

# TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO<sub>2</sub> em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas

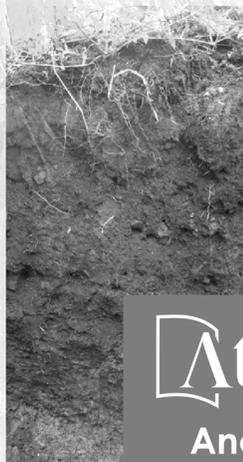
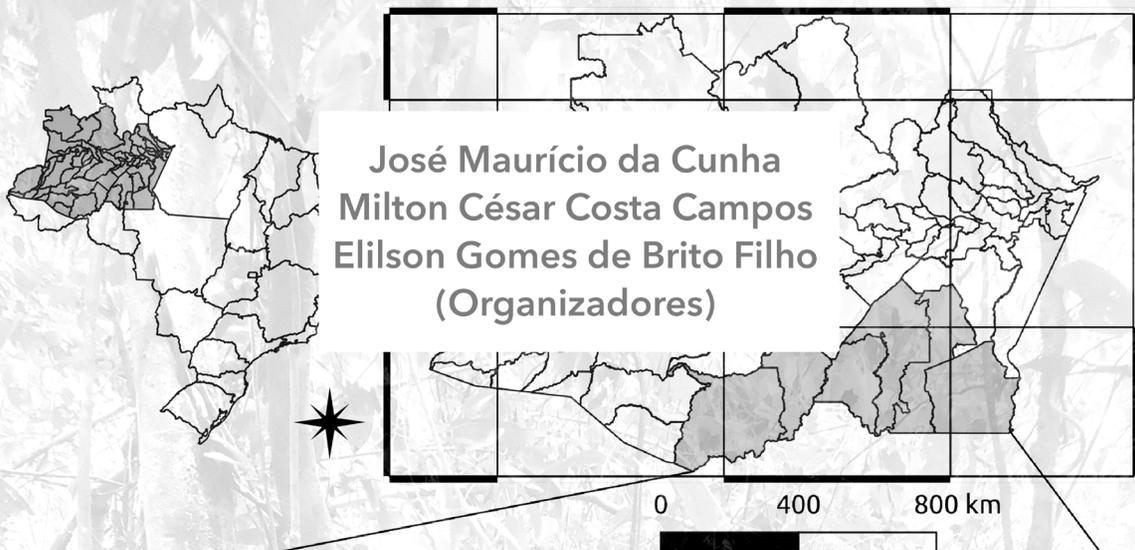


**Atena**  
Editora

Ano 2021

# TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO<sub>2</sub> 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 Cremona

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 Internazionele 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 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](http://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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 ORGANIZADORES .....239**

# CAPÍTULO 2

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

### Luís Antônio Coutrim dos Santos

Universidade do Estado do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/3309448267226921>

### Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

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

### Bruno Campos Mantovanelli

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2388955631974062>

### Marcelo Dayron Rodrigues Soares

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -  
Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/7077741895593598>

### José Maurício da Cunha

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

**RESUMO:** Os solos predominantes na região Amazônica pertencem à classe dos Latossolos e Argissolos, caracterizado por seu alto grau de intemperismo e baixa fertilidade natural, em contraste, ocorrem às terras pretas arqueológicas com elevada fertilidade natural e alto teor de matéria orgânica. Objetivou-se com este estudo caracterizar quanto aos atributos físicos e químicos as terras pretas arqueológicas e os solos não antropogênicos da região de Manicoré, AM. Foram amostrados quatro sítios de Terras Pretas Arqueológicas e quatro solos não antropogênicos distribuídos na região de Manicoré, sul do Amazonas. Nesses locais foram abertas trincheiras e os perfis foram caracterizados morfologicamente e coletados por horizonte. Foram realizadas análises físicas (textura e densidade do solo) e químicas (pH em água, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup> trocáveis, P disponível, e C orgânico). Os valores de pH, carbono orgânico, soma de bases e V% das terras pretas arqueológicas foram superiores aos observados para solos não antropogênicos da região de Manicoré, AM. Os solos não antropogênicos apresentaram maiores valores de densidade do solo quando comparados às áreas de terra preta arqueológica. Os maiores teores de matéria orgânica do solo foram encontrados nas áreas de terra preta arqueológica. As terras pretas arqueológicas deste estudo apresentam atributos químicos e físico-químicos superiores aos solos não antropogênicos, conferindo-lhes maior fertilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** A antrópico, Sítios Arqueológicos, Solos amazônicos.

## PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ARCHAEOLOGICAL DARK EARTHS AND NONANTHROPOGENIC SOILS THE MANICORÉ, REGION, AMAZON

**ABSTRACT:** The predominant soils in the Amazon region belong to the class of Oxisols and Ultisols, characterized by its high degree of weathering and low natural fertility, in contrast, occur at Archaeological Dark Earths soils with high fertility and high organic matter content. The aim of this study was the physical and chemical characterization of archaeological dark earths and non-anthropogenic soils in the southern Amazon. Four archaeological sites with dark earths and four non-anthropogenic soils distributed in the Manicoré region, souther Amazon, were sampled. In these locations, open trenches and profiles were characterized morphologically and collected by horizon. Physical (texture and bulk density) and chemical (pH, Ca, Mg, K, and Al, P, and organic C) analyses were realized. The values of pH, organic carbon, total bases and V% in archaeological dark earths were higher than those observed in the non-anthropogenic soils the Manicoré, Amazon region. The non-anthropogenic soils showed higher bulk density compared to areas of archaeological dark earths. The highest levels of soil organic matter were found in areas of archaeological dark earths. The archaeological dark earths of this study show the chemical and physicochemical above the non-anthropogenic soils, giving them more fertile.

**KEYWORDS:** Antropic A, Archaeological sites, Amazonian soils.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os solos predominantes na região Amazônica pertencem à classe dos Latossolos e Argissolos, sendo estes caracterizados por seu alto grau de intemperismo, possuindo características físicas adequadas ao uso agrícola, no entanto com fortes limitações nutricionais (LIMA *et al.*, 2006). A maior parte dos solos agricultáveis desta região é de reação ácida, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa fertilidade (CUNHA *et al.*, 2007).

A fertilidade dos solos em ecossistemas naturais da Amazônia é dependente do aporte de nutrientes presentes na atmosfera, decomposição da biomassa e ação do intemperismo. Destacando a decomposição dos resíduos vegetais que é essencial à nutrição da biota do solo e das plantas (RUIVO *et al.*, 2005).

Em meio à vasta região Amazônica ocorrem áreas onde a característica original do solo foi modificada por processos antrópicos, tais solos são conhecidos como terra preta arqueológica (TPA) ou terra preta de índio, podendo ser comumente encontrados na paisagem amazônica (COSTA *et al.*, 2004). As áreas de TPA apresentam como

característica marcante alta fertilidade natural (GLASER, 2007), coloração escura e a presença de fragmentos de cerâmica e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (CAMPOS *et al.* 2011).

A elevada fertilidade e principalmente a sustentabilidade da fertilidade das áreas de TPA é atribuída ao elevado nível de matéria orgânica e as suas propriedades físico-químicas como, a elevada reatividade das frações húmicas (CUNHA *et al.* 2009). Os vegetais são os principais responsáveis pela adição ao solo de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese, que dependendo da quantidade de resíduos depositados no solo poderá resultar em aumento no teor de carbono orgânico (CO) do solo (FARIA *et al.*, 2008). Lima *et al.* (2002) verificaram que as áreas de TPA apresentam altos teores totais de Ca e P, matéria orgânica, intensa atividade biológica, pH em torno de 5,2 a 6,4; P disponível, em geral, acima de 250 mg kg<sup>-1</sup>, Zn e Mn acima de 200 e 450 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

German (2003) assegura que as áreas de TPA são encontradas adjacentes aos cursos de água, ocupando áreas de várzeas, elevações marginais, com expansão variando de um a centenas de hectares, ao longo de rios e interflúvios e localizadas em posição topográfica que comporte boa visualização espacial.

A matéria orgânica do solo (MOS) é toda fração orgânica presente no mesmo em forma de detrito fresco ou em distintos estágios de decomposição, compostos humificados e materiais queimados, associados ou não à fração mineral e outra parte composta por organismos vivos como raízes e os constituintes da fauna edáfica (NEVES JÚNIOR, 2008). Para Fraser e Clemente (2008), a matéria orgânica do solo é considerada uma fonte primária de nutrientes às plantas, o conteúdo desta no solo é um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade do mesmo. Sendo assim, objetivou-se com este estudo caracterizar os atributos físicos e químicos de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, AM.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo localizam-se na região Sul do Amazonas (Figura 1), de acordo com Brasil (1978), as áreas de estudo estão situadas na mesma zona climática, segundo a classificação de Köppen, pertencendo ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando uma época seca de pequena duração. A pluviosidade é limitada entre 2.250 e 2.750 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As temperaturas médias anuais se alteram entre 25°C e 27°C e a umidade relativa do ar varia entre 85 e 90% (Brasil, 1978).

As áreas de estudos estão distribuídas na região de Manicoré, AM, às margens da BR 230 - Transamazônica, sentido Apuí-AM. O relevo é caracterizado pela presença de platôs, nas partes mais elevadas, combinada com áreas rebaixadas de sopé. Os platôs apresentam superfícies topográficas planas, sendo a zona de borda marcada por colinas

e cristas alinhadas, enquanto as áreas de planícies têm características de superfície pediplanada, localmente interrompida por colinas de topo plano (CPRM, 2001).

Com relação à geologia, a região localiza-se sobre saprolitos de Granitos Rondonianos, que se caracterizam por apresentar muscovita, biotita, adamelitos e granodioritos, de origem intrusiva cratogênica, em forma de “stocks” e batólitos (Brasil, 1978). De acordo com o ZEE-Sul-Sudeste do Amazonas (2008), os solos presentes na região são os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos. A vegetação característica dessa região é a Floresta Tropical Densa, formada por árvores adensadas e multiestratificadas de 20 a 50 m de altura, com clima úmido, elevadas temperaturas e alta precipitação.

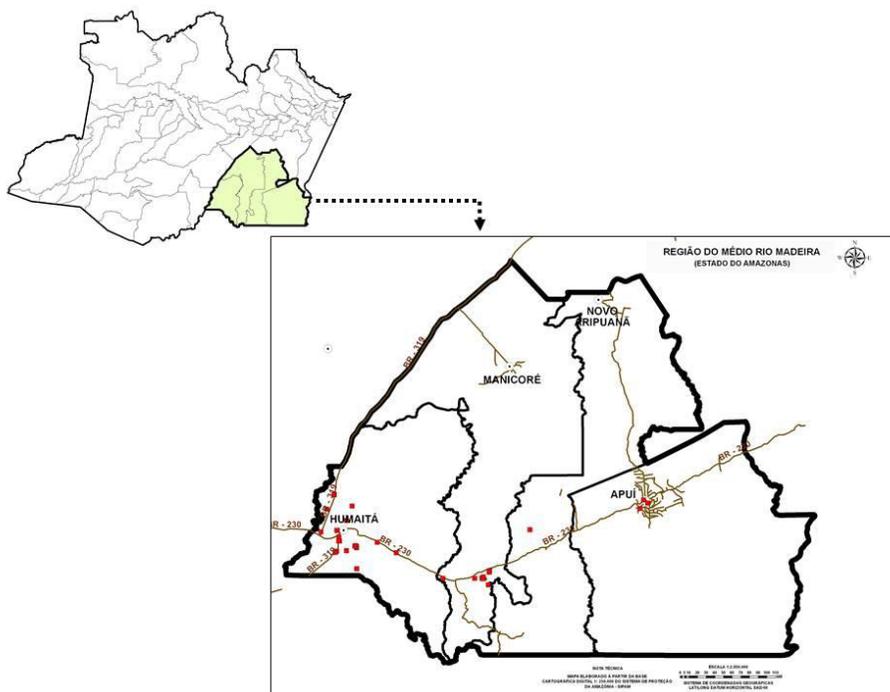


Figura 1. Mapa da região Sul do Amazonas.

Fonte: SANTOS (2011)

Foram amostrados quatro sítios de terras pretas arqueológicas (TPA) e quatro áreas de solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, Sul do Estado do Amazonas (Figura 2). Estabeleceu-se um caminhamento pelas áreas para a escolha do local de abertura da trincheira e coleta dos solos. Os locais de amostragem foram definidos em função de sua posição central em relação à mancha de TPA e essa mesma regra valeu para os SNA. A identificação dos horizontes foi realizada conforme Santos *et al.* (2005), com coleta de amostras por horizontes.

As análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (1997). A textura foi determinada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 min. A fração argila foi separada por sedimentação; as areias, grossa e fina, por tamisação; e o silte, calculado por diferença. A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico, e a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico.

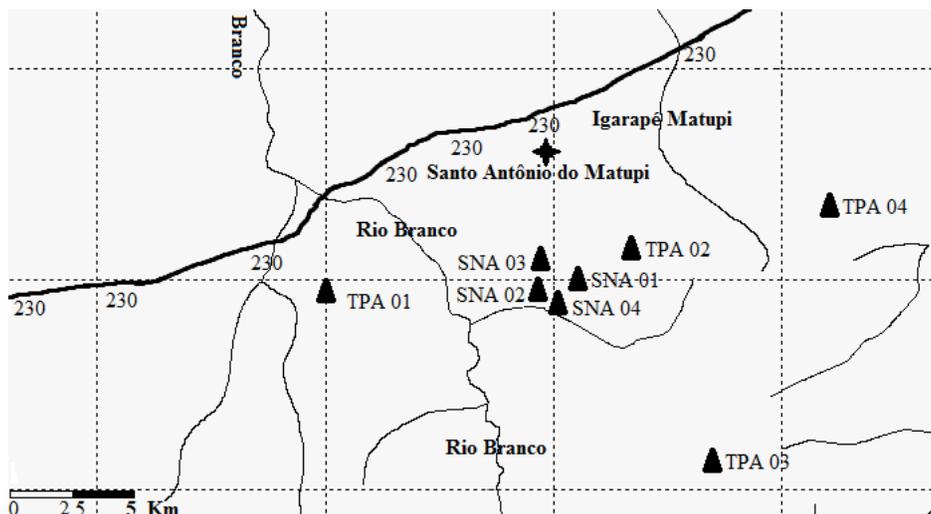


Figura 2 - Mapa da localização das áreas de terras pretas arqueológicas (TPA) e solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, AM.

Fonte: SANTOS (2011)

Nas análises químicas foram determinados  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$  trocáveis, P disponível e a acidez potencial ( $\text{H} + \text{Al}$ ). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (T) e a saturação por bases (V %). O pH foi determinado potenciométricamente, utilizando-se relação 1:2,5 de solo, em água. O C orgânico total foi determinado pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS; BREMNER, 1988).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os atributos físicos do solo das áreas não antropogênicas (SNA) e das terras pretas arqueológicas (TPA). As frações granulométricas das áreas de SNA apresentaram comportamento semelhante entre si, com predomínio da fração argila, em função do material de origem (Tabela 1). Segundo Teramoto *et al.* (2001) a geologia fornece subsídios que ajudam explicar o comportamento físico e químico dos solos. Já nas áreas de TPA verificou-se dominância da fração areia, em particular da fração areia

grossa no horizonte antrópico em todos os perfis estudados. Entretanto, nos horizontes diagnósticos subsuperficiais, excetuando-se o do TPA2, que tem influência de materiais coluviais, houve predomínio da fração argila.

Solos	Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )				Ds (g cm <sup>-3</sup> )
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
SNA1	A	0-16	195,50	97,82	137,48	569,20	1,06
	AB	16-35	169,14	96,13	156,13	578,60	1,11
	BA	35-67	85,69	93,51	146,00	674,80	1,00
	Bw <sub>1</sub>	67-120	86,82	89,67	171,41	652,10	0,99
	Bw <sub>2</sub>	120-150	85,04	89,00	177,46	648,50	1,08
SNA2	A	0-28	232,73	227,46	135,12	404,69	1,29
	AB	28-57	226,53	241,67	130,20	401,60	1,52
	Bt <sub>1</sub>	57-82	102,20	103,00	170,50	624,30	1,38
	Bt <sub>2</sub>	82-120	89,73	100,47	155,70	654,10	1,30
SNA3	A	0-18	75,51	89,69	230,80	604,00	1,38
	BA	18-42	129,37	85,83	231,70	553,10	1,38
	Bw <sub>1</sub>	42-71	104,74	80,46	211,80	603,00	1,40
	Bw <sub>2</sub>	71-103	100,56	74,64	222,50	602,30	1,39
	Bw <sub>3</sub>	103-170	113,87	81,33	204,60	600,20	1,38
SNA4	A	0-22	128,88	126,32	120,00	624,80	1,27
	BA	22-47	83,71	91,49	110,00	714,80	1,11
	Bw <sub>1</sub>	47-77	115,43	99,77	80,00	704,80	1,09
	Bw <sub>2</sub>	77-107	66,78	68,42	120,00	744,80	1,12
	Bw <sub>3</sub>	107-145	85,89	69,31	100,00	744,80	1,20
TPA1	A <sub>1</sub>	0-19	232,49	148,50	448,41	170,60	0,76
	A <sub>2</sub>	19-37	267,31	152,52	343,57	236,60	0,84
	Bt <sub>1</sub>	37-70	123,08	95,24	260,99	520,70	0,99
	Bt <sub>2</sub>	70-100	105,11	91,95	248,04	554,90	1,04
	BC	100-120	-	-	-	-	-
TPA2	A <sub>1</sub>	0-32	528,21	138,53	146,57	186,70	1,02
	A <sub>2</sub>	32-50	564,60	171,05	104,76	159,60	1,11
	AB	50-75	534,38	173,88	99,75	192,00	nd

	Bt	75-105+	447,47	117,49	80,54	354,50	nd
TPA3	A <sub>1</sub>	0-20	577,37	106,89	140,15	175,60	1,05
	A <sub>2</sub>	20-40	553,29	144,32	128,80	173,60	1,29
	BA	40-70	352,47	127,42	144,11	376,00	1,51
	Bt <sub>1</sub>	70-110	221,50	73,47	140,23	564,80	1,41
	Bt <sub>2</sub>	110-150+	229,33	69,76	115,61	585,30	-
TPA4	A <sub>1</sub>	0-20	235,51	104,09	247,31	413,10	0,84
	A <sub>2</sub>	20-42	277,09	94,61	280,01	348,30	0,85
	AB	42-63	195,12	103,63	306,65	394,60	1,03
	BA	63-108	155,52	61,79	182,59	600,10	1,12
	Bt <sub>1</sub>	108-153	121,23	53,30	188,77	636,70	1,15
	Bt <sub>2</sub>	153-170	121,10	52,73	145,38	680,80	-

SNA1 - Latossolo Vermelho Distrófico típico; SNA2 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto; SNA3 - Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico; SNA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

TPA1 - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; TPA2 - Argissolo Acinzentado Eutrófico típico; TPA3 - Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto e TPA4 - Argissolo Amarelo Eutrófico típico.

Tabela 1 - Atributos físicos de solos não antropogênicos (SNA) e de terras pretas arqueológicas (TPA) na região de Manicoré, AM

Os valores de densidade do solo (Ds) nas áreas de SNA variaram entre 0,99 a 1,52 g cm<sup>-3</sup> (Tabela 1). Já nas áreas de TPA os valores da densidade do solo apresentaram valores mais baixos para os horizontes antropogênicos em todos os perfis estudados, e estes valores tendem a aumentar com a profundidade. Segundo Neves Júnior (2008) os resultados de baixas densidades do solo são resultantes dos elevados teores de carbono.

Na Tabela 2, observou-se que os valores de pH em água variam de 4,0 e 5,1, nos SNA, apresentando acidez muito elevada a acidez média. Resultados de pH em água foram semelhantes aos encontrados por Campos *et al.* (2012) que estudou áreas de campos nativos cultivada com mandioca na região de Humaitá (AM).

Solos	<sup>2</sup> Hor.	Prof cm	pH	C	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V
			H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>				cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>			%
SNA1	A	0-16	4,6	24,8	0,2	0,8	0,6	0,1	0,9	1,6	11,1	14,1
	AB	16-35	4,6	12,8	0,3	0,4	0,3	0,0	0,6	0,7	9,4	8,2
	BA	35-67	4,5	7,5	0,3	0,3	0,2	0,0	0,4	0,6	7,1	8,3
	Bw <sub>1</sub>	67-120	4,8	5,1	0,3	0,4	0,0	0,0	0,2	0,5	4,8	9,6
	Bw <sub>2</sub>	120-150	5,1	4,1	0,6	0,5	0,0	0,0	0,2	0,5	5,8	8,7
SNA2	A	0-28	4,5	10,1	2,9	0,9	0,4	0,1	0,4	1,5	4,6	33,5
	AB	28-57	5,0	5,2	0,8	0,9	0,1	0,1	0,4	1,3	4,9	25,8
	Bt <sub>1</sub>	57-82	4,0	5,8	1,3	0,8	0,1	0,1	0,9	1,1	4,3	24,9
	Bt <sub>2</sub>	82-120	5,0	4,6	0,9	0,7	0,1	0,0	0,4	1,0	2,2	44,3
SNA3	A	0-18	5,1	6,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,4	0,8	2,1	37,4
	BA	18-42	4,7	4,0	1,2	1,1	0,1	0,0	0,7	1,4	2,8	47,8
	Bw <sub>1</sub>	42-71	4,9	3,2	0,8	1,3	0,1	0,0	0,5	1,6	3,1	52,1
	Bw <sub>2</sub>	71-103	4,8	2,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,4	1,3	2,5	51,0
	Bw <sub>3</sub>	103-170	5,0	1,7	1,3	0,2	0,1	0,0	0,5	0,5	1,5	35,0
SNA4	A	0-22	4,2	10,6	3,4	0,6	0,0	0,1	1,1	0,8	5,5	14,3
	BA	22-47	4,6	8,8	1,4	0,7	0,0	0,0	0,7	0,9	4,4	21,3
	Bw <sub>1</sub>	47-77	4,6	5,5	1,0	0,6	0,0	0,0	0,8	0,7	4,2	17,1
	Bw <sub>2</sub>	77-107	4,8	4,8	1,6	0,6	0,1	0,0	0,7	0,8	3,2	24,5
	Bw <sub>2</sub>	107-145	4,6	3,8	1,1	0,7	0,1	0,0	0,4	0,9	3,0	30,3

Hor. – Horizonte; Prof. – Profundidade; SNA1 - Latossolo Vermelho Distrófico típico; SNA2 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto; SNA3 - Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico; SNA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Tabela 2 - Atributos químicos de solos não antropogênicos (SNA) na região de Manicoré, AM.

Para as áreas de TPA os valores de pH em água nos horizontes antropogênicos variaram de 5,5 a 7,0 (Tabela 3). Os resultados de pH encontrados são distintos dos citados por Falcão; Borges (2006) que variam de 4,32 a 6,61. A amplitude entre os limites de pH evidencia a heterogeneidade química das áreas de TPA, oriundas seja das condições pedoambientais ou das atividades humanas em cada local.

Solos	<sup>2</sup> Hor.	Prof cm	pH H <sub>2</sub> O	C g kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V %
								cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>				
TPA1	A <sub>1</sub>	0-19	7,0	77,3	143,5	9,3	4,9	0,1	0,1	14,5	19,25	75,12
	A <sub>2</sub>	19-37	6,5	62,4	230,7	5,3	3,6	0,1	0,2	9,2	14,86	61,69
	Bt <sub>1</sub>	37-70	5,8	19,2	23,8	6,8	2,3	0,0	0,2	9,4	13,15	71,15
	Bt <sub>2</sub>	70-100	5,6	18,0	11,5	3,4	1,9	0,0	0,2	5,6	7,74	72,28
	BC	100-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPA2	A <sub>1</sub>	0-32	6,1	80,4	15,5	26,6	3,2	0,1	0,1	29,9	39,02	76,53
	A <sub>2</sub>	32-50	6,0	45,9	16,9	14,4	1,4	0,0	0,1	15,9	25,84	61,37
	AB	50-75	5,9	34,1	13,4	6,3	1,1	0,0	0,1	7,5	11,23	66,95
	Bt	75-105+	5,6	19,5	6,1	2,6	0,6	0,0	0,1	3,2	5,91	53,97
TPA3	A <sub>1</sub>	0-20	6,0	71,1	35,4	25,3	0,8	0,2	0,2	26,4	33,53	78,59
	A <sub>2</sub>	20-40	5,9	56,8	26,1	13,3	0,5	0,0	0,2	13,8	22,68	61,07
	BA	40-70	5,9	18,0	15,7	6,9	0,4	0,0	0,2	7,5	11,38	65,92
	Bt <sub>1</sub>	70-110	5,6	5,4	8,4	2,7	0,4	0,0	0,0	3,2	6,23	50,99
	Bt <sub>2</sub>	110-150+	5,7	4,5	1,7	2,4	0,5	0,0	0,1	3,0	5,71	52,32
TPA4	A <sub>1</sub>	0-20	6,0	43,8	25,7	14,7	1,2	0,0	0,1	16,0	27,13	58,95
	A <sub>2</sub>	20-42	6,1	44,1	24,0	13,6	1,8	0,0	0,1	15,5	26,12	59,26
	AB	42-63	5,8	28,2	14,0	9,6	0,2	0,0	0,1	9,9	19,18	51,40
	BA	63-108	5,7	18,4	11,9	4,7	0,2	0,0	0,1	5,0	10,87	46,13
	Bt <sub>1</sub>	108-153	5,5	10,9	8,8	1,9	0,2	0,0	0,1	2,3	6,66	34,30
	Bt <sub>2</sub>	153-170	5,5	8,1	1,2	1,5	0,1	0,0	0,1	1,6	5,17	31,40

Hor. – Horizonte; Prof. – Profundidade; TPA1 - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; TPA2 – Argissolo Acinzentado Eutrófico típico; TPA3 – Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto e TPA4 – Argissolo Amarelo Eutrófico típico.

Tabela 3 - Atributos químicos das terras pretas arqueológicas (TPA) na região de Manicoré, AM

Os valores de pH em água das áreas de solos não antropogênicos (SNA) são inferiores aos das áreas de TPA (Tabelas 2 e 3). Esses resultados são corroborados com outros trabalhos realizado na região Amazônica, que mostram que geralmente o pH em áreas de TPA são mais elevados do que em comparação a solos não antropogênicos na região amazônica (LIMA *et al.* 2002; CUNHA *et al.* 2009; CAMPOS *et al.* 2011).

De acordo com Reis *et al.* (2009) a principal causa dos baixos valores de pH nos solos da região amazônica é a elevada perda de bases trocáveis e consequente concentração de íons H<sup>+</sup> ao solo, provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação.

Os maiores valores de pH observados nos sítios de TPA em comparação aos solos não antropogênicos, provavelmente, são devidos aos maiores teores de cátions, especialmente cálcio e magnésio e o baixo teor de alumínio (Tabela 3). Outro fator que pode explicar os maiores valores de pH nos sítios de TPA é a presença de carvão. Oguntunde

*et al.* (2004) observou um aumento no pH do solo, após a queima parcial de carvão, em consequência do aumento do nível de cátions trocáveis que este material disponibilizou ao solo.

Os teores de carbono orgânico dos sítios de TPA foram superiores aos dos SNA (Tabelas 2 e 3), estes resultados são corroborados por Cunha *et al.* (2007) que encontraram maiores teores de carbono nos horizontes A de solos antropogênicos da Amazônia. De acordo com Moreira (2007), a capacidade de manter o alto teor de carbono orgânico ocorre, possivelmente, devido às características químicas e da resistência do material à decomposição microbiana.

Os elevados teores de carbono orgânico nas áreas de TPA são atribuídos às alterações antrópicas que este solo sofreu em sua formação. Falcão e Borges (2006) relata que as áreas de TPA apresentam elevados teores de matéria orgânica e mais intensa atividade biológica que os solos não antropogênicos, os autores ainda afirmam que estes valores elevados podem ser provenientes de restos de ossos humanos e de animais.

Quanto aos teores de P disponível, verificou-se que todos os solos não antropogênicos (SNA) apresentam teores muito baixos (Tabela 2). Para as áreas de TPA os teores de fósforo disponível foram elevados nos horizontes antropogênicos, entretanto houve diferenças entre os perfis estudados, variando de 15,49 a 230,7 mg kg<sup>-1</sup>. Estes valores são superiores aos encontrados nos horizontes subsuperficiais (Tabela 3), visto que são provenientes da incorporação de detritos pelos antigos habitantes, corroborados, assim, com os resultados encontrados por Ribeiro (2006).

Os teores de cálcio e magnésio trocáveis nos solos não antropogênicos foram baixos quando comparados às áreas de terras pretas arqueológicas (Tabelas 2 e 3). Os valores de cálcio e magnésio trocáveis nas terras pretas arqueológicas foram superiores aos encontrados nas áreas de SNA, apresentando maior concentração nos horizontes superficiais, o que está de acordo com Steinbeiss *et al.* (2009). Esses autores afirmaram que áreas de TPA apresentam elevados níveis de nutrientes, principalmente Ca e P, altos teores de matéria orgânica e atividade biológica mais elevada que os solos adjacentes. Além disso, verificou-se nesse estudo que os teores de Ca e Mg variaram entre as áreas de TPA estudadas, o que pode ser reflexo da variação do tempo e da densidade da ocupação humana nas áreas.

Os teores de potássio tanto nas áreas de SNA quanto nas de TPA foram baixos, estando de acordo com os resultados encontrados por Lehmann *et al.* (2003b). Os teores de Al<sup>3+</sup> trocável foram baixos em todos os horizontes das terras pretas arqueológicas (Tabela 3) quando comparados às áreas de SNA, assemelhando-se aos observados por Ribeiro (2006).

Verificou-se que os maiores valores de soma de bases foram observados nos horizontes antropogênicos. Entretanto, houve diferenciações entre as áreas de TPA estudados, com valores mais elevados nos perfis TPA2 e TPA3, concordando com os

resultados encontrados por Lehmann et al. (2003a) que verificaram somas de bases distintas em função dos ambientes de ocorrência.

A CTC a pH 7,0 nas áreas de terras pretas arqueológicas apresentou maiores valores quando comparados aos ambientes não antropogênicos. Para todos os perfis estudados há uma nítida tendência de decréscimo de CTC com a profundidade do solo, comportamento resultante do decréscimo da matéria orgânica com a profundidade. A elevada reatividade da matéria orgânica, pelo menos parcialmente, se origina do carbono pirogênico nos ambientes de TPA (GLASER *et al.* 2000).

A percentagem de saturação de bases (V%) apresentou valores mais elevados nos horizontes antrópicos dos sítios estudados, quando comparado aos solos não antropogênicos, vale ressaltar que nos perfis das terras pretas arqueológicas os valores do V% foram também elevados nos horizontes subsuperficiais, comportamento que não foi observado nos solos não antropogênicos.

## 4 | CONCLUSÕES

Os solos não antropogênicos apresentam maiores densidade do solo que as terras pretas arqueológicas;

As terras pretas arqueológicas apresentam atributos químicos e físico-químicos superiores aos solos não antropogênicos, conferindo-lhes maior fertilidade.

## REFERÊNCIAS

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

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. **Revista Agro@mbiente**, v.6, p. 09-16, 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, p. 18-27, 2011.

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; PINTO, A. H. E.; SOUZA, J. R. T. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from Lower Amazon Region, Brazil: chemistry and geochemical evolution. **Acta Amazonica**. v. 34, p. 375-386, 2004.

CPRM - Centro de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens**. 2001. 93p. (Relatório Técnico).

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; CANELAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G. A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazônica**, v.37, p.91-98, 2007.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; CANELLAS, L. P.; RIBEIRO, L. P.; BENITES, V.M.; SANTOS, G. 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, p.85-93, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 1997. 212p.

FALCÃO, N. P. S.; BORGES, L. F. Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia Central no estado nutricional e na produtividade do mamão hawaí (Caricapapaya L.). **Acta Amazônica**. v.36, p.401-406, 2006.

FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; PAIVA, A. O. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica em diferentes distâncias da cepa de eucalipto. **Cerne**, v.14, p.259-266, 2008.

FRASER, J. A.; CLEMENTE, C. R. Dark Earths and manioc cultivation in Central Amazonia: a window on pre-Columbian agricultural systems? **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Humanas**, v.3, p.175-194, 2008.

GERMAN, L. A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. **Geoderma**. v. 111, p.307–331, 2003.

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

GLASER, B.; BALASHOV, E.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. 2000. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region. **Organic Geochemistry**, v.31 p.669-678, 2000.

LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GERMAN, L. A.; McCANN, J.; MARTINS, G. C.; MOREIRA, A. Soil fertility and production potential. In: LEHMANN, J., KERN, D. C., GLASER, B.; WOODS, W. I. (Ed.). **Amazonian dark earths; origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003a. p.105-124.

LEHMANN, J.; SILVA, J. P.; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant and Soil**. v.249, p.343-357, 2003b.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.59-68, 2006.

LIMA, H. N.; SCHAEFER, C. E. R.; MELLO, J. W. V.; GILKES, R. J.; KER, J.C. Pedogenesis and pre-Columbian land use of "Terra Preta Anthrosols" ("Indian black earth") of Western Amazonia. **Geoderma**, v.110, p.1-17, 2002.

MOREIRA, A. Fertilidade, matéria orgânica e substâncias húmicas em solos antropogênicos da Amazônia Ocidental. **Bragantia**, v.66, p.307-315, 2007.

NEVES JUNIOR, A. F. **Qualidade física de solos com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central**. 2008, 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo. Piracicaba.

OGUNTUNDE, P. G.; FOSU, M.; AJAYI, A. E.; GIESEN, N. van. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 39, p. 295-299, 2004.

REIS, M. S.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 52, p. 37-47. 2009.

RIBEIRO, G. A. A. **Produção e teor de nutrientes da liteira fina de capoeiras em Terra Preta de Índio e solos adjacentes**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. Manaus.

RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. S.; RIBEIRO, E. L. C. GUEDES, A. L. S.; SANTOS, M. M. L. S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodão/Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 1, p. 227-234, 2005.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5.ed. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SANTOS, L.A.C. **Caracterização de Terras Pretas Arqueológicas na região Sul do Amazonas**. Humaitá, 2011. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas.

STEINBEISS, S.; GLEIXNER, G.; ANTONIETTI, M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.1301-1310, 2009.

TERAMOTO, E. R.; LEPSCH, I. F.; VIDAL-TORRADO, P. Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão Marins (Piracicaba - SP). **Scientia Agrícola**. v.58, p.361-371, 2001.

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

ZEE - ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO SUL-SUDESTE DO AMAZONAS, AM. **Zoneamento Ecológico Econômico do Sul-Sudeste do Amazonas**. IPAAM, 53p. 2008.

monitor das disciplinas de Gênese, morfologia e classificação do solo; Introdução a ciência do solo; Fertilidade do solo e nutrição de planta; Introdução a agronomia; Química Geral; Química Orgânica. Atualmente é graduando em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Participante do Grupo de Pesquisa Solos e Paisagens, Bolsista de iniciação científica do CNPq na área de ciências agrárias (Ciência do solo), Membro da Comissão Especializada de Levantamento e Classificação de Solos da Divisão Solos no Espaço e no Tempo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2019-2023), Revisor de revista de periódicos internacionais. Trabalhando área de agronomia com ênfase em ciência do solo, já publicando um total de 20 artigos e 53 resumos em eventos a nível regional, nacional e internacional.

# TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO<sub>2</sub> em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



@atenaeditora



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



0 400 800 km



**Atena**  
Editora

Ano 2021

# TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA:

Atributos morfológicos, físicos, químicos e efluxo de CO<sub>2</sub> em solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



0 400 800 km



**Atena**  
Editora

Ano 2021