

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 3

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Tamara Rocha dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 3 / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-041-1

DOI 10.22533/at.ed.411210305

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A “Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agrônômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agrônômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM UMA REGIÃO SEMIÁRIDA: UM ESTUDO NA BACIA DO SALGADO – CE, BRASIL

José Antônio Frizzone

Verônica Gaspar Martins Leite de Melo

Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima

Claudivan Feitosa de Lacerda

DOI 10.22533/at.ed.4112103051

CAPÍTULO 2..... 15

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE CHUVAS PARA CONSERVAÇÃO DE SOLOS E ÁGUA NA CIDADE DE GOIÁS (GO)

Larissa Santos Castro

Roriz Luciano Machado

Joaquim José Frazão

Cássia Cristina Rezende

Aline Franciel de Andrade

Elizabete Alves Ferreira

Henrique Fonseca Elias de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4112103052

CAPÍTULO 3..... 34

RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA BOVINOCULTURA APÓS TRATAMENTO EM REATOR UASB

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes

Camila da Motta de Carvalho

Everaldo Zonta

Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.4112103053

CAPÍTULO 4..... 39

IMPLICATIONS OF AGRICULTURAL GYPSUM DOSES IN PHYSICAL-HYDRIC ATTRIBUTES OF A TYPIC HAPLORTOX AND ON ROOT GROWTH AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

Francisco de Assis Guedes Junior

Deonir Secco

Luciene Kazue Tokura

DOI 10.22533/at.ed.4112103054

CAPÍTULO 5..... 53

ÁCIDOS FÚLVICOS, HÚMICOS E HUMINA EM LATOSSOLO SOB USO EM SISTEMA AGROFLORESTAL, POUSIO E PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Allana Pereira Moura da Silva

Julian Junio de Jesus Lacerda

Caio de Meneses Cabral

DOI 10.22533/at.ed.4112103055

CAPÍTULO 6.....59

CALIBRAÇÃO DO MÉTODO DE DISSIPAÇÃO TÉRMICA NA MEDIDA DO FLUXO DE SEIVA EM PINHÃO-MANSO

Ana Daniela Lopes
Vinicius Melo Rocha
Daniel Haraguchi Santos
Rafael Corradini
José Júnior Severino
João Paulo Francisco
Leonardo Duarte Batista da Silva
Marcos Vinicius Folegatti

DOI 10.22533/at.ed.4112103056

CAPÍTULO 7.....70

CLASSIFICAÇÃO EM PENEIRA DE GRÃOS DO CAFEIEIRO CONILON SOB MANEJO IRRIGADO E SEQUEIRO

Matheus Gaspar Schwan
Pedro Henrique Steill de Oliveira
Jussara Oliveira Gervasio
Joab Luhan Ferreira Pedrosa
Ralph Bonandi Barreiros
Lucas Rosa Pereira
Edvaldo Fialho dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.4112103057

CAPÍTULO 8.....80

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EM PYTHON PARA ESTIMAR A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ATRAVÉS DO MÉTODO DE THORNTHWAITE

Victor Rodrigues Nascimento
André Luiz de Carvalho
Arthur Costa Falcão Tavares
Guilherme Bastos Lyra
Iêdo Peroba de Oliveira Teodoro
João Pedro dos Santos Verçosa

DOI 10.22533/at.ed.4112103058

CAPÍTULO 9.....88

CONSTRUÇÃO, CALIBRAÇÃO E DESEMPENHO DE LISIMETROS DE PESAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CULTURA

Ana Daniela Lopes
Vinicius Melo Rocha
Daniel Haraguchi Santos
Rafael Corradini
José Júnior Severino
João Paulo Francisco
Leonardo Duarte Batista da Silva
Marcos Vinicius Folegatti

DOI 10.22533/at.ed.4112103059

CAPÍTULO 10	100
BALANCE DE MATERIA ORGANICA Y CAPACIDAD DE MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE DISTINTOS SUELOS CON FERTILIZACIÓN CONTINUA	
Liliana Vega Jara	
DOI 10.22533/at.ed.41121030510	
CAPÍTULO 11	112
AGREGAÇÃO SOB DIFERENTES PEDOFORMAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO SUDESTE DO BRASIL	
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto	
Vanessa Aparecida Freo	
Marcos Gervasio Pereira	
Alexandre Santos Medeiros	
Cristiane Figueira da Silva	
Otávio Augusto Queiroz dos Santos	
Renato Siquini de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.41121030512	
CAPÍTULO 12	127
USO DE TENSÍÔMETROS NA DETERMINAÇÃO DA RETENÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES SUBSTRATOS PARA PLANTAS ORNAMENTAIS	
Fátima Cibele Soares	
Giordana Trindade de Abreu	
Jumar Luís Russi	
DOI 10.22533/at.ed.41121030513	
SOBRE A ORGANIZADORA	140
ÍNDICE REMISSIVO	141

AGREGAÇÃO SOB DIFERENTES PEDOFORMAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO SUDESTE DO BRASIL

Data de aceite: 28/04/2021

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Vanessa Aparecida Freo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Alexandre Santos Medeiros

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Cristiane Figueira da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Otávio Augusto Queiroz dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

Renato Sinquini de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ

RESUMO: O objetivo desse estudo foi determinar o diâmetro médio ponderado, os atributos químicos do solo, o carbono orgânico total e das frações granulométricas e químicas da matéria orgânica do solo (MOS) de agregados fisiogênicos e biogênicos formados em fragmentos florestais em distintas condições de relevo (pedoforma

convexa e côncava) no município de Pinheiral-RJ. Foram selecionadas duas pedoformas, a saber: convexo (convexa-divergente) (CX) e côncavo (côncava-convergente) (CC), em Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Foram coletadas seis pseudorepetições (torrões) na camada de 0,00-0,10 m. As amostras foram secas ao ar, submetidas a tamisação, utilizando-se um conjunto de peneiras de 9,7 e 8,0 mm de malha, selecionando-se somente os agregados retidos neste intervalo, sendo separados em fisiogênicos e biogênicos. Nestes foram determinados o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados, os atributos químicos (pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al, K e P), os valores do complexo sortivo (S, T e V), o carbono orgânico total (COT) e o das frações granulométricas (COP, particulado; e COAM, associado aos minerais) e químicas (C-FAF, ácido fúlvico; C-FAH, ácido húmico; C-FHUM, humina; e %SH: porcentagem de carbono das substâncias húmicas) da MOS. De maneira geral, a maior variabilidade entre os atributos foi verificada em CX, principalmente nos agregados biogênicos, com destaque para os relacionados a MOS. O estudo quantitativo da MOS a partir da compartimentalização do carbono orgânico nos diferentes tipos de agregados, pode ser uma técnica eficaz na mensuração da qualidade do solo mesmo em ambientes mais estáveis e equilibrados.

PALAVRAS-CHAVE: Vias de formação de agregados, compartimentalização do carbono orgânico, qualidade do solo.

AGGREGATION UNDER DIFFERENT LANDFORMS IN SEMIDECIDUOUS FOREST IN SOUTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the weighted average diameter, the soil chemical attributes, the total organic carbon and the organic carbon of the granulometric and chemical fractions of soil organic matter (SOM) in physocogenic and biogenic aggregates formed in forest fragments in different relief conditions (convex and concave pedoform) in the municipality of Pinheiral-RJ. Two pedoforms were selected, namely: convex (convex-divergent) (CX) and concave (concave-convergent) (CC), in Submontane Semideciduous Seasonal Forest. Six pseudo-repetitions (clods) were collected in the 0.00-0.10 m layer. After collection, the samples were dried in the air and subsequently subjected to sieving, using a set of sieves of 9.7 and 8.0 mm mesh, selecting only the aggregates retained in this interval. These were identified and separated into biogenic and physocogenic. Subsequently, the weighted average diameter (DMP), the chemical attributes (pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al , K^+ and P), the values of the sortive complex (S, T and V), the total organic carbon were determined (TOC) and organic carbon of particle size (COP, particulate; and COAM, associated with minerals) and chemical (C-FAF, fulvic acid; C-FAH, humic acid; C-FHUM, humine; and % SH: percentage carbon from humic substances) from soil organic matter (SOM). In general, most of the variability between the attributes evaluated was verified in CX, mainly in biogenic aggregates, with emphasis on those related to SOM. The quantitative study of SOM from the compartmentalization of organic carbon in the different morphological types of aggregates, can be an effective technique in measuring soil quality even in more stable and balanced environments.

KEYWORDS: Aggregation formation pathways, compartmentalization of organic carbon, soil quality.

1 | INTRODUÇÃO

Na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral – RJ, a Floresta Atlântica é representada pela Floresta Estacional Semidecidual Submontana que historicamente foi de grande importância para o desenvolvimento econômico do país (Santos et al., 2016). Atualmente encontra-se com extensas áreas ocupadas por pastagens degradadas e de baixa produtividade.

A região é caracterizada por apresentar um relevo declivoso com diferentes feições topográficas denominadas de pedoformas (côncavas, retilíneas e convexas). Associadas a outros fatores bióticos e abióticos, essas feições, produzem uma variedade de condições ambientais, tais como: solos, transporte de sedimentos, precipitação e gradiente de umidade, luminosidade, organização vertical do dossel e geração de aspectos de degraus no estrato arbóreo (Santos et al., 2017), levando à formação de diversos microambientes na paisagem.

Nesses microambientes, considerados mais equilibrados e estáveis, em virtude das características topográficas específicas e das classes de solos, a dinâmica (deposição, acúmulo e decomposição) do material orgânico formador de serapilheira acontece de forma

diferenciada, influenciando nos atributos físicos (estrutura), químicas (fertilidade natural) e biológicas (biomassa microbiana) do solo.

Para avaliar tais ambientes, alguns atributos edáficos têm sido utilizados como indicadores de qualidade do solo. Nesse sentido, destacam-se a agregação (estabilidade, gênese ou vias de formação) e a matéria orgânica do solo (MOS) (acúmulo, proteção ou compartimentos). Os mecanismos de formação dos agregados envolvem processos físicos e químicos (agregados fisiogênicos), e biológicos (agregados biogênicos) (Loss et al., 2014).

A diferenciação entre esses tipos de agregados é realizada de acordo com sua gênese ou vias de formação a partir de padrões morfológicos já pré-estabelecidos (Bullock et al., 1985; Pulleman et al., 2005; Batista et al., 2013). A MOS é considerada o indicador chave na avaliação da qualidade do solo, e apresenta uma correlação positiva com os mecanismos de formação e estabilização dos agregados do solo.

A partir do exposto, este estudo teve como hipótese testada que diferentes pedoformas influenciam nas vias de formação dos agregados, assim como no seu grau de estabilidade, na sua composição química e no conteúdo de carbono orgânico em seus diferentes compartimentos. Desta forma, objetivou-se avaliar o diâmetro médio ponderado, os atributos químicos, o carbono orgânico total e das frações granulométricas e húmicas da MOS em agregados fisiogênicos e biogênicos formados em fragmentos florestais em distintas condições de relevo (pedoforma convexa e côncava) no município de Pinheiral-RJ.

2 | MATERIAL & MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Pinheiral, na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil, na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, que compõe a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, localizado entre as coordenadas 22°29'03" S a 22°35'27" S e 43°54'49" W a 44°04'05" W.

A área de estudo está inserida em um fragmento florestal com aproximadamente 204 ha, em área de relevo que varia de ondulado a forte ondulado e altitudes variando de 360 a 720 m. Segundo Köppen o clima da região pode ser classificado como Cwa – clima temperado de inverno seco e verão chuvoso e Am – clima tropical chuvoso com inverno seco. As médias anuais de precipitação e temperatura são de 1,117 mm e 20,9° C, respectivamente e o solo foi classificado como Cambissolo Háplico Tb distrófico (Santos et al., 2018).

Foram selecionadas duas pedoformas adjacentes com formato do tipo convexo (convexa-divergente) (CX) e côncavo (côncava-convergente) (CC), com orientação da vertente predominante a sudeste e cobertura vegetal tipo Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Cada pedoforma foi subdividida em três terços (superior, médio e inferior), sendo em cada um destes coletadas duas amostras compostas indeformadas

(pseudorepetições), formadas a partir de três amostras indeformadas simples (torrões) na camada de 0,00-0,10 m de profundidade mediante abertura de trincheiras, totalizando seis pseudorepetições por pedoforma.

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar e, submetidas a tamisação, sendo utilizado um conjunto de peneiras de 9,7 e 8,0 mm de malha, selecionando-se somente os agregados retidos neste intervalo. Os agregados foram examinados sob lupa e separados em frações morfológicas, identificando-se duas classes (fisiogênicos e biogênicos) mediante método adaptado de Pulleman et al. (2005) a partir dos padrões morfológicos estabelecidos por Bullock et al. (1985) e validados por outros autores (Batista et al., 2013; Loss et al., 2014, 2017).

A diferenciação foi feita através de padrões morfológicos, obedecendo aos seguintes critérios: agregados biogênicos - aqueles em que é possível a visualização de formas arredondadas, providas do trato intestinal dos indivíduos da macrofauna do solo, principalmente Oligochaeta (minhocas) e/ou aqueles em que é possível visualizar a presença e atividade de raízes; e agregados fisiogênicos - aqueles que possuem formas angulares resultantes da interação entre carbono, argila, cátions e ciclos de umedecimento e secagem do solo.

Após a identificação e separação, os diferentes tipos de agregados foram submetidos à análise de estabilidade via úmida, utilizando-se tamisação vertical, com conjunto de peneiras com malha decrescente, a saber: 2,00, 1,00, 0,50, 0,250 e 0,105 mm, por 15 min, no aparelho de Yooder. O material retido em cada peneira foi transferido para placas de Petri, e seco em estufa, a 105 °C, até obtenção de massa constante. A partir dos dados de massa de agregados, foi calculado seu diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados de acordo com Teixeira et al. (2017).

Para a realização das demais análises, uma outra amostra de agregados foi destorroada e passada por peneira de 2,00 mm de malha, obtendo-se assim a fração terra fina seca ao ar (TFSA). A partir da TFSA dos diferentes tipos de agregados foram realizadas as análises dos atributos químicos, carbono orgânico total (COT) e das frações granulométricas e húmicas da MOS. A quantificação dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , $\text{H}+\text{Al}$, P, pH em água, sendo calculados a soma de bases (S), a saturação por bases (V%) e a capacidade de troca catiônica (T) segundo Teixeira et al. (2017) e o COT foi determinado conforme Yeomans & Bremner (1988).

Para o fracionamento físico granulométrico foi utilizado o método proposto por Cambardella & Elliot (1992), separando a MOS em duas frações, fração particulada (relacionada à fração areia do solo) e fração associada aos minerais (relativa às frações argila e silte). A determinação do carbono orgânico da fração particulada (COP) foi realizada segundo Yeomans & Bremner (1988) e o carbono orgânico da fração associada aos minerais (COAM) da MOS foi quantificado pela diferença entre o COT e o COP.

As substâncias húmicas (SHs) foram obtidas pela extração e separação por meio

da solubilidade diferencial da matéria orgânica em meio básico ou ácido (ácidos fúlvicos e húmicos) e o resíduo (humina) (Benites et al., 2003). A determinação do carbono orgânico em cada uma das frações húmicas, ácidos fúlvicos (C-FAF), ácidos húmicos (C-FAH) e humina (C-FHUM), também foi realizada de acordo com Yeomans & Bremner (1988).

Os resultados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade dos dados pelos testes de Shapiro Wilk e Bartlett, respectivamente. Posteriormente, os resultados foram analisados como delineamento inteiramente casualizado, sendo submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa R 3.3.1.

Também foi realizada a análise de componentes principais (ACP), utilizada para reduzir as dimensões dos dados e, conseqüentemente, facilitar a análise por meio do gráfico do círculo de correlações, fornecendo com isso uma melhor interpretação do padrão dos agregados em função dos atributos avaliados por meio do programa PAST, e análise de correlação de Pearson pelo programa Excel.

3 | RESULTADOS & DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados de diâmetro médio ponderados (DMP) dos agregados, sendo observadas diferenças somente entre as pedoformas. Em CX para os agregados fisiogênicos foram quantificados os maiores valores de DMP em comparação a CC.

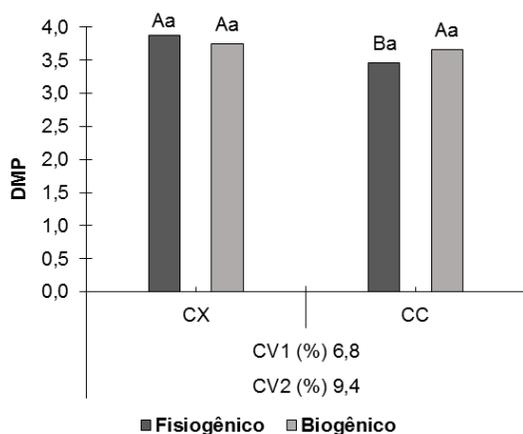


Figura 1. Diâmetro médio ponderado de agregados fisiogênicos e biogênicos sob pedoforma convexa (CX) e côncava (CC) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sudeste do Brasil, Pinheiral – RJ, na camada 0,00-0,10 m.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem as pedoformas para o mesmo tipo de agregado, mesma letra minúscula não diferem os tipos de agregados para a mesma pedoforma avaliada (Teste de Tukey, $p < 0,05$). CV1: Coeficiente de variação entre os tipos de agregados; e CV2: Coeficiente de variação entre as pedoformas.

Em estudo envolvendo agregados biogênicos e fisiogênicos de diferentes classes de solos do Estado da Paraíba sob cana-de-açúcar e pastagem de capim braquiária, Silva Neto et al. (2010) verificaram que os biogênicos apresentaram maior estabilidade física em comparação aos agregados fisiogênicos, como um reflexo da atividade biológica na gênese dos agregados biogênicos. Em áreas de floresta secundária em estágio avançado de sucessão (FSEA) e pasto misto manejado (PMM) em Pinheiral - RJ, Silva Neto et al. (2016) quantificaram maiores valores de DMP em agregados biogênicos quando comparados aos intermediários e fisiogênicos.

Também em Pinheiral - RJ, Fernandes et al. (2017) verificaram maiores valores de DMP para agregados biogênicos em área de FSEA em relação aos demais tipos de agregados estudados. Mergen Junior et al. (2019 a) observaram que os agregados biogênicos em área de sistema plantio direto com aplicação de cama sobreposta de suínos na camada de 0,05-0,10 m apresentaram maiores valores de DMP em comparação aos fisiogênicos.

Para Silva Neto et al. (2010), as maiores proporções de argila, cátions e matéria orgânica geralmente encontradas em agregados biogênicos (coprólitos) podem favorecer interações mais intensas, comparativamente aos agregados fisiogênicos, aumentando sua estabilidade.

As gramíneas quando presentes, também contribuem nos processos de formação e estabilização dos agregados, devido, principalmente, à elevada densidade de suas raízes, que promove a aproximação de partículas pela constante absorção de água do solo, bem como, às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição dos exsudados orgânicos ao solo (Mergen Junior et al., 2019 a). Estes fatores, estimulam a atividade microbiana edáfica, cujos subprodutos produzidos também atuam na estabilização dos agregados (Brandão & Silva, 2012; Mergen Junior et al., 2019 a).

Os maiores valores de DMP observados nos agregados fisiogênicos em CX em comparação à CC (Figura 1), podem estar relacionados às condições ambientais da pedoforma (maior incidência de radiação solar e ventos) em época chuvosa (maior oferta de umidade) associada a diversidade e estruturação do sistema radicular das espécies vegetais do ambiente (Santos et al., 2017). Visto que a absorção de água continuamente pelas raízes promove uma secagem local, contribuindo para aumentar a coesão entre as partículas do solo (Brandão & Silva, 2012), favorecendo a gênese de agregados fisiogênicos.

Em estudo realizado em áreas sob diferentes sistemas de manejo agroecológico em Seropédica - RJ, Rossi et al. (2016) observaram que os resultados de DMP foram influenciados apenas nos sistemas manejo e não dos diferentes tipos de agregados avaliados. Também nesse sistema de manejo, Schultz et al. (2019) não observaram diferenças nos valores de DMP entre as vias de formação avaliadas.

Os resultados da caracterização dos atributos químicos nos diferentes tipos de agregados são apresentados na Tabela 1. As maiores variações foram verificadas com

maior expressão entre as pedoformas do que entre as vias de formação, principalmente para Ca^{2+} , soma de bases trocáveis (S), total de cátions adsorvidos (T) e saturação por bases (V).

Na comparação entre as pedoformas, em CX foram quantificados os maiores teores de Ca^{2+} e valores S, T e V em agregados fisiogênicos. Quanto aos tipos de agregados, verificou-se que nos biogênicos foram observados os maiores valores S e V em CC, e nos fisiogênicos maiores valores T em CX (Tabela 1).

Pedoformas	pH (H_2O)		Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	
	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio
CX	4,81 ^{NS ns}	4,85 ^{NS ns}	4,16 ^{A ns}	4,52 ^{NS ns}	3,20 ^{NS ns}	3,78 ^{NS ns}
CC	4,61 ^{NS ns}	4,60 ^{NS ns}	1,96 ^{B ns}	2,85 ^{NS ns}	3,26 ^{NS ns}	3,90 ^{NS ns}
CV1%		6,5		42,4		32,4
CV2%		14,6		53,5		35,7
Pedoformas	Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)			
	Fis	Bio	Fis	Bio		
CX	0,86 ^{NS ns}	0,81 ^{NS ns}	8,34 ^{NS ns}	7,24 ^{NS ns}		
CC	1,05 ^{NS ns}	0,95 ^{NS ns}	9,12 ^{NS ns}	8,21 ^{NS ns}		
CV1%		68,5		19,8		
CV2%		84,1		38,5		
Pedoformas	K^+ (mg dm^{-3})		P (mg dm^{-3})			
	Fis	Bio	Fis	Bio		
CX	103 ^{NS ns}	118 ^{NS ns}	2,72 ^{NS ns}	2,25 ^{NS ns}		
CC	97 ^{NS ns}	106 ^{NS ns}	2,24 ^{NS ns}	2,62 ^{NS ns}		
CV1%		21,6		30,2		
CV2%		53,6		34,0		
Pedoformas	S ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		T ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		V (%)	
	Fis	Bio	Fis	Bio	Fis	Bio
CX	8,05 ^{A ns}	8,62 ^{NS ns}	18,09 ^{A a}	15,86 ^{NS b}	54 ^{A ns}	59 ^{NS ns}
CC	4,74 ^{B b}	7,72 ^{NS a}	15,42 ^{B ns}	14,24 ^{NS ns}	35 ^{B b}	50 ^{NS a}
CV1%		24,1		9,8		20,9
CV2%		20,3		16,2		20,8

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem as pedoformas para o mesmo tipo de agregado, mesma letra minúscula na linha não diferem os tipos de agregados para a mesma pedoforma avaliado (teste de Tukey, a 5% de probabilidade) e ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. S: Soma de bases trocáveis; T: Total de cátions adsorvidos, corresponde a CTC à pH 7,0; V: Saturação por bases; CV1: Coeficiente de variação entre os tipos de agregados; e CV2: Coeficiente de variação entre as pedoformas.

Tabela 1. Caracterização dos atributos químicos de agregados fisiogênicos (Fis) e biogênicos (Bio) sob pedoforma convexa (CX) e côncavo (CC) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sudeste do Brasil, Pinheiral – RJ, na camada 0,00-0,10 m.

Em relação aos atributos químicos (Tabela 1), os maiores teores de Ca^{2+} e valores S, T e V nos agregados fisiogênicos em CX estão relacionados as condições ambientais da pedoforma. Avaliando a influência da curvatura da superfície na variabilidade espacial dos atributos químicos do solo na região de Mar de Morros, Pinheiral - RJ, Santos et al. (2016) quantificaram maiores valores de pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e K^+ na pedoforma côncava e teores mais elevados de Al^{3+} na convexa. Esses resultados diferem dos verificados nesse estudo.

Quanto aos tipos de agregados, para os resultados dos valores S e V entre as vias de formação (Figura 1) verificou-se padrão semelhante ao observado nos trabalhos de Silva Neto et al. (2010) e Melo et al. (2019). Os agregados biogênicos, são formados por processos biológicos, o que contribui para diferenças nos atributos químicos quando comparados aos agregados formados por outros mecanismos (Silva Neto et al., 2010), consequentemente influenciando nos valores do complexo sortivo desses agregados. Para Mergen Junior et al. (2019 b), os agregados biogênicos apresentam-se como sítios potenciais de acúmulo de nutrientes, fruto da maior atividade biológica e presença de sistema radicular.

Na Tabela 2 são apresentados os teores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COAM), na qual não foram verificadas diferenças na comparação entre CX e CC. Em relação as vias de formação, foram observadas diferenças somente para COT, sendo nos agregados biogênicos em CX quantificados os teores mais elevados de carbono em comparação a via fisiogênica.

Mesmo com a ausência de significância estatística encontrada nos resultados das frações COP e COAM nos agregados, pode-se observar tendência de aumento nos teores de carbono nessas frações em agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos nas duas pedoformas avaliadas (Tabela 2). Para COP, o aumento nos teores de carbono nos agregados biogênicos foi de 25 e 24% em CX e CC, respectivamente. Já para COAM, o aumento foi de 15 e 9% em CX e CC, em sequência.

Para o conteúdo de COT (Tabela 2), os resultados corroboram aos encontrados por Silva Neto et al. (2010), Batista et al. (2013), Loss et al. (2014; 2017), Ventura et al. (2018), Melo et al. (2019) e Schultz et al. (2019). Silva Neto et al. (2016) e Fernandes et al. (2017) quantificaram maiores teores de COT nos agregados biogênicos quando comparados aos fisiogênicos em áreas de floresta secundária em estádios médio (FSEM) e inicial (FSEI) e PMM.

Em área de floresta nativa, no município de Guaíra - PR, Ferreira et al. (2020) verificaram maiores teores de COT em agregados biogênicos em relação aos agregados intermediários e fisiogênicos. De modo geral, nas áreas sob vegetação nativa, em virtude da maior estabilidade do ambiente, pressupõem-se uma maior atividade dos microorganismos, plantas e animais edáficos responsáveis pela gênese de agregados biogênicos. Tais resultados sugerem que esses agregados, além de indicarem maior atividade biológica,

também auxiliam no acúmulo de carbono no solo.

Pedoformas	COT (g kg ⁻¹)	
	Fisiogênicos	Biogênicos
CX	36,65 ^{NS b}	44,32 ^{NS a}
CC	38,56 ^{NS ns}	43,94 ^{NS ns}
CV1%	12,7	
CV2%	23,4	

Pedoformas	COP (g kg ⁻¹)		COAM (g kg ⁻¹)	
	Fisiogênicos	Biogênicos	Fisiogênicos	Biogênicos
CX	6,33 ^{NS ns}	8,51 ^{NS ns}	30,23 ^{NS ns}	35,77 ^{NS ns}
CC	5,45 ^{NS ns}	7,20 ^{NS ns}	33,11 ^{NS ns}	36,73 ^{NS ns}
CV1%	37,6		19,9	
CV2%	30,2		30,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem as pedoformas para o mesmo tipo de agregado, mesma letra minúscula na linha não diferem os tipos de agregados para a mesma pedoforma avaliado (teste de Tukey, a 5% de probabilidade) e ^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade. COT: Carbono orgânico total; COP: Carbono orgânico particulado; COAM: Carbono orgânico associado aos minerais; CV1: Coeficiente de variação entre os tipos de agregados; e CV2: Coeficiente de variação entre as pedoformas.

Tabela 2. Carbono orgânico total e das frações granulométricas da MOS de agregados fisiogênicos e biogênicos sob pedoforma convexa (CX) e côncava (CC) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sudeste do Brasil, Pinheiral – RJ, na camada de 0,00-0,10 m.

O aumento de carbono em estruturas biogênicas indica seletiva alimentação do material orgânico por organismos do solo, elevando as concentrações de carbono nesses agregados (Pulleman et al., 2005), fato este observado com os maiores valores de COT quantificados nos agregados biogênicos em CX (Tabela 2). Do exposto, é possível inferir que os agregados de origem biológica contribuem mais efetivamente na proteção da MOS, diminuindo as taxas de decomposição e elevando o potencial de sequestro de carbono pelo solo (Silva Neto et al., 2010).

Dentre as frações granulométricas, o COP é considerado um dos compartimentos mais lábeis, altamente sensível a práticas de revolvimento do solo e facilmente mineralizável caso o manejo ou uso não esteja dentro dos preceitos da agricultura conservacionista (Rossi et al., 2016), podendo assim ser apontado como um potencial indicador da qualidade da MOS em diferentes ambientes edáficos. Todavia em ambientes mais equilibrados e estáveis, variações significativas no conteúdo de COP podem ser menos frequentes, como observado nesse estudo.

Já a fração COAM nem sempre funciona como um indicador sensível e eficiente na

avaliação da qualidade edáfica, uma vez que alterações no estoque desse compartimento da matéria orgânica demoram muitos anos para serem detectados (Carmo et al., 2012), em virtude do elevado grau de estabilidade dessa fração física da MOS.

Os resultados de carbono orgânico das substâncias húmicas da MOS variaram em função das pedoformas e das vias de formação em todas as frações estudadas (Tabela 3).

Pedoformas	C-FAF (g kg ⁻¹)		C-FAH (g kg ⁻¹)	
	Fisiogênicos	Biogênicos	Fisiogênicos	Biogênicos
CX	3,20 ^{NS b}	5,13 A a	2,61 ^{NS b}	5,05 A a
CC	3,44 ^{NS NS}	3,29 B ^{NS}	3,20 ^{NS NS}	2,53 B ^{NS}
CV1%		18,5		26,4
CV2%		22,7		38,6

Pedoformas	C-FHUM (g kg ⁻¹)		SH (%)	
	Fisiogênicos	Biogênicos	Fisiogênicos	Biogênicos
CX	12,80 B b	19,93 A a	52 ^{NS b}	70 A a
CC	17,79 A ^{NS}	14,62 B ^{NS}	64 ^{NS a}	48 B b
CV1%		17,5		17,6
CV2%		18,8		22,9

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem as pedoformas para o mesmo tipo de agregado, mesma letra minúscula na linha não diferem os tipos de agregados para a mesma pedoforma avaliado (teste de Tukey, a 5% de probabilidade) e^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade. C-FAF: Carbono da fração ácido fúlvico; C-FAH: Carbono da fração ácido húmico; C-FHUM: Carbono da fração humina; SH: Porcentagem de carbono nas substâncias húmicas; CV1: Coeficiente de variação entre os tipos de agregados; e CV2: Coeficiente de variação entre as pedoformas.

Tabela 3. Carbono orgânico das frações húmicas da MOS de agregados fisiogênicos e biogênicos sob pedoforma convexa (CX) e côncavo (CC) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sudeste do Brasil, Pinheiral – RJ, na camada de 0,00-0,10 m.

No que tange às pedoformas, em CX nos agregados biogênicos foram quantificados os maiores teores de carbono orgânico nas frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH), humina (C-FHUM) e na porcentagem de carbono nas substâncias húmicas (SH) em relação a CC. Entretanto nos agregados fisiogênicos em CC foram verificados os teores mais elevados de C-FHUM em comparação a CX.

Para as vias de formação, foram observados que nos agregados biogênicos foram quantificados os maiores teores de C-FAF, C-FAH, C-FHUM e SH em CX quando comparados aos fisiogênicos, exceto em CC, na qual nos fisiogênicos foram quantificados os maiores valores de SH (Tabela 3).

De maneira geral, foi verificado que nos agregados biogênicos da pedoforma convexa os maiores teores de carbono orgânico das frações húmicas da MOS (C-FAF,

C-FAH e C-FHUM) e no total de carbono humificado (SH), tanto entre as pedoformas quanto entre as vias de formação, corroborando aos valores de COT observados. Outros autores observaram resultados semelhantes para a agregação biogênica (Loss et al., 2014; Mergen Junior et al., 2014; Fernandes et al., 2017; Ventura et al., 2018; Melo et al., 2019 e Ferreira et al., 2020). Apontando a mesma como uma potencial indicadora na avaliação da qualidade do solo, justamente por sua maior sensibilidade as diferentes condições edafo-ambientais (Silva Neto et al., 2010; Loss et al., 2014; e Fernandes et al., 2017).

Em relação as frações C-FAF e C-FAH, Loss et al. (2014), no estado do Paraná, em áreas de sistema de preparo convencional (SPC) e plantio direto (SPD), pastagem e floresta secundária, verificaram que os agregados biogênicos propiciam um ambiente mais favorável para a formação de substâncias húmicas. Os autores atribuem este padrão à atuação dos fatores como fauna do solo (macro e microfauna) e sistema radicular.

Para Ferreira et al. (2020), as frações ácido fúlvico e ácido húmico, são os compartimentos mais importantes das frações húmicas da MOS em termos de reatividade e ocorrência em ecossistemas. Sendo assim, os elevados teores de C-FAF e C-FAH em agregados biogênicos nesse estudo, demonstram a sua importância na qualidade química do solo.

Para o C-FHUM, a maior concentração de carbono nessa fração em agregados biogênicos pode ser atribuída a ação das raízes, e principalmente pela fauna edáfica. Nas diferentes vias de formação dos agregados, Ferreira et al. (2020) quantificaram maiores teores de C-HUM em áreas de floresta nativa e SPD com 23 anos de implantação em comparação aos SPDs com 7 e 14 anos de instalação. Para Fernandes et al. (2017), a presença da macrofauna edáfica, principalmente as minhocas, têm ação direta sobre a ciclagem biogeoquímica no solo (Jouquet et al., 2006), influenciando positivamente a ecologia do processo de humificação.

Os maiores teores de C-FAF, C-FAH, C-FHUM e SH em agregados formados pelos agentes biológicos do solo, podem estar relacionados a capacidade que esses agregados têm de proteção e estabilização das substâncias húmicas, favorecendo assim o acúmulo dessas frações. Silva Neto et al. (2016), sugerem que essa via de formação é mais eficiente em termos de estabilidade estrutural do solo e sequestro de carbono.

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada a partir das interpretações feitas na distribuição dos valores de DMP, atributos químicos, COT e carbono das frações granulométricas e húmicas da MOS nas vias de formação dos agregados (Figura 2).

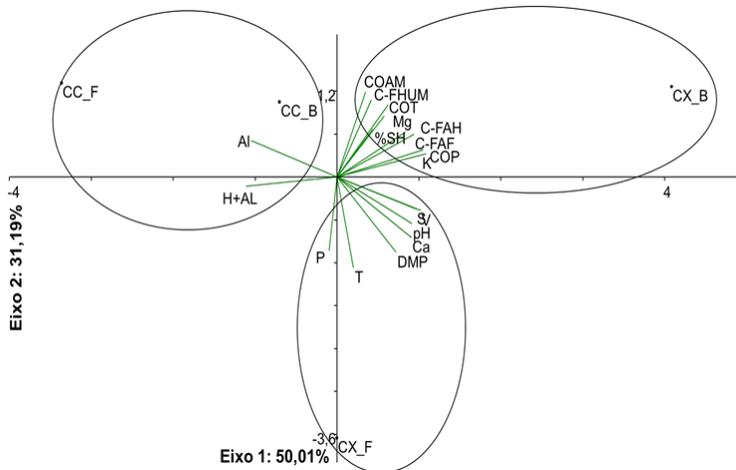


Figura 2. Gráfico bipolar da análise de componentes principais (ACP) da estabilidade, atributos químicos e conteúdo de carbono orgânico total e das frações granulométricas e químicas da MOS de agregados fisiogênicos (F) e biogênicos (B), sob pedoforma convexa (CX) e côncava (CC) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sudeste do Brasil, Pinheiral – RJ, na camada de 0,00-0,10 m.

DMP: Diâmetro médio ponderado; Ca: Cálcio trocável; Mg: Magnésio trocável; Al: Alumínio trocável; K: Potássio trocável; P: Fósforo trocável; H+Al: Acidez potencial; S: Soma de bases trocáveis; T: Total de cátions adsorvidos, corresponde a CTC à pH 7,0; V: Saturação de bases; COT: Carbono orgânico total; COP: Carbono orgânico particulado; COAM: Carbono orgânico associado aos minerais; C-FAF: Carbono da fração ácido fúlvico; C-FAH: Carbono da fração ácido húmico; C-FHUM: Carbono da fração humina; e %SH: Porcentagem de carbono nas substâncias húmicas.

Para essa análise, os atributos avaliados são representados por setas, que indicam a direção do gradiente máximo, em que o comprimento da seta é proporcional à correlação do atributo com os eixos e à sua importância na explicação da variância projetada em cada eixo. Verificou-se que as distribuições dos atributos apresentaram variância acumulada para os eixos 1 e 2 de 81,20%.

Através da ACP verifica-se a formação de três grupos, sendo os agregados biogênicos (B) e fisiogênicos (F) na pedoforma convexa (CX_B e CX_F, respectivamente) separados dos agregados da pedoforma côncava (CC), ao longo do eixo 1, que melhor explica a dissimilaridade entre as diferentes condições topográficas e vias de formação avaliadas (50,01%). Enquanto o eixo 2, com menos relevância, separou CX_B de CX_F (31,19%).

A maioria das variáveis correlacionaram-se positivamente (>0,8) ao eixo 1 e estiveram mais associadas aos agregados da pedoforma CX. Ou seja, o Mg^{2+} , K^+ , COT, COP, COAM, C-FAF, C-FAH, C-FHUM e %SH estão relacionados a via biogênica; e DMP, pH, Ca^{2+} , S, T e V a via fisiogênica. Verificou-se também que os agregados em CC apresentaram-se

próximos dos autovetores Al^{3+} e $H+Al$, e distante dos agregados da pedoforma CX.

Com o emprego da ACP, os diferentes tipos de agregados e pedoformas puderam ser separados de acordo com os atributos avaliados. Houve clara separação entre as pedoformas CX e CC, e tendo a CC para ambas as vias de formação, correlação positiva somente com Al^{3+} e $H+Al$. O agrupamento dos autovetores (Mg^{2+} , K^+ , COT, COP, COAM, C-FAF, C-FAH, C-FHUM e %SH) próximos aos agregados biogênicos em CX demonstra que essa condição de relevo, favorece a decomposição do material orgânico. Conseqüentemente aumenta os teores de carbono orgânico, contribuindo na formação de agregados biogênicos.

Segundo Melo et al. (2019), quanto maior a entrada de carbono ao sistema, mais intensa será a formação de agregados biogênicos. O padrão observado na APC associado aos testes estatísticos aplicados evidenciam o favorecimento da agregação biogênica nas diferentes frações da matéria orgânica do solo.

4 | CONCLUSÕES

As diferentes condições de relevo influenciaram nas vias de formação dos agregados, com destaque para a composição química e partição dos teores de carbono orgânico total e das substâncias húmicas da MOS encontrados nos mesmos.

Na pedoforma convexa foram observados os maiores valores de diâmetro médio ponderado nos agregados fisiogênicos.

Nos agregados biogênicos foram verificados melhor qualidade dos atributos químicos, representada por maiores valores do complexo sortivo, carbono orgânico total e das frações húmicas da MOS em comparação aos agregados fisiogênicos.

O estudo quantitativo da MOS a partir da compartimentalização do carbono orgânico nos diferentes tipos de agregados, pode ser uma técnica eficaz na mensuração da qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, I.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M.G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J.; MELLO, N. A. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no Cerrado, MS. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1535-1548, 2013.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 7p, 2003.

BRANDÃO, E. & SILVA, I. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. **Ciência Rural**. 42(7): 1193-1199, 2012.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A. Handbook for Soil Thin Section Description.

Albington: Waive Research Publications, 152p, 1985.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JUNIOR, V. S.; RIBEIRA FILHO, M. R.; OLIVEIRA, I. A. Interferência dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência da transição Campos/Floresta. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 527-535, 2010.

CARMO, F. F.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ARAÚJO, L. G. Frações granulométricas da matéria orgânica em Latossolo sob plantio direto com gramíneas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 420-431, 2012.

FERNANDES, J.C.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA NETO, E.C.D.A.; CORREA NETO, T. A. Characterization of biogenic, intermediate and physycogenic soil aggregates of areas in the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Caatinga**, v. 30, n.1, p.59-67. 2017.

FERREIRA, C. R.; SILVA NETO, E. C.; PEREIRA, M. G.; GUEDES, J. N.; ROSSET, J. S.; ANJOS, L. H. C. Dynamics of soil aggregation and organic carbon fractions over 23 years of no-till management. **Soil Till. Res.**, 198, 2020.

LOSS, A.; LOURENZI, C. R.; DOS SANTOS, E.; MERGEN, C. A.; BENEDET, L.; PEREIRA, M. G.; PICCOLO, M. C.; BRUNETTO, G.; LOVATO, P. E.; COMIN, J. J. Carbon, nitrogen and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in biogenic and physycogenic aggregates in a soil with 10 years of pig manure application. **Soil and Tillage Research**, 166, p.52–58, 2017.

LOSS, A.; PEREIRA M.G.; COSTA, E.M.; BEUTLER, S.J. Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural ¹³C and ¹⁵N abundance in biogenic and physycogenic aggregates in areas under different land use systems. **Soil Research**, v. 52, n.7, p.85–697, 2014.

MELO, T. R.; PEREIRA, M. G.; BARBOSA, G. M. C.; SILVA NETO, E. C., ANDRELLO, A. C.; FILHO, J. T. Biogenic aggregation intensifies soil improvement caused by manures. **Soil Till. Res.**, v.190, p.186-193, 2019.

MERGEN JUNIOR, C. A.; LOSS, A.; SANTOS JUNIOR, E.; FERREIRA, G. W.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E.; BRUNETTO, G. Atributos químicos em agregados biogênicos e fisiogênicos de solo submetido à aplicação com dejetos suínos. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, Recife, v.14, n.1, e5620, 2019 b.

MERGEN JUNIOR, C. A.; LOSS, A.; SANTOS JUNIOR, E.; GIUMBELLI, L. D.; PINHO, D.; ABREU, L.; LOURENZI, C. R.; COMIN, J. J.; BRUNETTO, G. Caracterização física de agregados do solo submetido a 10 anos de aplicação de dejetos suínos. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 36, n. 1, p. 79-92, 2019 a.

MERGEN JUNIOR, C. A.; LOSS, A.; COMIN, J. J.; FREO, V. A.; PEREIRA, M. G.; BRUNETTO, G. Carbono das substâncias húmicas em agregados biogênicos e fisiogênicos sob aplicação continuada de dejetos suínos. In: **Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo**, 10º, 2014, Pelotas-RS. Anais Pelotas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2014.

PULLEMAN, M. M.; SIX, J.; MARINISSEN, J. C. Y.; JONGMANS, A. G.; Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology Amsterdam**, v. 29, n. 1, p. 1-15, 2005.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T.; ALMEIDA, A. P. C. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.9, p.1677-1685, 2016.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; LIMA, S. S.; CEDDIA, M. B.; MENDONÇA, V. M. M.; DELGADO, R. C. Landform curvature and its effect on the spatial variability of soil attributes, Pinheiral - RJ/BR. **Revista Cerne**, v. 22, n. 4, p. 431-438, 2016.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; MORAES, L. F. D. Padrões da Regeneração Natural na Região de Mar de Morros, Pinheiral-RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, 11 p., 2017.

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., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHULTZ, N.; PINTO, L. A. S. R.; LIMA, S. S.; ZIVIANI, M. M.; ASSUNÇÃO, S. A.; PEREIRA, M. G. Agregação do solo e atributos químicos em áreas com diferentes coberturas vegetais In: **Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2.2 ed.**: Atena Editora, v.2, p. 1-12, 2019.

SILVA NETO, L. F.; PEREIRA, M.G.; FERNANDES, J. C. F.; CORRÊA NETO, T. A. Aggregate formation and soil organic matter under different vegetation types in Atlantic Forest from Southeastern Brazil. **Semina: Ciência agrárias**. Londrina, v. 37, n. 6, p. 3927-3940, 2016.

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.

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

VENTURA, B. S.; LOSS, A.; GIUMBELLI, L. D.; FERREIRA, G. W.; BUENO, A. C.; LOURENZI, C. R.; COMIN, J. J.; BRUNETTO, G. Carbon, nitrogen and humic substances in biogenic and physycogenic aggregates of a soil with a 10-year history of successive applications of swine waste. **Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.21, p.329 – 343, 2018.

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura irrigada 1, 2, 5, 6, 12, 14, 59, 79, 88, 98

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 28, 32, 34, 35, 37, 38, 59, 60, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 81, 82, 88, 91, 92, 93, 94, 115, 116, 117, 122, 124, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Água no solo 4, 28, 67, 81, 88, 91, 94, 134, 137, 138, 139, 145

Alumínio 40, 63, 115, 130

Atributos físico-hídricos 39

C

Capacidade de mineralización de suelos 100

Chuva de projeto 15, 17, 28, 29

Coefficiente de uso consuntivo da irrigação 1, 3, 6

Compartimentalização do carbono orgânico 119, 131

Compostos nitrogenados 34

Condutividade hidráulica 39, 145

D

Déficit hídrico 6, 7, 47, 70, 71, 79

Dissipação térmica 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68

E

Economia circular 34

Enchentes 15, 18, 22, 30

Erosão hídrica 15, 16, 17, 25, 32, 33

Estrutura do solo 40

Evapotranspiração 3, 8, 10, 59, 65, 73, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 96, 97, 98, 99

Evapotranspiração potencial 8, 80, 81, 83, 86, 87, 98

F

Fator R 15, 16, 17, 18, 22, 29

Fertilización de cultivos 100

Fertirrigação 34, 35, 36, 79

L

Latossolo amarelo 53, 55, 112

Latossolo vermelho distroférico típico 39

M

Manejo da irrigação 11, 12, 71, 72, 75, 80, 81, 87, 89, 90, 145

Manejos irrigados 70

Modelagem 81

N

Necessidade hídrica 81

P

Potencial hídrico 59

Produtividade econômica da água 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11

Produtividade física da água 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11

Profundidade 36, 53, 56, 57, 90, 112, 115, 116, 122, 137

Python 80, 81, 82

Q

Qualidade do solo 53, 55, 112, 113, 118, 119, 121, 129, 131

Qualidade física 70

R

Recursos hídricos 1, 2, 16

Restrições hídricas 1, 12, 71

Reuso 34

S

Segurança hídrica 1, 6, 12

Solo 1, 3, 4, 11, 12, 16, 17, 21, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 65, 67, 69, 72, 81, 82, 88, 90, 91, 92, 94, 96, 100, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147

T

Transpiração 3, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 81

V

Vias de formação de agregados 119

Volume de água 1, 6, 7, 11, 12, 135, 137, 141, 143

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br