41 Ab	5,90 Aa	4,03 Ab	4,56 Ab
COQ	5,08 Ba	4,70 Bb	4,52 Bb	3,53 Ba	1,53 Bb	1,46 Bb
CV.%	2,90			18,84		
Áreas	Mg^{2+}			Al^{3+}		
	AGREG1	AGREG2	AGREG3	AGREG1	AGREG2	AGREG3
	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----		
MAN	2,40 Ba	2,80 ABA	2,30ABA	0,30 Aa	0,66 Aa	0,63 Ba
MAA	5,50 Aa	3,53 Ab	2,46 Ab	0,10 Aa	0,10 Ba	0,40 Ba
COQ	3,30 Ba	2,06 Bab	1,13 Bb	0,40 Ab	0,63 Ab	1,10 Aa
CV.%	21,06			40,64		
Áreas	K^+			P		
	AGREG1	AGREG2	AGREG3	AGREG1	AGREG2	AGREG3
	----- mg dm ⁻³ -----			----- mg dm ⁻³ -----		
MAN	667 Ba	459B ab	285 Ab	759Aab	907 Aa	613 Ab
MAA	1458 Aa	875 Ab	411 Ac	660 Aa	532 Ba	311 Bb
COQ	1023 Ba	280 Bb	308 Ab	175 Ba	174 Ca	168 Ba
CV.%	26,63			16,85		

Tabela 2. Caracterização dos atributos químicos de tipos de amostras de agregados em áreas sob diferentes sistemas de cultivo no município do Rio de Janeiro-RJ

MAN: Área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo; MAA: Área de mata submetida à ação antrópica sem revolvimento há 20 anos; COQ: Área com cultivo de coqueiro há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha; AGREG1: coprólitos de minhocas; AGREG2: agregados de 0-0,05 m; AGREG3: agregados de 0,05-0,10 m.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre os sistemas de cultivo para o mesmo tipo de amostras de agregados e mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre os tipos de amostras de agregados para cada sistema de cultivo (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Os elevados teores de Ca^{2+} nos coprólitos podem ser decorrentes do enriquecimento do material durante o processamento pelo aparelho digestivo das minhocas em função da presença de glândulas calcíferas (Schrader & Zhang, 1997, citado por Silva Neto et al., 2010).

Os maiores teores de K^+ nos coprólitos podem ser devido a liberação deste elemento dos materiais orgânicos, a partir da fragmentação ocorrida durante a digestão (Noguera et al., 2010). Conseqüentemente, para a soma de bases (valor S) e a capacidade de troca catiônica (valor T) dos agregados AGREG1 foram verificados valores médios superiores nas mesmas áreas citadas (Tabela 3).

Em estudo comparando coprólitos de *Chibui bari* e amostras de solo deformadas de áreas adjacentes sob diferentes coberturas vegetais, Fiuza et al. (2011), verificaram concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P carbono orgânico total e CTC maiores e teores de Al^{3+} menores nos coprólitos em comparação as amostras de solo em todas as áreas avaliadas. De maneira geral, a maior parte destes resultados corroboram com os encontrados no presente estudo para os agregados AGREG1 da área MAA.

Vale ressaltar, que os coprólitos de minhocas são formados a partir de processos genéticos peculiares, contribuindo assim para que existam diferenças nos atributos químicos quando comparados aos agregados formados por outros mecanismos (Silva Neto et al., 2010).

Na comparação entre as áreas, na MAA foram observados os maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ nos três tipos de amostras de agregados. Essa área encontra-se aproximadamente há 20 anos sem revolvimento da superfície do solo, o que pode ter possibilitado a formação de agregados com elevada saturação por bases (S), como observado (Tabela 3). A área MAN submetida à maior intensidade de manejo da camada superficial, não diferiu da área COQ na maior parte dos atributos avaliados, exceto para P. Os teores de P encontrados nos três tipos de agregados na área MAN foram maiores quando comparados aos teores dos agregados das demais áreas. Contudo, os agregados da área COQ apresentaram maior acidez potencial (valor H), na comparação entre as áreas, influenciando nos maiores valores de capacidade de troca catiônica (valor T).

Áreas	H			S		
	AGREG1	AGREG2	AGREG3	AGREG1	AGREG2	AGREG3
	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----		
MAN	18,81 Ba	18,48 Ba	19,25 Ba	7,90 Ca	6,88 Bab	5,92 Bb
MAA	18,59 Ba	16,99 Ba	17,60 Ba	15,65 Aa	10,16 Ab	8,36 Ac
COQ	27,17 Aa	24,64 Aa	25,02 Aa	9,67 Ba	4,38 Cb	3,51 Cb
CV.%	7,60			8,86		

Áreas	T			V		
	AGREG1	AGREG2	AGREG3	AGREG1	AGREG2	AGREG3
	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- % -----		
MAN	26,71 Ba	25,36 Ba	25,17 Aa	29 Ba	27 Ba	23 Ba
MAA	34,24 Aa	27,15ABb	25,96 Ab	45 Aa	37 Ab	32 Ab
COQ	36,84 Aa	29,02 Ab	28,54 Ab	26 Ba	15 Cb	12 Cb
CV.%	5,57			10,88		

Tabela 3. Valores do complexo sortivo de tipos de amostras de agregados em áreas sob diferentes sistemas de cultivo no município do Rio de Janeiro-RJ.

MAN: Área com cultivo de mandioca sob constante revolvimento do solo; MAA: Área de mata antropizada sem revolvimento há 20 anos; COQ: Área com cultivo de coqueiro há 15 anos com plantio de mandioca na entrelinha; Valor H: acidez potencial; Valor S: soma de bases trocáveis; Valor T: total de cátions adsorvidos, corresponde a CTC à pH 7; Valor V%: saturação de bases AGREG1: coprólitos de minhocas; AGREG2: agregados de 0-0,05 m; AGREG3: agregados de 0,05-0,10 m.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre os sistemas de cultivo para o mesmo tipo de amostras de agregados e mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre os tipos de amostras de agregados para cada sistema de cultivo (teste de Tukey, $p < 0,05$).

A ingestão de materiais minerais e orgânicos pelas minhocas, possibilita que seus coprólitos apresentem elevados teores de nutrientes (Fiuza et al., 2011), sendo assim, usados como potenciais indicadores da qualidade do solo, em virtude de sua sensibilidade aos diferentes sistemas de cultivo e manejo do solo (Loss et al., 2014).

4 | CONCLUSÃO

Os maiores valores do complexo sortivo na área MAA podem ser associados ao não revolvimento da área há 20 anos.

Para os coprólitos verificaram-se maiores valores de DMP, CT, Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ e os menores teores de Al³⁺ nas áreas com menor intensidade de manejo. Os coprólitos de minhocas podem ser considerados potenciais indicadores de qualidade

do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPES, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. KOPPEN'S. **Climate classification map for Brazil**. (2014). Meteorologische Zeitschrift, 22, 6, 711–728.
- BARTZ, M.L.C; BROWN, G.G.; SOUZAJÚNIOR, I.G.; COSTA, A.C. S.; **Micronutrientes em Coprólitos de Minhocas Produzidos em um Latossolo Vermelho Distroférico sob Diferentes Sistemas de Manejo**. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 5-10 ago., 2007.
- BUCK, C.; LANGMAACK, M. & SCHRADER, S. **Nutrient content of earthworm casts influenced by different mulch types**. Eur. J. Soil Biol., 35:23-30, 1999.
- CLIMATE-DATA.ORG, 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/>>. Acesso em junho de 2019.
- FERNANDES J. C. F.; PEREIRA, M. G.; NETO, E. C. S.; NETO, T. A. C.; **Caracterização de agregados biogênicos, intermediários e fisiogênicos em áreas sob domínio de mata atlântica**. Revista Caatinga, v. 30, n. 1, jan.-mar., 2017.
- FIUZA, S. S.; KUNDRA, J. F.; FURTADO, D. T. **Caracterização química e atividade microbiana de coprólitos de Chibui bari (Oligochaeta) e do solo adjacente**. Rev. Bras. Ci. Solo, 35:723-728.2011.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. L.; BEUTLER, S. J. **Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural 13C and 15N abundance in biogenic and physicogenic aggregates in areas under different land use systems**. Soil Research. v.52, p.685-697, 2014.
- NOGUERA, D.; RONDÓN, M.; LAOSSID, K.R.; HOYOSB, V.; LAVELLEA, P.; CARVALHO, M.H.C.; BAROT, S. **Contrasted effect of biochar and earthworms on rice growth and resource allocation in different soils**. Soil biology and Biochemistry, v.42, p.1017-1027, 2010.
- OYEDELE, D.J.; SCHJONNING, P.; AMUSAN, A.A. **Physicochemical properties of earthworm casts and undigested parent soil from selected sites in southwestern Nigeria**. Ecological Engineering, v.28, p.106–113, 2006.
- PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; VALLADARES, G.S. **Organossolos: Ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo**. In: VIDAL TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo. 4.ed. Viçosa v.4, p.233-276, 2005
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C; OLIVEIRA, J.B; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 ed. Revisada e Ampliada**. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- SCHRADER, S.; ZHANG, H. **Earthworm casting: stabilization or destabilization**. Soil Biochemistry, v.29, p.469–475, 1997.
- SILVA NETO, L. F; SILVA, I. F; INDA, A. V; NASCIMENTO, P. C; BORTOLO, L. **Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba**. Ciência agrotécnica. v.34, n.6, p.1365-1371, 2010.
- SKARABOTO, F. F.; LOPES, R. A. P.; PEREIRA, G. S.; SILVA, R. V. **Influência do tipo de preparo nas propriedades físicas do solo e da cultura da mandioca (euphorbiaceae)**. Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, [S.l.], v. 34, n. esp., p. 269-281, set. 2018. 271p.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos. 3.ed.** Brasília: Embrapa, 2017. 573p.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, 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 Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amônio 99, 101

Argila 6, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 72, 92

C

Calagem 56, 85, 86, 88, 107, 108, 109, 112, 114

Contaminação 48, 49, 54, 56, 90, 91, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Coprólitos de minhocas 66, 67, 69, 74, 75, 76

D

Diagnóstico 17, 114

Disponibilidade 19, 63, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 109, 112

E

Espécies exóticas 90

Espectroscopia 22, 23, 32

F

Fertilidade 3, 17, 18, 35, 78, 86, 114

Fitorremediação 90

G

Gessagem 107

Glycine max 60, 107, 108

Granulometria 32, 34, 38, 39, 49, 51, 52, 87

L

Limites de Aterberg 49

M

Manejo do solo 10, 59, 60, 67, 75, 79, 80, 83, 111

Mapeamento 21, 22, 23, 24, 32, 36, 39, 45, 46, 109

Metais pesados 90, 92, 100, 105

Modelagem espacial 34, 36

Morfologia de solos 1

N

Nitrato 99, 101

Nodulação 107, 112, 113

Nutrientes 4, 19, 59, 73, 75, 84, 85, 89, 97, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 108, 111,

112, 114

O

Organossolos 3, 66, 67, 69, 76

P

Pedogênese 1, 4, 5, 19

Pedologia 1, 2, 19, 34

Pedometria 22, 34

Perfil de solo 1, 7, 9, 10, 70, 108

Propriedades do solo 22, 23, 24, 59

Q

Qualidade 22, 28, 31, 34, 35, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 72, 75, 79, 80, 86, 88, 89, 99, 101, 104, 105, 109

R

Respiração basal do solo 58, 61, 62, 63

S

Serra Geral 37, 49, 50, 51, 56, 81

Sistemas de preparo 107, 109, 111, 112, 113

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-634-8



9 788572 476348