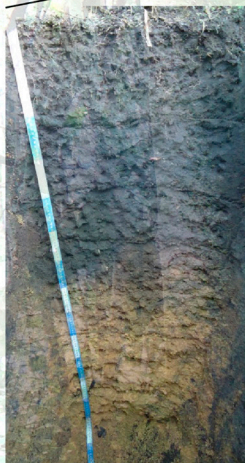


TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO₂ em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas

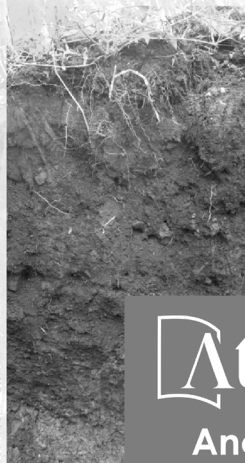
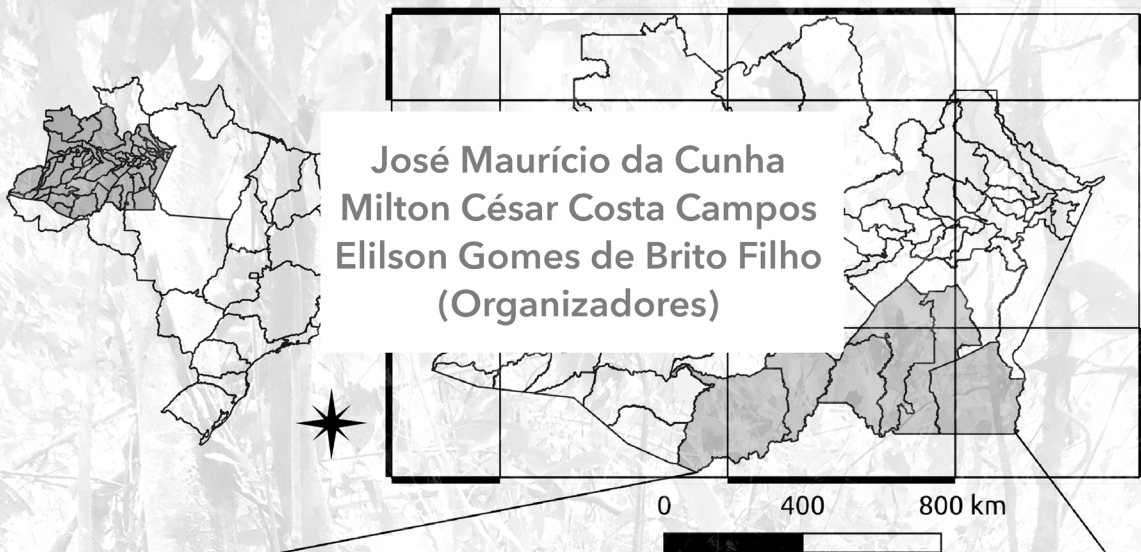


Atena
Editora

Ano 2021

TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO₂ em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas



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.

Open access publication by Atena Editora.



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – 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
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
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. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
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 Girlene 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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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. Adaylson 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. Alessandro 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 Drª Andrezza 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 Atílio 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 Alborno – 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 Lúvia 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
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
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
Prof. Dr. Sulivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
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

Terra Preta Arqueológica: atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO2 em solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremonesi
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadores: José Maurício da Cunha
Milton César Costa Campos
Elilson Gomes de Brito Filho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T323 Terra Preta Arqueológica: atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO2 em solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas / Organizadores José Maurício da Cunha, Milton César Costa Campos, Elilson Gomes de Brito Filho. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-220-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.200210707>

1. Solos amazônicos. 2. Solos antrópicos. I. Cunha, José Maurício da (Organizador). II. Campos, Milton César Costa (Organizador). III. Brito Filho, Elilson Gomes de (Organizador). IV. Título.

CDD 631.409811

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou permite a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A ocorrência de manchas de solos alterados e/ou formadas por populações pré-colombianas no ambiente amazônico são conhecidas como Terras Pretas Arqueológicas, Terra Preta de Índio, Terra Preta Antropogênica e Terra Mulata. A fertilidade e resiliência desses solos, não só atraem agricultores locais, mas também cientistas que buscam entender como esses solos se formaram e como o conhecimento sobre eles pode ajudar a maior produtividade e sustentabilidade dos solos tropicais. Os solos antropogênicos amazônicos têm sido alvo de diversos estudos, com destaque para aqueles voltados a entender as origens das Terras Pretas de Índio, mas até o momento sua origem é controversa entre os pesquisadores. Diversas hipóteses têm sido sugeridas para a formação destas unidades pedológicas, a mais aceita é que o homem pré-colombiano os formou de forma não intencional.

As Terras Pretas de Índio (TPI) são caracterizadas por apresentarem horizonte A antropogênico e ocorrem em antigos assentamentos contendo artefatos culturais, como fragmentos de cerâmica, e sua coloração escura resulta do acúmulo de matéria orgânica decomposta na forma de carbono pirogênico como resíduo de incêndios domésticos e queima por uso da terra agrícola. Esses solos podem ocorrer em vários tipos de solo, especialmente Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos. Estes solos ocorrem em pontos descontínuos em toda a região amazônica, particularmente no Brasil, Colômbia, Guiana, Equador, Peru e Venezuela e as manchas de solo têm tamanhos que variam de um a 500 hectares, mas a maioria (cerca de 80%) tem tamanhos de dois a cinco hectares. Geralmente estão distribuídos em elevações marginais, posição topográfica que permite boa visibilidade em seu entorno, próximo a cursos d'água, que podem ser de águas claras de cor branca ou preta. Diante disso, o presente trabalho aborda uma síntese de temas relacionados aos estudos das Terras Pretas de Índio, contribuindo com a comunidade científica em geral para a divulgação de estudos em solos antrópicos amazônicos, além de difundir junto à comunidade local a importância do uso adequado do solo da região, de forma que possa usufruir de seus benefícios de maneira sustentável.

Dessa forma, apresenta-se a coletânea de trabalhos elaborado por trinta e um pesquisadores da área distribuídos em quinze capítulos, neste consta aspectos da pedogênese, caracterização dos atributos, classificação dos solos e uso e manejo das Terras Pretas de Índio na Amazônia brasileira. Além disso, relaciona os atributos físicos, químicos e morfológicos dos solos sob TPI em comparação às diversas coberturas vegetais regionais. Acrescenta-se ainda que nestes capítulos, encontram-se estudos de caracterizações dos atributos, bem como o uso de ferramentas de análises de comparação dos atributos das TPI's, como a geoestatística, estatística univariada e multivariada, sendo a primeira uma ferramenta muito útil para o mapeamento digital de solos, mostrando a

importância da mesma no estudo da distribuição espacial dos atributos como forma de validação qualitativa dos métodos.

Destaca-se que ao sintetizar as ideias de cada tema, este trabalho se torna um instrumento de base para os alunos de graduação, pós-graduação e pesquisadores de áreas multidisciplinares, além de produtores rurais local e regional, haja vistas que apresenta uma perspectiva diagnóstica das Terras Pretas de Índio da Amazônia, a fim de que possa contribuir na orientação e tomada de decisão junto a essas comunidades. Para cada tema, há uma introdução inicial que justifica o estado da arte para as pesquisas em áreas de Terras Pretas de Índio, dando relevância às atividades relacionada tanto às caracterizações do solo, quanto ao uso e manejo adequado do solo. É importante destacar que este documento não tem como único fim ilustrar aspectos ligados a gênese das TPI's e a importância do uso e manejo adequado do solo. Mas como está escrito em linguagem de fácil compreensão, ele também é voltado para alunos de ensino médio que podem se confrontar com o desejo de atuar na área de Ciências Ambientais e Agronômicas.

Agradecemos à Pro-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), que apoiou a realização deste livro através do EDITAL no 24/2020 – PROPESP/UFAM: PROGRAMA DE APOIO À PUBLICAÇÃO DE LIVROS – 2020, no projeto “**CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS ANTRÓPICOS E NÃO ANTRÓPICOS NA REGIÃO SUL-SUDESTE DO AMAZONAS.**

”.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZAÇÃO E GÊNESE DE TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS NO SUL DO ESTADO DO AMAZONAS

Luís Antônio Coutrim dos Santos
Milton César Costa Campos
Renato Eleotério de Aquino
Anderson Cristian Bergamin
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
José Maurício da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.2002107071

CAPÍTULO 2..... 20

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS E DE SOLOS NÃO ANTROPOGÊNICOS NA REGIÃO DE MANICORÉ, AM

Milton César Costa Campos
Luís Antônio Coutrim dos Santos
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Bruno Campos Mantovanelli
Marcelo Dayron Rodrigues Soares
José Maurício da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.2002107072

CAPÍTULO 3..... 33

VARIAÇÃO ESPACIAL DA ESTABILIDADE DOS AGREGADOS E ESTOQUE DE CARBONO EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB CULTIVO DE CACAU

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Milton César Costa Campos
Leandro Coutinho Alho
José Maurício da Cunha
Bruno Campos Mantovanelli

DOI 10.22533/at.ed.2002107073

CAPÍTULO 4..... 46

EMIÇÃO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

José Maurício da Cunha
Milton César Costa Campos
Denilton Carlos Gaio
Zigomar Menezes de Souza
Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Emily Lira Simões

DOI 10.22533/at.ed.2002107074

CAPÍTULO 5..... 67

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO EFLUXO DE CO₂ EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB CULTIVO DE CACAU E CAFÉ NO MUNICÍPIO DE APUÍ, AM

Milton César Costa Campos
Leandro Coutinho Alho
Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Diogo André Pinheiro da Silva
José Maurício da Cunha
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2002107075

CAPÍTULO 6..... 80

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB PASTAGEM EM MANICORÉ, AM

Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Milton César Costa Campos
Zigomar Menezes de Souza
Wildson Benedito Mendes Brito
José Mauricio da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.2002107076

CAPÍTULO 7..... 93

VARIABILIDADE ESPACIAL DO ESTOQUE DE CARBONO E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB PASTAGEM

Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Milton César Costa Campos
José Maurício da Cunha
Zigomar Menezes de Souza
Ivanildo Amorim de Oliveira
Renato Eleotério de Aquino
Bruno Campos Mantovanelli

DOI 10.22533/at.ed.2002107077

CAPÍTULO 8..... 106

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM TERRA PRETA DE ÍNDIO SOB CULTIVO DE CAFÉ CONILON

Pedro Cardoso Mota Júnior
Milton César Costa Campos
Bruno Campos Mantovanelli
Uilson Franciscon
José Mauricio da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.2002107078

CAPÍTULO 9..... 122

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E ESTOQUE DE CARBONO EM ÁREAS DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB PASTAGEM E FEIJÃO GUANDU EM NOVO ARIPUANÃ, AM

José Maurício da Cunha

Denilton Carlos Gaio
Milton César Costa Campos
Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Alan Ferreira Leite de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2002107079

CAPÍTULO 10..... 144

VARIABILIDADE ESPACIAL DA TEXTURA DO SOLO EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB DIFERENTES USOS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS

Elilson Gomes de Brito Filho
Bruno Campos Mantovanelli
Wildson Benedito Mendes Brito
Julimar Fonseca da Silva
Milton César Costa Campos
José Maurício da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.20021070710

CAPÍTULO 11..... 153

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLOGICA SOB CULTIVO DE CACAU EM APUÍ, AM

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Milton César Costa Campos
Uilson Franciscon
Leandro Coutinho Alho
Zigomar Menezes de Souza
José Maurício da Cunha
Anderson Cristian Bergamin

DOI 10.22533/at.ed.20021070711

CAPÍTULO 12..... 173

SPATIAL VARIABILITY OF AGGREGATES AND ORGANIC CARBON UNDER THREE DIFFERENT USES OF INDIAN BLACK EARTH IN SOUTHERN AMAZONAS

Romário Pimenta Gomes
Milton César Costa Campos
Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Douglas Marcelo Pinheiro Silva
José Maurício Cunha
Uilson Franciscon
Laercio Santos Silva
Ivanildo Amorim Oliveira
Wildson Benedito Mendes Brito

DOI 10.22533/at.ed.20021070712

CAPÍTULO 13..... 187

FRactal Features of Soil Texture and Physical Attributes in Archaeological Dark Earth under Different Uses in Western Amazon

Half Weinberg Corrêa Jordão

Milton César Costa Campos
José Maurício da Cunha
Ivanildo Amorim de Oliveira
Laércio Santos Silva
Ludmila de Freitas
Romário Pimenta Gomes
Elilson Gomes de Brito Filho
Bruno Campos Mantovanelli

DOI 10.22533/at.ed.20021070713

CAPÍTULO 14.....206

SPATIAL VARIATION OF CHEMICAL ATTRIBUTES IN ARCHAEOLOGICAL DARK EARTH UNDER COCOA CULTIVATION IN WESTERN AMAZON

Ronerés Deniz Barbosa
Alan Ferreira Leite de Lima
Elilson Gomes de Brito Filho
Milton César Costa Campos
José Maurício da Cunha
Bruno Campos Mantovanelli
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva
Fernando Gomes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.20021070714

CAPÍTULO 15.....225

VARIABILITY AND SPATIAL CORRELATION OF AGGREGATES AND ORGANIC CARBON IN INDIAN DARK EARTH IN APUÍ REGION, AM

Romário Pimenta Gomes
Milton César Costa Campos
Wildson Benedito Mendes Brito
José Maurício da Cunha
Laércio Santos Silva
Ivanildo Amorim Oliveira
Ludmila de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.20021070715

SOBRE OS ORGANIZADORES239

CAPÍTULO 10

VARIABILIDADE ESPACIAL DA TEXTURA DO SOLO EM ÁREA DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB DIFERENTES USOS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS

Data de aceite: 18/05/2021

Elilson Gomes de Brito Filho

Centro de Ciências Agrárias – Universidade
Federal da Paraíba
Areia - Paraíba
<https://orcid.org/0000-0001-6718-2126>

Bruno Campos Mantovanelli

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-4291-1729>

Wildson Benedito Mendes Brito

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<https://orcid.org/0000-0002-4267-5992>

Julimar Fonseca da Silva

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/0057423446433221>

Milton César Costa Campos

Centro de Ciências Agrárias – Universidade
Federal da Paraíba
Areia - Paraíba
<https://orcid.org/0000-0002-8183-7069>

José Maurício da Cunha

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<https://orcid.org/0000-0003-4057-1708>

RESUMO: O bioma amazônico possui uma vasta

biodiversidade, com solos em sua maioria de baixa fertilidade, porém com algumas manchas denominadas de terras pretas arqueológicas (TPA), onde esses solos apresentam, alta fertilidade natural e potencial físico em relação aos solos adjacentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial da textura em áreas de terras pretas arqueológica sob diferentes usos na região sul do Amazonas. O estudo foi realizado no município de Apuí, sendo que na área de estudo, foi estabelecido um grid amostral de 88 por 64 m, e os solos foram amostrados nos pontos de cruzamento da malha, com intervalos regulares de 8 m, totalizando 88 pontos amostrais. Foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0,0-0,5 m. A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta. Os dados foram submetidos à estatística descritiva e geoestatística. A área sob manejo de pastagem apresentou maior variabilidade espacial se tratando de atributos granulométricos.

PALAVRAS-CHAVE: Geoestatística, TPA, Granulometria.

SPACE VARIABILITY OF SOIL TEXTURE IN ARCHAEOLOGICAL BLACK LAND AREA UNDER DIFFERENT USES IN THE SOUTH REGION OF AMAZONAS

ABSTRACT: The Amazonian biome has a vast biodiversity, with mostly low fertility soils, but with some clack soils called Archeological Dark Earth, where these soils present high natural fertility and physical potential in relation to the adjacent soils. The objective of this work was to evaluate the spatial variability of texture in areas of Archeological Dark Earth under different uses

in the southern region of Amazonas. In the study area, a mesh measuring 88 x 64 m was established, so that the soils were sampled at the crossing points of the mesh, with regular intervals of 8 m, totaling a total of 88 sample points. Soil samples were collected at depth 0.0-0.5 m to the south of the state of Amazonas, respectively, in the city of Apuí to perform the physical analysis of texture by the pipette method, and then the data were submitted to descriptive statistics and geostatistics. Area under pasture management showed greater spatial variability when it comes to texture attributes granulometric.

KEYWORDS: Geostatistics, ABE, granulometry.

1 | INTRODUÇÃO

As Terras Pretas Arqueológicas (TPA's) geralmente apresentam a fração areia como dominante em grande parte dos sítios localizados ao Sul do Amazonas, mas são observadas grande variação entre os sítios com textura que podem variar entre arenosa e muito argilosa (LIMA et al., 2002, TEIXEIRA & MARTINS, 2003). Além das características físicas das TPA's serem notoriamente conhecidas, as propriedades físicas apresentam enorme potencial, se destacando a condutividade hidráulica, porosidade, resistência do solo a penetração. O que vai influenciar na aeração que por fim contribuir para as trocas gasosas no solo, acelerando o processo da decomposição da matéria orgânica. (NEVES JÚNIOR, 2008).

De acordo com Daniels & Nelson (1987) as variações granulométricas do solo estão relacionadas ao material de origem, e este pode depender do ambiente deposicional dos sedimentos, do tipo de rocha que originou o solo e de processos pedogenéticos. Leão (2010) destaca que além do material de origem, o relevo influencia a variabilidade da textura, uma vez que condiciona o tempo de exposição dos materiais à ação do intemperismo, e podendo variar entre pontos relativamente próximos em área de mesma unidade taxonômica.

Caracterizando solos antropogênicos e não antropogênicos Campos et al. (2012) encontraram em área sob cultivo de milho textura variando entre arenosa e argilosa, enquanto Soares et al. (2015) estudando atributos físicos do solo nessas áreas sob manejo de pastagem constataram textura arenosa. Sendo que nas áreas de TPA temos como principal matéria de origem da alteração dos granitos rondonianos (CPRM, 2001). Porém, o relevo dessas áreas é bastante distinto Reis & Ferreira (2006). O que ocasiona diferentes textura em no mesmo tipo de solos nessa região.

A variabilidade espacial dos atributos do solo estudados pela análise geoestatística, esta funciona como um conjunto de técnicas aplicadas a variáveis regionalizadas, por ela se definem a estrutura de dependência espacial e grau de correlação de cada variável em determinado local com o uso da estatística georreferenciada, além de proporciona meios para que sejam efetuados os respectivos mapeamentos da área estudada através da krigagem podendo então caracterizar o comportamento dos atributos no solo de acordo com relevo, material de origem, tempo, clima, organismos (MARINS et al., 2008, SILVA et

al., 2010, AQUINO et al., 2014).

Partindo da necessidade de se ter conhecimento do comportamento de dependência dos atributos no solo, logo este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial da textura em áreas de TPA's sob diferentes usos no sul do Amazonas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas de estudo localizam-se ao Sul do Estado do Amazonas, onde o material de origem é proveniente da alteração de granitos Rondonianos, do Pré-Cambriano Superior, sedimentos colúviais, depositados nas partes mais baixas da paisagem, e coberturas terciárias (BRASIL, 1978). A área de TPA sob pastagem está localizada no município de Manicoré, sob as coordenadas geográficas de 7° 59' 22" de latitude sul e 61° 39' 51,2" de longitude oeste com altitude média de 83 m (Figura 1). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Campos, 2009) ou um Paleudalf (Soil Survey Staff, 2014). As áreas de TPAs sob cacau e café, estão localizadas no município de Apuí, sob as coordenadas geográficas 7° 12' 05" de latitude sul e 59° 39' 35" e longitude oeste. A TPA sob cacau vem sendo cultivado há 14 anos. O solo nas duas áreas de TPA no município de Apuí foi classificado como Argissolo Amarelo eutrófico, segundo Embrapa (2013) ou um Paleudalf (Soil Survey Staff, 2014).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical chuvoso, com um período seco de pequena duração, e temperaturas variando entre 25°C e 27°C, e com precipitações pluviais entre 2.250 e 2.750 mm, com chuvas concentradas no período de outubro a junho (Brasil, 1978). O relevo é constituído por platôs com superfícies planas, sendo a zona de borda marcada por colinas e cristas alinhadas e localmente escarpadas, enquanto as áreas planas têm como principal característica a presença de uma superfície pediplanada (CPRM, 2001).

Foi realizado o mapeamento de três áreas de TPA sob diferentes usos. Nestas foram estabelecidos grids com dimensões de 88 x 64 m, espaçamento regular de 8 m entre os pontos amostrais. Os solos foram amostrados nos pontos de cruzamento da malha nas profundidades 0,0-0,05 m totalizando 88 pontos amostrais por sistema de uso. Esses pontos foram georreferenciados com um equipamento de GPS para construção do Modelo Digital de Elevação (MDE).

A composição granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de baixa rotação por 16 h, seguindo método proposto pela EMBRAPA (2011). A fração argila foi separada por sedimentação, de acordo com a lei de Stokes, sendo a fração silte determinada por diferença. Os atributos granulométricos foram avaliados por meio de estatística descritiva calculando-se a média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose. A hipótese de normalidade

dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, no software estatístico Minitab Release 14 (MINITAB, 2000).

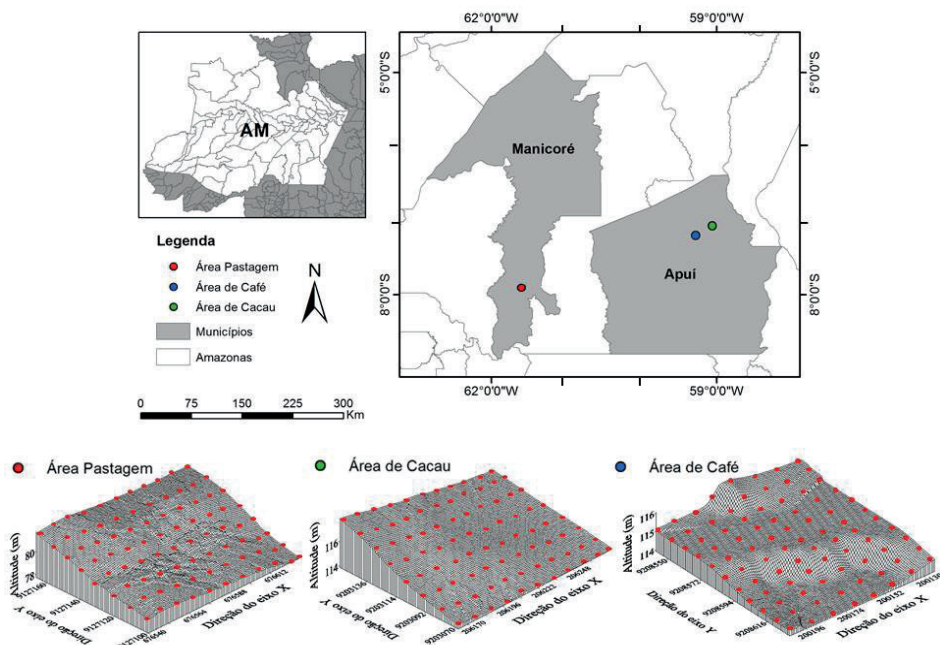


Figura 1. Mapa de localização e modelo digital de elevação das áreas de estudo na região sul do Amazonas.

Para a caracterização da variabilidade espacial, foi utilizada a análise geostatística. Sob teoria da hipótese intrínseca o semivariograma experimental foi estimado pela Equação (1) (Vieira et al., 1983).

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

onde: $\gamma(h)$ - valor da semivariância para uma distância h , $N(h)$ - número de pares envolvidos no cálculo da semivariância, $Z(x_i)$ - valor do atributo Z na posição x_i , $Z(x_i+h)$ - valor do atributo Z separado por uma distância h da posição x_i .

Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $\hat{\gamma}(h)$ são definidos os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma: o efeito pepita (C_0), o patamar (C_1), a variância estrutural ($C_0 + C_1$), e o alcance (a). O efeito pepita é o valor da semivariância para distância $h=0$ e representa o componente da variação ao acaso. O patamar é o valor da semivariância e o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis e indica a distância em que os atributos estão correlacionados.

A determinação da dependência espacial, foi classificada em fraca, média e moderada de acordo com a proposta de Cambardella et al. (1994) onde: $GDE\% = (Co/Co+C1)100$, se $GDE \leq 25\%$ é considerado forte, entre 25 e 75 % moderado, e acima de 75% fraco grau de dependência. Para escolha do melhor modelo a ser utilizado se considerou o R^2 (coeficiente de determinação).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média e mediana dos atributos texturais, foram semelhantes, tendendo a uma distribuição simétrica (Tabela 1). Quando avaliada a média dos atributos texturais foi possível observar domínio da fração silte, nas áreas de cacau e café a qual corresponde a mais da metade da composição granulométrica. Neste sentido, Santos et al. (2013), Aquino et al (2014) trabalhando com áreas de TPAs no sul do Amazonas obtiveram resultados semelhantes, justificando essa grande dominância de silte em decorrência do alto grau de intemperização.

Na área de pastagem observou-se dominância da fração areia, tendendo este solo a textura arenosa (Tabela 1), segundo Smith (1980), a maior concentração de areia entre as frações granulométricas é uma característica comum das TPA's, que pode ser atribuída à formação de material organomineral estável de tamanho equivalente à areia, o qual resulta da combinação da prática do uso do fogo e do depósito de material orgânico pelos ameríndios que ocupavam essas localidades (Teixeira et al., 2010). No mesmo sentido, Campos et al. (2011) destacam que a textura mais arenosa é decorrente da possível influência de materiais coluviais, provenientes das partes mais altas do terreno.

| Estatística Descritiva | Cacau | | | Café | | | Pastagem | | |
|------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila |
| | -----g.kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | |
| Média | 221,10 | 572,83 | 204,52 | 364,65 | 617,37 | 17,98 | 712,30 | 237,67 | 50,03 |
| Mediana | 217,50 | 577,00 | 205,50 | 367,44 | 614,87 | 17,13 | 711,87 | 237,94 | 49,12 |
| ¹ DP | 49,59 | 32,01 | 44,06 | 34,70 | 35,03 | 6,99 | 42,36 | 42,07 | 20,38 |
| ² CV% | 22,43 | 5,59 | 21,54 | 9,52 | 5,67 | 38,86 | 5,95 | 17,70 | 40,73 |
| Assimetria | 0,37 | -0,54 | -0,03 | -0,13 | -0,09 | 7,67 | 1,17 | -0,66 | 0,43 |
| Curtose | -0,30 | 1,18 | 0,10 | -0,08 | 0,29 | 66,72 | 6,93 | 4,95 | 0,68 |
| ³ d | 0,10* | 0,09* | 0,08* | 0,05* | 0,05* | 0,26* | 0,08* | 0,07* | 0,06* |

¹DP: desvio padrão, ²CV: coeficiente de variação, ³d: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 1: Estatística descritiva da textura do solo na profundidade de 0,0-0,05 em área de TPA sob o uso de cacau, café e pastagem, no município de Manicoré, AM.

Os valores do coeficiente de variação (CV%) de acordo com Warrick e Nielsen (1980), foi possível verificar que somente a variável silte apresentou baixa variabilidade nas áreas de cacau e café, já as frações areia e argila em todas as áreas, juntamente com o silte na área de pastagem apresentaram moderada variabilidade. Vale ressaltar que as frações texturais são estáveis, ou seja, se modificam pouco ao longo do tempo, apresentando baixo coeficiente de variação (SOARES et al., 2015). Com base nos coeficientes de assimetria e curtose com exceção da argila na área de café, todos os demais apresentaram distribuição normal dos dados o que pode ser evidenciado pela proximidade média e mediana. Com relação ao teste de normalidade, todas as variáveis de todas as áreas foram significativas a 5% de probabilidade.

Com base na classificação de Cambardella et al. (1994), de acordo com os valores obtidos, observou-se que nas áreas de cacau e café todas as variáveis apresentaram forte grau de dependência espacial para areia, silte e argila, com valores próximos de zero. Ainda para Cambardella et al. (1994) as variáveis que apresentam grau de dependência forte são mais influenciadas pelos fatores intrínsecos como os fatores formação do solo e as fracas por fatores extrínsecos como o manejo do solo. a área de pastagem verificou-se para silte e areia um grau de dependência moderado. Resultados semelhantes foram encontrados por Soares et al. (2015), em estudo de atributos físicos do solo em área de Terra Preta Arqueológica. Observa-se que a variável argila na área de pastagem não apresentou estrutura de dependência espacial conferindo a esse atributo efeito pepita puro (EPP), sendo o EPP a variabilidade não detectada pela amostragem (CAMBARDELLA et al., 1994).

| Parâmetros | Cacau | | | Café | | | Pastagem | | |
|--|---------|--------|---------|-------|-------|--------|----------|-------|--------|
| | Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila |
| Modelo | Exp. | Exp. | Exp. | Exp. | Exp. | Exp. | Esf. | Esf. | Lin. |
| Efeito Pepita (C ⁰) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 991 | 727 | - |
| Patamar (C ⁰ + C ¹) | 2515,00 | 887,90 | 1893,00 | 1163 | 1314 | 6,46 | 1920,3 | 1843 | - |
| Alcance (a) | 42,00 | 23,48 | 28,50 | 26,25 | 18,75 | 17,2 | 47,2 | 34,6 | - |
| ¹ GDE % | 0,04 | 0,11 | 0,05 | 0,004 | 0,003 | 0,15 | 48 | 60 | EPP |
| ² R ² | 0,895 | 0,893 | 0,906 | 0,89 | 0,98 | 0,418 | 0,77 | 0,65 | - |
| ³ VC | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,89 | 0,91 | - |

Exp.: Exponencial, Esf.: Esférico, ¹GDE%: grau de dependência espacial, ²R²: coeficiente de determinação, ³VC: validação cruzada.

Tabela 2: Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas experimentais dos atributos granulométricos do solo em área de TPA sob uso de cacau, café e pastagem, na região de Manicoré, AM.

Os modelos que mais se ajustarão aos parâmetros do semivariograma foi o exponencial e o esférico. De acordo os dados apresentados nos parâmetros dos semivariogramas os valores de Validação Cruzada (VC) e R^2 se apresentaram acima de 0,65 em quase todas as variáveis granulométricas, com exceção da argila sob manejo de café que apresentou R^2 inferior a 0,65 (Tabela 2). Neste contexto, valores acima de 0,6 além de assegurar um bom desempenho da interpolação pela krigagem ordinária, indicam afirmar que os semivariogramas apresentam ajustes que captam as estruturas de variação espacial do meio amostral (AZEVEDO, 2004).

O alcance estabelece o limite de dependência espacial entre as amostras, (Reichardt 1985, Trangmar et al. 1985). Quanto maior o alcance, maior a variabilidade (Oliveira et al, 2013). Sendo assim considerando o pressuposto, observa-se os maiores valores de alcance na área de pastagem significando uma dependência menor, ou seja, uma variabilidade maior. Assim, este valor será utilizado como intervalo entre as distâncias unidades de solos a serem mapeadas (WEBSTER, 2000).

4 | CONCLUSÃO

Através do estudo dos atributos texturais do solo observa-se que às áreas de cacau, café e pastagem apresentaram respectivamente as texturas média, arenosa e argilosa.

A área sob manejo de pastagem, foi a que mais se diferenciou em relação às áreas de cacau e café, apresentando maiores alcance (a) e menor grau de dependência espacial (GDE), também apresentando EPP no atributo argila na mesma.

REFERÊNCIAS

AQUINO, R. E., CAMPOS, M. C. C., DE OLIVEIRA, I. A., JUNIOR, J. M., SILVA, D. M. P., SILVA, D. A. P. Variabilidade espacial de atributos físicos de solos antropogênico e não antropogênico na região de Manicoré, AM= Spatial variability of soil physical anthropogenic and non anthropogenic in the region of Manicoré, AM. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, 2014.

AZEVEDO, E. D. (2004). Uso da geoestatística e de recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no estado de Mato Grosso. 2004. 141 f (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado) -Faculdade de Engenharia Agrícola, **Universidade Estadual de Campinas**, Campinas).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro. 561 p. 1978.

CAMBARDELLA, C. A., MOORMAN, T. B., NOVAK, J. M., PARKIN, T. B., KARLEN, D. L., TURCO, R. F., KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil science society of America journal**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CAMPOS, M. C. C., DOS SANTOS, L. A. C., DA SILVA, D. M. P., MANTOVANELLI, B. C., SOARES, M. D. R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 6, n. 2, 102-109, 2012.

CAMPOS, M. C. C., RIBEIRO, M. R., SOUZA JÚNIOR, V. S., RIBEIRO FILHO, M. R., SOUZA, R. V. C. C., ALMEIDA, M. C. Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira. **Bragantia**, v. 70, n. 03, p. 598-609, 2011.

CAMPOS, M.C.C. Pedogeomorfologia aplicada a ambientes Amazônicos do Médio Rio Madeira [tese]. Recife: **Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2009.

CPRM. Centro de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens**. Manaus. 93p. 2001.

CUNHA, T. J. F., MADARI, B. E., CANELLAS, L. P., RIBEIRO, L. P., BENITES, V. D. M., SANTOS, G. D. A. Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon basin. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 85-93, 2009.

DANIELS, R. B., NELSON, L. A. Soil variability and productivity: future developments. **Future Developments in Soil Science Research**, n. futuredevelopme, p. 279-291, 1987.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 3ª ed. Brasília: DC. 2013.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. 212p. 2011.

GLASER, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 187-196, 2007.

KÄMPF, N., KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. **Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, p. 277-320, 2005.

LEÃO, M. G., MARQUES JÚNIOR, J., SOUZA, Z. M. D., PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da textura de um latossolo sob cultivo de citros. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 121-131, 2010.

LIMA, Hedinaldo N. et al. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosols”(“Indian black earth”) of Western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, n. 1, p. 1-17, 2002.

MESQUITA, M. L., BRANCO, VERÔNICA, T. F. C., SOARES, J. B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **Transportes**, v. 21, n. 1, p. 59-66, 2013.

MARINS, A. C., URIBE-OPAZO, M. A., JOHANN, J. A. Estimadores new1 e new2 no estudo da dependência espacial da produtividade da soja e atributos físicos do solo em uma área comercial. **Engenharia na Agricultura**, p. 133-143, 2008.

Minitab Release 14.1(2000) **Statistical Software**. US/Canada.

OLIVEIRA, I. A. D., CAMPOS, M. C. C., SOARES, M. D. R., AQUINO, R. E. D., MARQUES JÚNIOR, J., NASCIMENTO, E. P. D. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1103-1112, 2013.

NOGUEIRA, M. C. S. Experimentação agrônômica I. Piracicaba: **Universidade de São Paulo**. 463p. 2007.

REIS, N. J., FERREIRA, A. L. **Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas**. Ministério de Minas e energia. Manaus, 153p, 2006.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. **Campinas: Fundação Cargill**. 486p. 1985.

SANTOS, L. A. C. D., CAMPOS, M. C. C., AQUINO, R. E. D., BERGAMIN, A. C., SILVA, D. M. P. D., MARQUES JUNIOR, J., FRANÇA, A. B. C. Caracterização de terras pretas arqueológicas no sul do estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 825-836, 2013.

SILVA, F. W. R., LIMA, H. N., TEIXEIRA, W. G., MOTTA, M. B., SANTANA, R. M. Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos (Terra Pretas de Índio) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 673-681. 2008.

SMITH, N. J. H. ANTHROSOLS AND HUMAN CARRYING CAPACITY IN AMAZONIA*. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, n. 4, p. 553-566, 1980.

SOARES, M. D. R., CAMPOS, M. C. C., SOUZA, Z. M. D., BRITO, W. B. M., FRANCISCON, U., CASTIONI, G. A. F. Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo em área de Terra Preta Arqueológica sob pastagem em Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 4, p. 434-441, 2016.

Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy. 12th ed. Washington, **DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service**, 2014

TEIXEIRA, W. G., MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: **Amazonian dark earths**. Springer Netherlands, 2003. p. 271-286.

TEIXEIRA, W. G. T. **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2010.

TRANGMAR, B. B., YOST, R. S., UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in agronomy**, v. 38, p. 45-94, 1986.

VIEIRA, S. R. J. L., HATFIELD, J., NIELSEN, D., BIGGAR, J. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **California Agriculture**, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

WARRICK, A. W. Spatial variability of soil physical properties in the field. **Applications of soil physics**, p. 319-344, 1980.

WEBSTER, R. Is soil variation random?. **Geoderma**, 97(3), 149-163. 2000.

WEBSTER, R., BUTLER, B. E. Soil classification and survey studies at Ginninderra. **Soil Research**, v. 14, n. 1, p. 1-24, 1976.

TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO₂ em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



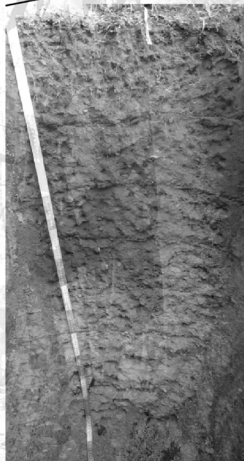
@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br



0 400 800 km



Atena
Editora

Ano 2021

TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO₂ em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br



0 400 800 km



Atena
Editora

Ano 2021