

TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

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

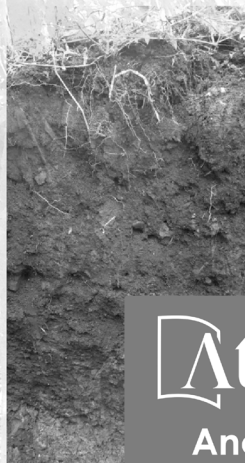
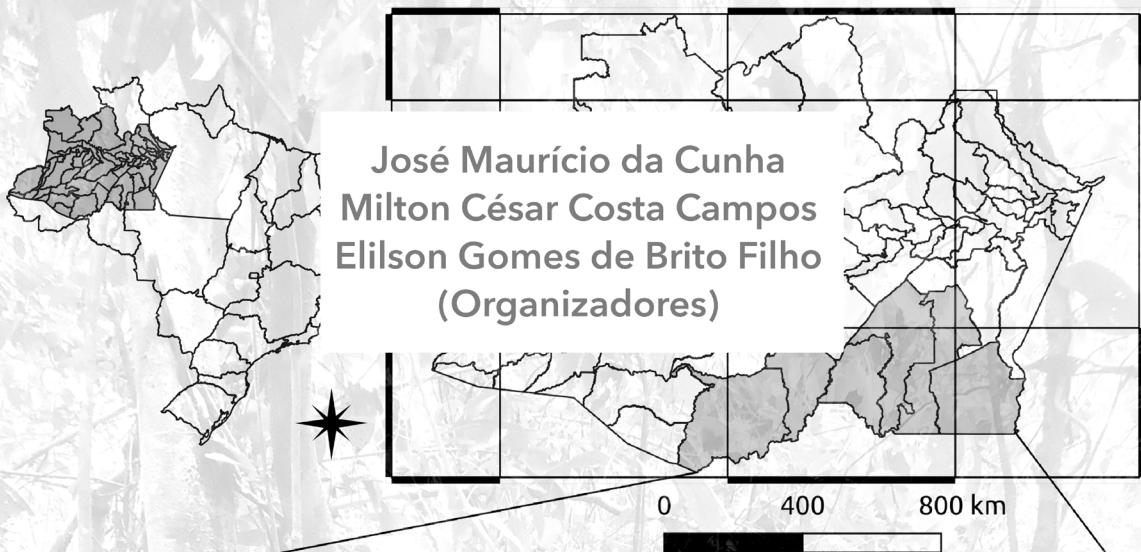


Atena
Editora

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 Federal 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 Livia 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 Cremona
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 ARQUEOLOGICA 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

EMISSÃO 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

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

Data de aceite: 18/05/2021

Data de submissão: 11/05/2021

Milton César Costa Campos

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

Leandro Coutinho Alho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea - Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/4670525420962987>

Marcelo Dayron Rodrigues Soares

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<https://orcid.org/0000-0003-2942-5320>

Diogo André Pinheiro da Silva

Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0079324783840272>

José Maurício da Cunha

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/3425545536495518>

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -
Universidade Federal do Amazonas
Humaitá – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6219916883682579>

RESUMO: As Terras Pretas Arqueológicas (TPA) são solos que podem concentrar até seis vezes mais carbono orgânico que solos adjacentes sem horizonte A antrópico, presumindo-se, dessa forma, maior efluxo de CO₂ nesses solos. O objetivo deste estudo foi investigar a distribuição espacial do efluxo de CO₂, temperatura e umidade do solo em área de Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM, Brasil. Foram construídas malhas amostrais nas dimensões 42 x 80 m, com espaço entre os pontos de 8 x 10 m e 6 x 10 m para as áreas de cacau e café, respectivamente. Após a etapa de coleta dos dados do efluxo de CO₂, temperatura e umidade do solo, procedeu-se a análise estatística descritiva e geoestatística. Os resultados mostraram que os parâmetros avaliados apresentam dependência espacial, com alcance variando de 25 a 40 m para o efluxo de CO₂ da área TPA com cacau. O efluxo de CO₂ na área de cacau foi superior, com valor médio de 5,49 μmol m⁻² s⁻¹, comparado ao 3,99 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂ da área com café.

PALAVRAS-CHAVE: Carbono orgânico, efluxo de CO₂, solo antrópico.

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE CO₂ STREAM IN ARCHAEOLOGICAL DARK EARTH AREA UNDER COCOA AND COFFEE CULTIVATION IN THE MUNICIPALITY OF APUÍ, AM, BRAZIL

ABSTRACT: The Archaeological Dark Earth (ADE) are soils that can hold up to six times more organic carbon than surrounding soils without anthropic horizons, thus assuming higher CO₂ emissions from these soils. The objective of this

study was to investigate the spatial distribution of CO₂ efflux, temperature and soil moisture in an Archaeological Dark Earth area under cocoa and coffee cultivation in the municipality of Apuí, AM, Brazil. Sample grids of 42 x 80 m were set up, with space between points of 8 x 6 x 10 m and 10 m, respectively, for the cocoa and coffee areas. After data of CO₂ efflux, temperature and humidity of the soil were collected, descriptive statistics and geostatistics analyses were done. The results showed that the evaluated parameters exhibited spatial dependence reaching a range of 25 to 40 m for CO₂ stream ADE area with cocoa. The CO₂ efflux in the cocoa area was higher, with an average value of 5.49 μmol m⁻² s⁻¹, compared to 3.99 μmol m⁻² s⁻¹ in the area of coffee CO₂.

KEYWORDS: Antropic soil, CO₂ efflux, organic carbon.

1 | INTRODUÇÃO

Na Amazônia, os solos que apresentam horizonte A antrópico estão associados à prolongada ocupação humana pré-histórica, constituídas de sociedades indígenas do período pré-colombiano (EMBRAPA 2013). As quais formaram extensos depósitos de resíduos, ou simplesmente rejeitos, que alteraram significativamente as propriedades dos solos (Aquino et al. 2016), de modo que os solos desses ambientes apresentam variações expressivas nas propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas comparados aos solos adjacentes.

No tocante, os vestígios mais contundentes, com ampla distribuição, são as manchas de solos de cor negra, atribuída a elevada presença de matéria orgânica e pela contribuição significativa do carbono pirogênico, formado por oxidação incompleta dos materiais orgânicos (Campos et al. 2012a). Estes exibem alta resistência à oxidação termal, química e à foto-oxidação fatores que atribuíram a esses solos algumas designações, como Terra Preta Arqueológica (TPA) ou simplesmente Terra Preta (Kampf e Kern 2005).

É sabido que as maiores reservas de carbono (C) no ecossistema terrestre encontram-se no solo, chegando a ser 4 vezes maiores que o C da vegetação e 3,3 vezes maiores que o da atmosfera (IPCC 2007). As TPAs por sua vez, podem apresentar em média até 6 vezes mais carbono orgânico estável que os solos adjacentes sem horizonte A antrópico (Glaser 2001), figurando como grande reservatório de carbono orgânico, entretanto a modificação da cobertura da vegetação nativa por meio das ações antrópicas atuais é possível que haja perdas massivas de C do solo (La Scala Junior et al. 2012).

As ações de perda de CO₂ do solo são representadas pelas trocas gasosas entre o solo e a atmosfera, e governadas pela difusão do CO₂ por meio dos poros do solo, que podem ser influenciadas pelas propriedades do solo ou pela cobertura vegetal presente no local (Pinto Júnior et al. 2009). As variáveis climáticas têm relações diretas nos efluxos de CO₂ para a atmosfera. Desse modo, os principais fatores que afetam as emissões são a temperatura (do ar e do solo) e o teor de umidade do solo, adicionado às relações climáticas e topográficas do local (Brito et al. 2010).

Por outro lado, o estudo da variabilidade espacial por meio da geoestatística

possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, considerando a dependência espacial dentro do intervalo de amostragem, permitindo indicar alternativas de uso, além de permitir melhor compreensão da variabilidade dos atributos e sua influência no ambiente (Silva Neto et al. 2012). Porém, a variabilidade espacial não se restringe apenas aos atributos do solo, ocorrendo também sob a emissão de CO₂ (Pinto Junior et al. 2009).

Vários são os estudos de variabilidade espacial do efluxo de CO₂, especialmente em áreas florestais nativas em comparação a demais sistemas de uso conforme destacam La Scala Júnior et al. (2012) em estudos em área de cana-de-açúcar. Segundo La Scala Junior et al. (2009) o aumento das emissões de CO₂ ocorre nos meses mais quentes do ano (de outubro a fevereiro); o de acordo com Adachi (2009) é atribuído às condições favoráveis à atividade dos microrganismos do solo, a precipitação pluviométrica que interfere no padrão espacial e temporal das emissões de CO₂ do solo. Na Amazônia Pinto Junior et al. (2009) e Silva et al. (2016) informam que neste ambiente os fatores determinantes na variação espacial e temporal são temperatura e precipitação pois estes são bastante intensos na região.

Nesta parte da Amazônia as TPAs são facilmente identificadas e utilizadas por pequenos agricultores que as cultivam com frutíferas, hortaliças e pastagem em função de sua alta fertilidade (Campos et al. 2011) o que pode representar um risco ao ambiente com a perda desse importante reservatório de carbono. Assim o presente estudo teve como objetivo investigar a distribuição espacial do efluxo de CO₂ em área de Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Apuí, AM, situado em Latitude 7°12'05" S e Longitude 59°39'37" W, transpassado pela rodovia Transamazônica (BR-230) (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen o clima da região pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração. A pluviosidade limita-se as isoietas de 2.250 e 2.750 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As temperaturas médias anuais variam entre 25 e 27 °C e a umidade relativa entre 85 e 90%.

A geologia da região é oriunda dos arenitos da formação Beneficente, recoberto por pacote argiloso do terciário. As classes de solo predominantes no município são os Argissolos e Latossolos, recobertos por vegetação primária, constituído predominantemente por Floresta Tropical Densa, formadas por árvores adensadas (SDS 2004).

A TPA sob cultivo de cacau vem sendo cultivado há quatorze anos, nos primeiros seis anos abrigou os cultivos de arroz, milho, feijão e melancia, e posteriormente foi inserido a cultura do cacau que permanece até o presente estudo. A TPA sob cultivo de café vem

sendo cultivada há seis anos, primeiros dois anos sob cultivo de pastagem e nos últimos quatro anos com a cultura do café, até o momento. O solo nas duas áreas de TPA no município de Apuí foram classificados como Argissolo Amarelo Eutrófico, segundo critérios estabelecidos por Embrapa (2013).

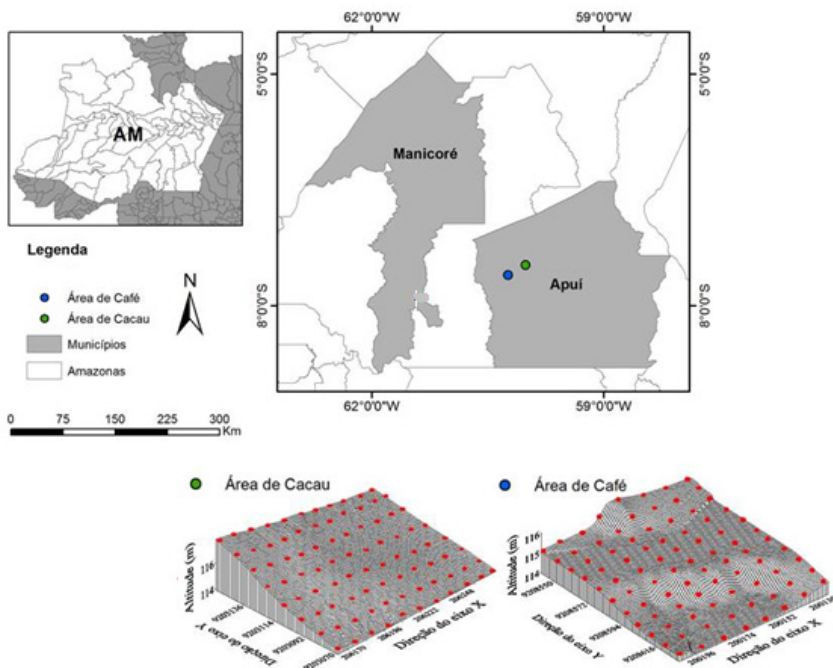


Figura 1. Mapa de localização das áreas com Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM.

Nesses locais, foi estabelecido um grid amostral na área com dimensões de 48 x 88 m com espaçamentos de 06 x 08 m, com 88 pontos em cada grid, e um total de 352 pontos amostrais (Figura 1). As medições do efluxo de CO₂, temperatura e umidade foram realizadas durante quatro dias consecutivos, sempre no período da manhã (entre 8:00 e 10:00), obtendo-se, ao final, um valor médio para cada ponto amostral da malha, sendo realizada as leituras apenas no período da manhã em função da distância e o difícil acesso entre as áreas estudadas.

A FCO₂ foi registrada utilizando-se de um sistema portátil da companhia LI-COR (LI-8100), Nebraska EUA. Em seu modo de medição, o sistema monitora as mudanças na concentração de CO₂ dentro da câmara, por meio de espectroscopia de absorção óptica na região do infravermelho (IRGA). A câmara para solos tem um volume interno de 854,2 cm³, com área de contato de 83,7 cm², e foi colocada sobre colares de PCV previamente inseridos no solo, a uma profundidade de 3 cm em cada um dos pontos amostrais. Uma vez

a câmara fechada, o modo de medida levou 1 min 30 s, em cada ponto, para a determinação de FCO₂, em que a concentração de CO₂ dentro da câmara foi determinada a cada 2 s 30.

A temperatura do solo (T_{solo}) foi monitorada por um sensor de temperatura (termistor portátil), parte integrante do sistema do LI-8100, inserido na camada de 0-12 cm de profundidade. A umidade do solo (U_{solo}) também foi medida em todos os pontos, utilizando-se de um sistema portátil TDR-Campbel® (Hydrosense TM, Campbell Scientific, Australia), que avaliou a umidade disponível do solo (% volume) na camada de 0-12 cm.

Próximo as áreas em estudo foram constatadas temperatura do ar, umidade do ar e precipitações médias diárias conforme a Tabela 1, utilizou-se as variáveis climáticas referente a região devido à ausência de unidade de estação meteorológica nas proximidades do local de estudo. Assim, leituras do FCO₂, TS e US foram feitas de 05 a 12 de dezembro de 2014 para as áreas de cacau e café, respectivamente.

Data	Temperatura do ar °C	Umidade do ar %	Precipitação Acumulada (mm dia ⁻¹)
05/12/2014	26,00	83,33	3,20
06/12/2014	24,61	87,96	32,55
07/12/2014	25,83	80,89	0,00
08/12/2014	27,36	76,53	2,12
09/12/2014	24,70	84,33	4,14
10/12/2014	25,10	77,98	0,55
11/12/2014	26,63	83,44	3,67
12/12/2014	27,06	85,13	31,23

Tabela 1. Média de dados climáticos de estações automáticas entre as regiões de Apuí e Manicoré, no estado do Amazonas.

Fonte: INMET, 2014.

Inicialmente os dados foram submetidos à análise estatística descritiva calculando-se a média, mediana, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, máximo, mínimo, coeficiente de assimetria, curtose e a hipótese de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) pelo software estatístico Minitab 14 (Minitab 2000). Em seguida os dados também foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para verificar a diferença dos atributos entre áreas de TPAs sob cultivo de cacau e café. Além disso foi realizada a análise de correlação de Person.

Para a caracterização da variabilidade espacial, foi utilizada a análise geoestatística (ISAACS & SRIVASTAVA 1989). Sob a teoria da hipótese intrínseca, onde o semivariograma experimental é estimado pela Equação:

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

sendo:

$\gamma(h)$ - 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 .

O ajuste de um modelo matemático (exponencial, esférico, linear ou gaussiano), aos valores calculados de $\gamma(h)$ foram definidos com base nos coeficientes do modelo teórico para o semivariograma: o efeito pepita (C_0); o patamar ($C_0 + C_1$) e o alcance (a).

Na análise da razão de dependência espacial (proporção em percentagem do (C_0) em relação ao (C_0+C_1)) das variáveis em estudo, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994), onde valores de [$(C_0/(C_0+C_1))$] menores que 25% são considerados dependência espacial forte, valores de [$(C_0/(C_0+C_1))$] entre 25 e 75 % indicam dependência espacial moderada e valores de [$(C_0/(C_0+C_1))$] maiores que 75% dependência espacial fraca.

Na determinação da existência ou não da dependência espacial, utilizou-se a modelagem dos semivariogramas através do programa GS+ (Robertson, 1998). Tendo como base para a escolha do melhor ajuste do semivariograma respectivamente, o maior valor do coeficiente determinação (r^2) e validação cruzada. Após o ajuste dos modelos matemáticos permissíveis foi realizado à interpolação dos dados por meio da krigagem e em seguida a confecção dos mapas de isolinhas foram geradas no software Surfer versão 8.00.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatística descritiva e o teste de médias para o fluxo de CO_2 , temperatura e umidade do solo são apresentados na tabela 2. As variáveis apresentaram valores de média e mediana próximos indicando distribuição normal. Os valores máximos e mínimos com maiores distanciamentos foram observados para o FCO_2 na área de TPA com cacau e Tsolo de ambas as áreas estudadas. Contudo, o valor máximo e mínimo do fluxo de CO_2 na área de TPA com cacau, cuja variação foi da ordem de 15,30 a 1,35 $\mu mol m^{-2}$, respectivamente, avaliado em conjunto com o valor de assimetria e curtose, explicam o valor do coeficiente de variação de 46,21% que representa alta variabilidade segundo classificação de Warrick e Nielsen (1980) para este parâmetro estatístico.

Estatística	TPA com Cacau			TPA com Café		
	FCO ₂	Tsolo	Usolo	FCO ₂	Tsolo	Usolo
	μmol m ⁻²	°C	%	μmol m ⁻²	°C	%
Média	5,49a	26,14a	39,21b	3,99	27,85a	22,02b
Mediana	5,13	26,15	39,50	3,88	27,82	22,00
Mínimo	15,30	26,62	49,00	2,43	26,64	14,75
Máximo	1,35	25,68	29,67	6,33	28,81	29,50
Assimetria	1,47	0,13	0,09	0,85	-0,08	0,24
Curtose	3,52	-0,57	-0,50	0,26	0,25	0,43
Desvio Padrão	2,53	0,22	4,38	0,90	0,42	2,86
CV (%)	46,21	0,84	11,16	22,69	1,52	13,00
Valor de p	0,10*	0,07	0,06	0,01	0,20*	0,20*

FCO₂ = Fluxo de CO₂, T solo = Temperatura do solo, U solo = Umidade do solo, CV = Coeficiente de variação; d³= Teste de Kolmogorov Smirnov a 5% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Testes de médias e estatística descritiva do fluxo de CO₂, temperatura e umidade do solo em Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schwendenmann et al. (2003), avaliando a variabilidade espacial e temporal do FCO₂ em solos de floresta tropical, observaram valores de CV entre 35 e 45%, e, Maier et al. (2011), que em estudo sobre a variabilidade espacial do efluxo de gases do efeito estufa, encontraram valores de coeficiente de variação de 55% para o FCO₂ em solo vegetado. Segundo Oliveira et al. (2015) o coeficiente de variação de atributos do solo de diferentes localizações dentro de um ecossistema é indicativo da sua variação espacial, mas, apenas o CV não é suficiente para a comparação entre atributo do solo de diferentes estudos, em parte, devido à falta de padronização no esquema experimental, como o tamanho e a forma da área, o número de pontos amostrais e o seu arranjo espacial.

A média do FCO₂ para a área de TPA com cacau foi de 5,49 μmol m⁻² s⁻¹ enquanto a área de TPA com café apresentou 3,99 μmol m⁻² s⁻¹ para o FCO₂ diferindo estatisticamente entresi ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2). Estes resultados devem-se possivelmente a estabilidade do sistema de cultivo com cacau (08 anos), espaçamento da cultura, maior acúmulo de serapilheira e maior aporte de C orgânico na área de cacau em relação a área de café. Apesar da diferenciação entre os dois sistemas de uso, essas médias do FCO₂ são superiores às médias descrita no trabalho de Silva et al. (2016) em áreas sob diferentes sistemas agroflorestais na Amazônia. Contudo, é provável que o maior FCO₂ nas áreas de TPA com cacau e café não esteja atribuída a cobertura vegetal dessas áreas, mas pelo maior teor de carbono orgânico encontrados nos solos com horizonte A antrópico (TPA) conforme mencionam Santos et al. (2013).

O FCO₂ é resultado da atividade microbiana e respiração das raízes, todavia, por

adição dos fatores ambientais temperatura e umidade pode sofrer aumento ou diminuição das emissões devido a variabilidade temporal conforme destacam Silva et al. (2016). Verifica-se também que a Tsolo apresentou valores médios idênticos estatisticamente nas duas áreas estudadas, variando 26,14 °C para área de cacau e 27,83 °C para área de café. Contudo, as áreas apresentaram teores de Usolo diferentes estatisticamente da ordem de 39,21% para área de TPA com cacau e 22,02% para área de TPA com café, fato que possivelmente está interferindo no FCO₂ conforme desta Simões et al. (2010) em estudos de carbono orgânico na Amazônia.

Por meio da análise ampla, permitida pela avaliação das médias, presume-se que o fator Usolo possa estar colaborando para o elevado FCO₂ da TPA com cacau, uma vez que o aumento da umidade favorece a atividade microbiana do solo (La Scala Júnior, 2009). Por outro lado, Tedeschi et al. (2006) afirmam a contribuição desses fatores não ser tão grande quando se analisa a variabilidade espacial.

De certo modo, somente a análise das médias não é suficiente para exibir a caracterização do FCO₂ ao longo de uma área, assim como a coadjuvância dos fatores temperatura e umidade nos níveis do efluxo. Para tanto, a caracterização fez-se por meio da análise geoestatística, cujos resultados são apresentados na Tabela 3. O FCO₂ e os parâmetros Tsolo e Usolo, tanto da área TPA com cacau como TPA com café, apresentaram dependência espacial, com ajustes matemáticos nos modelos esférico e exponencial.

Parâmetros	TPA com cacau			TPA com café		
	FCO ₂	Tsolo	Usolo	FCO ₂	Tsolo	Usolo
Modelo	Esf	Exp	Exp	Exp	Esf	Exp
Efeito Pepita	0,19	1,70	0,01	0,42	0,03	2,62
Patamar	0,72	12,90	0,04	0,84	0,18	8,99
Alcance (m)	40,00	25,00	27,00	33,90	18,82	33,10
¹ R ²	0,85	0,99	0,97	0,84	0,85	0,95
² GDE (%)	27,0	13,0	12,0	50,0	16,6	29,1
³ VC%	0,88	0,72	0,73	0,60	0,75	0,91

FCO₂ = efluxo de CO₂; T solo = Temperatura do solo, U solo = Umidade do solo, ¹R²= coeficiente de determinação, ²GDE%=grau de dependência espacial e; ³VC=validação cruzada.

Tabela 3. Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas do efluxo de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), temperatura (°C) e umidade do solo (%) em Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM.

Estudando a variabilidade espacial do FCO₂ durante 18 dias consecutivos, La Scala Júnior et al. (2000) encontraram, em sua maioria, modelos esféricos e exponenciais que explicaram a variabilidade espacial deste atributo. Segundo Aquino et al. (2015) os modelos esférico e exponencial são os que melhor descrevem a variabilidade espacial da Usolo do solo, concordando com os dados deste estudo. De igual modo, foram ajustados

modelos exponenciais e esféricos à Tsolo nas áreas de estudos, resultados que evidenciam constante variabilidade temporal dos parâmetros avaliados.

O alcance é uma medida importante no planejamento e na avaliação experimental, auxiliando na definição de procedimento de amostragem (Oliveira et al. 2015). Os menores valores de alcances foram observados para a Tsolo na área de café e cacau com intervalo de 18,82 e 25 m, respectivamente, indicando assim que esta variável apresenta distribuição dos valores de dependência espacial menos prolongada ao longo da área de estudo (Tabelas 3). Por outro lado, o maior valor de alcance foi verificado para o FCO₂ na área de cacau e café entre 40 e 33,9 m. Os índices de alcance de dependência espacial para as variáveis analisadas variaram de 15 m a 47 m estes valores podem ser atribuídos às constantes variações nas formas do relevo das áreas dos campos naturais de acordo com Campos et al. (2012b), com mudanças repentinas de formas côncavas e convexas ao longo da paisagem.

Todas as modelagens realizadas apresentaram um valor de R² superior a 0,80 e validação cruzada com valores mínimo de 0,60 e máximo 0,91 (Tabela 3) semelhante aos encontrados por Aquino et al. (2015) em estudos de atributos do solo na Amazônia. Por outro lado, as variáveis analisadas apresentaram comportamento de dependência espacial (GDE) entre forte e moderado (Tabela 3). Assim, sobre esta perspectiva, pode-se afirmar que a distância adotada da separação das amostras contribuiu para os baixos percentuais de GDE das áreas de cacau e café. A forte dependência espacial dos atributos relacionados aos FCO₂, são atribuídas aos fatores intrínsecos, tais como o clima, tipo de solo e aos processos físicos e químicos e a atividade biológica (Cambardella et al. 1994).

Os mapas de krigagem dos parâmetros FCO₂ e Tsolo mostram significativa correlação de distribuição espacial desses atributos para os sistemas de sob cultivo de cacau e café (Figura 2 e 3; Tabela 4), haja vista que há influência da temperatura e umidade sobre a atividade microbiológica do solo, a qual resulta em FCO₂ do solo, conforme citam Brito et al. (2010) e Schwendenmann et al. (2003).

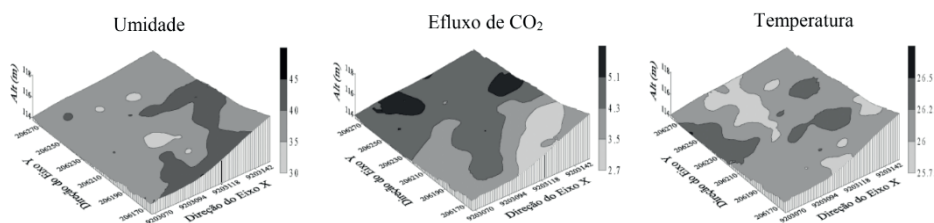


Figura 2. Mapas de krigagem da umidade (%), efluxo de CO₂, ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) temperatura (°C) do solo em Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau no município de Apuí, AM.

Todavia no mapa da umidade do solo na área de TPA com cacau (Figura 2) a região que concentra umidade na faixa de 45 a 50% vê-se no mapa do efluxo de CO₂

menor emissão desse gás. Concordando com os resultados O que parece contraditório ao enunciado por Brito et al. (2010) e Schwendenmann et al. (2003) pode ser dado ao fato das intensas chuvas que ocorreram anteriormente às leituras, resultando na ocupação, por umidade, dos espaços porosos do solo as expensas da eliminação dos gases do solo imediatamente às chuvas. Este fenômeno é, também, observado na área TPA com café (Figura 3), contudo, no intervalo de umidade restrito a 23 e 39%.

O efluxo de CO₂ do solo apresentou-se correlacionados como a Usolo e Tsolo, utilizando-se o coeficiente de correlação simples (p < 0,01) (Tabela 4). Houve correlação positiva entre o FCO₂ com a Tsolo, por outro lado, houve correlação negativa do FCO₂ correlacionou-se negativamente com a Usolo, evidenciando a influência destes dois fatores nos fluxos de CO₂ (Simoes et al. 2010).

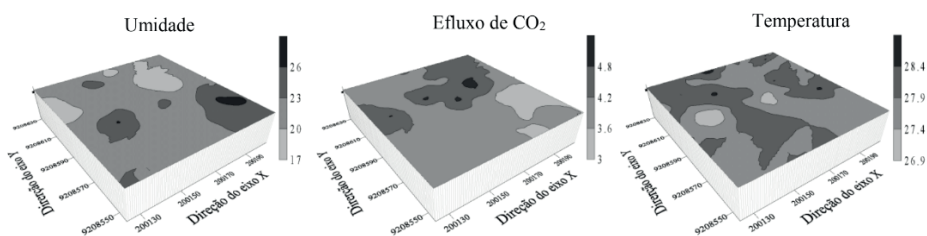


Figura 3. Mapas de krigagem da umidade (%), efluxo de CO₂, ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e temperatura (°C) do solo em Terra Preta Arqueológica sob cultivo de café no município de Apuí, AM.

	TPA com cacau			TPA com café		
	FCO ₂	Usolo	Tsolo	FCO ₂	Usolo	Tsolo
FCO ₂	1,00	-0,54*	0,77*	1,00	-0,51*	0,69*
Usolo		1,00	0,66*		1,00	0,63*
Tsolo			1,00			1,00

*Correlação Pearson; significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; FCO₂=efluxo de CO₂; Usolo = Umidade do solo; Tsolo = temperatura do solo.

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre o efluxo de CO₂, umidade do solo e temperatura do solo (n = 176), em Terra Preta Arqueológica sob cultivo de cacau e café no município de Apuí, AM.

Vale ressaltar que a correlação dos parâmetros efluxo de CO₂, temperatura e umidade pode ter sido afetada pela variabilidade temporal, uma vez que a mensuração desses parâmetros foi realizada em quatro dias consecutivos, obtendo-se ao final um valor médio representando cada ponto amostral da malha, justificando os resultados expressos pelos mapas de krigagem.

4 | CONCLUSÕES

Os parâmetros efluxo de CO₂, temperatura e umidade apresentaram estrutura de

dependência espacial.

O efluxo de CO₂ do solo na área de TPA com cacau foi em média superior ao da área de TPA com café, mostrando haver diferentes taxas de efluxo de CO₂ entre classes de solos com horizonte A antrópico.

Na área TPA com cacau o efluxo de CO₂ apresentou correlação inversamente proporcional com a umidade do solo, atribuído à saturação por umidade as expensas da expulsão dos gases do solo imediatamente após as chuvas.

REFERÊNCIAS

ADACHI, M. Spatial and temporal variation in soil respiration in a seasonally dry tropical forest, Thailand. **Journal of Tropical Ecology**, Amsterdam, v.1, p.531-539. 2009.

AQUINO, R. E et al. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil physical properties in southern Amazonas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n.1, p. 21-30, 2015.

AQUINO, R. E. et al. Characteristics of color and iron oxides of clay fraction in Archeological Dark Earth in Apuí region, southern Amazonas. **Geoderma**, Amsterdam, v. 262, n.1, p. 35-44, 2016.

BRITO, L. F. et al. Spatial variability of soil CO₂ emission in different topographic positions. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n.4, p. 19-27, 2010.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society American Journal**, Madson, v. 58, n.1, p.1501-1511, 1994.

CAMPOS, M. C. C. et al. Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.598-609, 2011.

CAMPOS, M. C. C. et al. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.6, n.4, p.102-109, 2012a.

CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; SANTOS, L. A. C.; AQUINO, R. E.; SOARES, M. D. R.. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e umidade em áreas cultivadas com mandioca na região de Humaitá, AM. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.6, p.09-16. 2012b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: SPI/Embrapa Produção de Informação, p. 353, 2013.

GLASER, B. **Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the brazilian amazon region**. Organic Geochemistry, Amsterdam, v.31, n.4, p.669-678, 2001.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2007**. Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University, p.939, 2007.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.

KÄMPF, N.; KERN, D.C. **O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia.** In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. (Org.). Tópicos em Ciência do solo. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, 5: 277-320.

LA SCALA JÚNIOR, N. et al. A review on soil carbon accumulation due to the management change of major Brazilian agricultural activities. **Brazilian Journal Biology**, Sao Paulo, v. 72, n. 3, p. 775–875, 2012.

LA SCALA JÚNIOR, N. et al. Fractal dimension and anisotropy of soil CO₂ emission in an agricultural field during fallow. **International Agrophysics**, Amsterdam, v. 23, n. 3 p. 353-358, 2009.

LA SCALA JÚNIOR, N. et al. Short-term temporal changes in the spatial variability model of CO₂ emissions from a Brazilian bare soil. **Soil Biology & Biochemistry**, Exeter, v. 32, n. 4. p. 1459-1462, 2000.

MAIER, M. et al. Soil CO₂ efflux vs. soil respiration: Implications for flux models. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 151, n. 12, p. 1723-1730, 2011.

MINITAB **Release 14.1**, Statistical Software. US/Canada. 2000.

OLIVEIRA, I. A. et al. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil chemical properties in southern Amazonas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 31-39, 2015.

PINTO-JUNIOR, O. B. et al. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 813-821. 2009.

ROBERTSON, G. P. **GS+ Geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide.** Plainwell: Gamma Design Software, 1998.152p.

SANTOS, L. A. C et al. Caracterização de terras pretas arqueológicas no Sul do Estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.4, p. 825-836, 2013.

SCHWENDENMANN, L. Spatial and temporal variation in soil CO₂ efflux in an old-growth neotropical rain forest, la selva, Costa Rica. **Biogeochemistry**, Amsterdam, v. 64, n. 1 p. 111-128, 2003.

SDS - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Relatório técnico síntese dos diagnósticos: Área estadual sul de Apuí e Manicoré.** Manaus, 2004. 20p.

SILVA NETO et al. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de capim-marandu. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, p.41-53, 2012.

SILVA, C. M. et al. Temporal variation of soil CO₂ efflux in oil palm-based agroforestry systems in eastern Amazon. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 46, n. 1, p.1-12. 2016.

SILVA, C.M. et al. Variação temporal do efluxo de CO₂ do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, Manaus, v.46, n.1, p.1-12, 2016.

SIMÕES, S.M.O.; ZILLI, J.E.; COSTA, M.C.G.; TONINI, H.; BALIEIROS, F.C. Carbono orgânico e biomassa microbiana do solo em plantios de Acacia mangium no Cerrado de Roraima. **Acta Amazonica**, v.40, p.23-30, 2010.

TEDESCHI, V. et al. Soil respiration in a Mediterranean oak forest at different developmental stages after. *Science* **Society America Journal**, Madison, v. 62, n. 33, p. 810-817, 2006.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: Hillel, D. (Ed.) Applications of soil physics. New York: Academic Press, p. 385, 1980.

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



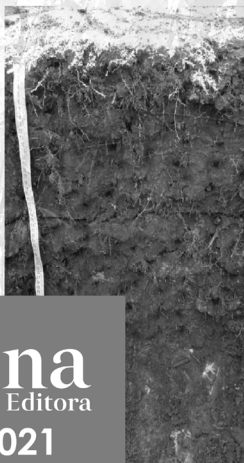
@atenaeditora



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



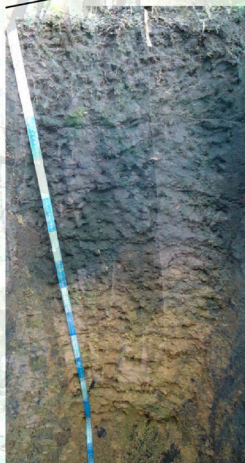
@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br



0 400 800 km



Atena
Editora

Ano 2021