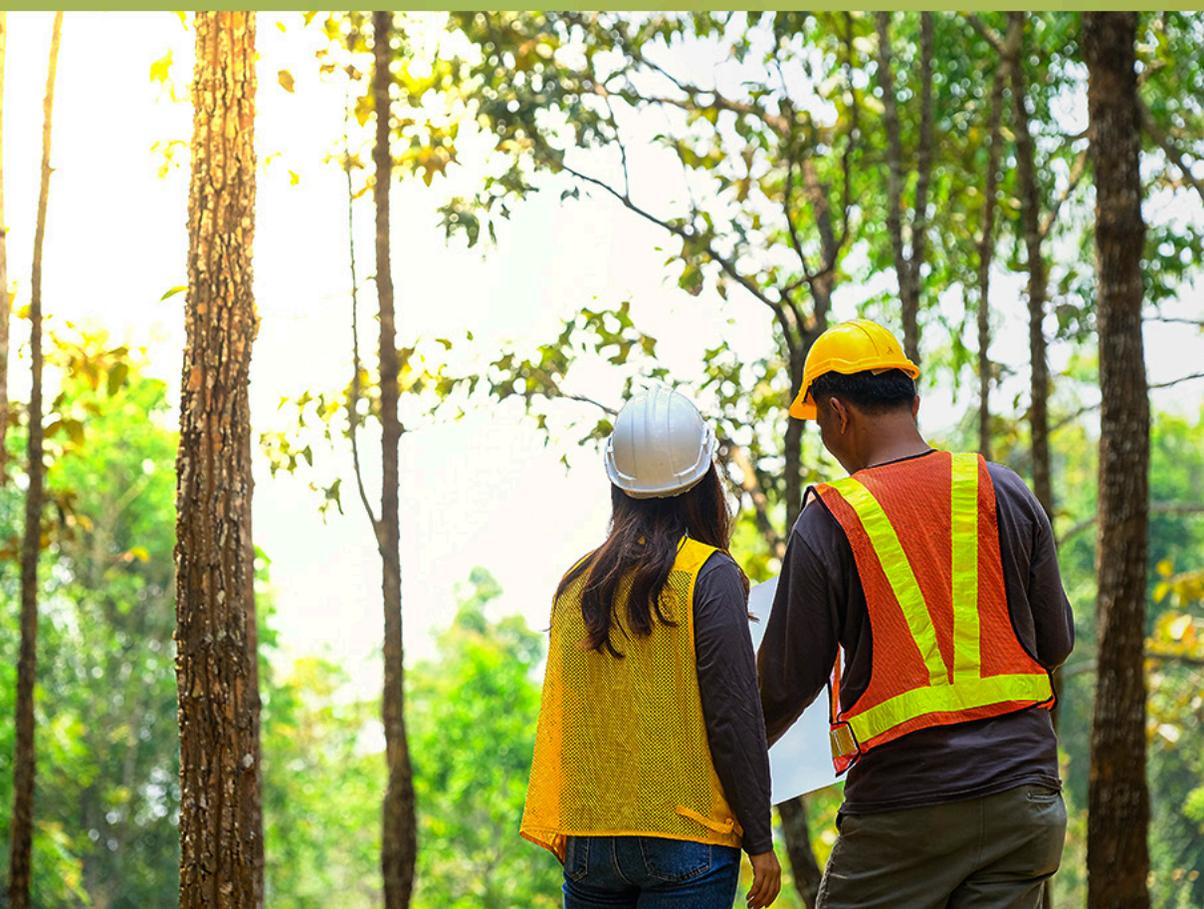


COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA FLORESTAL 2



FELIPE SANTANA MACHADO  
ALOYSIO SOUZA DE MOURA  
(ORGANIZADORES)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA FLORESTAL 2



FELIPE SANTANA MACHADO  
ALOYSIO SOUZA DE MOURA  
(ORGANIZADORES)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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 Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Coleção desafios das engenharias: engenharia florestal 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Felipe Santana Machado  
Aloysio Souza de Moura

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia florestal 2 /  
Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza  
de Moura. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-958-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582220802>

1. Engenharia florestal. I. Machado, Felipe Santana  
(Organizador). II. Moura, Aloysio Souza de (Organizador). III.  
Título.

CDD 634.928

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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 autoriza 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 Engenharia Florestal é uma disciplina abrangente dentro da Engenharia que aborda, de modo geral, todos os aspectos fundamentais de ambientes florestais e seu entorno, visando à produção de bens provenientes de florestas naturais ou cultivadas para suprir a demanda de seus produtos, bem como conservação e preservação de água e solo, entre outras finalidades.

No Brasil, e mesmo no mundo, a Engenharia Florestal é um segmento amplo que aborda uma grande área de atuação, e suas bagagens vão desde seu manejo, ao conhecimento e entendimento de ecologia (suas interações), até a conservação e preservação.

A Engenharia Florestal e suas linhas de pesquisa são amplamente presentes no mundo atual, pois seus produtos gerados estão intimamente ligados ao cotidiano da vida humana uma vez que não conseguimos mais prosseguir sem a presença de papel, corantes, frutos, sementes, madeira, essências de perfumes, óleos, carvão, e também na produção de mudas de árvores para a restauração de áreas já exploradas e degradadas.

Este livro “Coleção desafios das engenharias: Engenharia florestal 2” é uma iniciativa internacional entre pesquisadores do Peru, Estados Unidos e Brasil, com participação da instituição peruana “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”, a instituição norte-americana “University of Idaho”, e as instituições brasileiras Universidade Federal do Tocantins (UFT), Instituto Federal do Tocantins (IFT), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Estácio de Sá (UES), Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, (CBMERJ), Prefeitura Municipal de Nova Friburgo (PMNF RJ), Universidade de Brasília (UNB), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). Este livro surge com a finalidade de destacar algumas linhas de estudos da Engenharia Florestal e para o entendimento deste segmento em micro, meso e macro escala. Portanto, serão apresentados estudos, revisões e relatos com o objetivo de alinhar temas relacionados à área.

As linhas de pesquisa incluem relevantes temáticas como inflamabilidade do Cerrado com algumas de suas respectivas espécies florestais, implicações na saúde pública do fogo em áreas rurais, importância de casas feitas de madeira legal para habitações sociais, uso de sensoriamento remoto para detecção de incêndios florestais, valoração da vazão de bacias hidrográficas pós-precipitação, valoração de serviços ecossistêmicos, entre outras.

Reiteramos que esta obra apresenta estudos e teorias bem fundamentadas e embasadas de forma a alcançar os melhores resultados para os propostos objetivos.

Desejamos que este livro auxilie estudantes, leigos e profissionais a alcançar excelência em suas atividades quando utilizarem de alguma forma os capítulos para atividades educacionais, profissionais ou preservacionistas.

Ademais, assim como o volume 1, esperamos que esta obra possa fortalecer o movimento das engenharias, instigando e incentivando profissionais e pesquisadores às práticas que contribuam para a melhoria do ambiente e das paisagens nos quais são objeto de estudo de engenheiros, aos estudantes de engenharia e demais interessados.

Felipe Santana Machado

Aloysio Souza de Moura

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA ÁREA RURAL E SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE PÚBLICA**

Alexandre Diniz Breder  
Amanda Almeida Fernandes Lobosco  
Humberto Rodrigues Delegave Moura  
Rodrigo Cosendey Maia  
Viviane Faria Novaes  
Janaina Luiza dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208021>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### **INFLAMABILIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS DO CERRADO *STRICTO SENSU* NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS**

Wádilla Moraes Rodrigues  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Marcos Giongo  
Max Vinícios Reis de Sousa  
Bonfim Alves Souza  
Yandro Santa Brigida Ataide  
Francisca de Cássia Silva da Silva  
Mauro Luiz Erpen  
Maurílio Antonio Varavallo  
Juliana Barilli  
Damiana Beatriz da Silva  
André Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208022>

### **CAPÍTULO 3..... 19**

#### **DETECCIÓN DE FOCOS DE CALOR MEDIANTE SENSORES REMOTOS EN BOSQUES DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU, AMAZONIA PERUANA (2017-2019)**

Carlos Nieto Ramos  
Marx Herrera-Machaca  
Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208023>

### **CAPÍTULO 4..... 28**

#### **VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOSQUE EN LA COMUNIDAD INDÍGENA EL PILAR, TAMBOPATA, AMAZONIA PERUANA**

Marx Herrera-Machaca  
Wiliam Oliver Capa Moscoso  
Sufer Baez Quispe  
Karina Otsuka-Barriga  
Víctor Pareja-Auquipata  
Gabriel Alarcon Aguirre

Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208024>

**CAPÍTULO 5..... 40**

**IMPACTOS DA PRECIPITAÇÃO E DO USO DO SOLO NAS TENDÊNCIAS DAS VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASTELO**

Breno da Silva Oliveira

Roberto Avelino Cecílio

David Bruno de Sousa Teixeira

Guilherme Barbosa Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208025>

**CAPÍTULO 6..... 54**

**CARACTERIZAÇÃO DE HABITAÇÕES SOCIAIS EDIFICADAS NO MUNICÍPIO DE PIMENTA BUENO, ESTADO DE RONDÔNIA, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL, A PARTIR DO PROJETO HABITAÇÃO POPULAR EM MADEIRA**

Maria de Fátima de Brito Lima

Divino Eterno Teixeira

Álvaro Nogueira de Souza

Cecília Manavella

Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Luís Antônio Coimbra Borges

Peter Wimmer

Júlio Eustáquio de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208026>

**CAPÍTULO 7..... 67**

**BIOMASSA MICROBIANA E RESPIRAÇÃO BASAL DO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NO BAIXO AMAZONAS**

Damares Azevedo da Silva

Rebeca Laís Câncio dos Santos

Joelma Lourenço Pereira Mendes

Fabiola Ribeiro da Silva e Silva

Jonathan Correa Vieira

Yves Caroline Andrade dos Santos

Eulina Brito Marinho

Márcia da Silva Pereira

Iolanda Maria Soares Reis

Mateus Alves de Sousa

Dayse Drielly Souza Santana Vieira

Celeste Queiroz Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208027>

**CAPÍTULO 8..... 77**

**DINÂMICA DO CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NO BAIXO**

## AMAZONAS

Jonathan Correa Vieira  
Yves Caroline Andrade dos Santos  
Damares Azevedo da Silva  
Rebeca Laís Cancio dos Santos  
Frances Marques Moreira  
Inês Ariane de Paiva Cândia  
Ingrid Souza de Andrade  
Andreysse Castro Vieira  
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto  
Marcos Gervasio Pereira  
Dayse Drielly Souza Santana Vieira  
Celeste Queiroz Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208028>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 89**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 90**

# CAPÍTULO 8

## DINÂMICA DO CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NO BAIXO AMAZONAS

*Data de aceite: 01/02/2022*

### **Jonathan Correa Vieira**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0001-8997-6277>

### **Yves Caroline Andrade dos Santos**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)

### **Damares Azevedo da Silva**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)

### **Rebeca Laís Cancio dos Santos**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0002-5972-5810>

### **Frances Marques Moreira**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0003-2104-9981>

### **Inês Ariane de Paiva Câncio**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0002-8675-158X>

### **Ingrid Souza de Andrade**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0001-7925-5820>

### **Andressse Castro Vieira**

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0002-8311-8084>

### **Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto**

Doutorando do programa de Agronomia-Ciência do solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)  
<https://orcid.org/0000-0002-4369-4511>

### **Marcos Gervasio Pereira**

Docente do curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)  
<http://orcid.org/0000-0002-1402-3612>

### **Dayse Drielly Souza Santana Vieira**

Docente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0002-2810-4317>

### **Celeste Queiroz Rossi**

Docente do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Juruti da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA)  
<https://orcid.org/0000-0002-9068-4834>

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi quantificar os teores de carbono orgânico total e suas respectivas frações granulométricas e químicas em áreas sob diferentes tempos e métodos de restauração florestal após mineração de bauxita no Baixo Amazonas. O estudo foi realizado no município de Juruti (PA), localizado na Mesorregião do Baixo Amazonas. Foram selecionadas três áreas

com diferentes tempos de restauração florestal e uma área de referência, a saber: A1: área reflorestada em 2018; A2: área reflorestada em 2015; A3: área reflorestada em 2012; e A4: área de Floresta. Em cada área amostral foram realizadas coletas de amostras para avaliação das propriedades químicas dos solos. As amostras deformadas foram coletadas nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 m mediante a abertura de quatro mini trincheiras em cada área. Em cada mini trincheira foram retiradas três amostras simples por profundidades. As amostras foram homogeneizadas para formar uma amostra composta. As amostras foram secas ao ar e destorroadas, e passadas por peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar. Neste material foram quantificados os teores de carbono orgânico total (COT), particulado (COP) e associado aos minerais (COam). Também foram quantificados os teores de carbono das frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH) e humina (C-HUM). Na profundidade de 0-0,05 m, na área A4 (floresta) foram quantificados os maiores teores de COT, COam, C-FAH e C-HUM; já na profundidade de 0,10-0,20 m, na área A1 (restauração mais recente) foram observados os maiores teores de COT, COP, COam, C-FAF, C-FAH e C-HUM. Concluiu-se que o processo de restauração florestal nas áreas mineradas, utilizando o método de nucleação, foi capaz de manter e/ou elevar os teores de carbono orgânico total e de suas respectivas frações orgânicas físicas e químicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação do solo; Amazônia; Nucleação.

## DYNAMICS OF ORGANIC CARBON SOIL IN DIFFERENT STAGES OF FOREST RESTORATION IN BAUXITE MINING AREAS IN THE LOWER AMAZON

**ABSTRACT:** The objective of the study was to quantify the contents of total organic carbon and their respective granulometric and chemical fractions in areas under different times and methods of forest restoration after bauxite mining in the Lower Amazon. The study was carried out in the municipality of Juruti (PA), located in the Lower Amazon Mesoregion. Three areas with different forest restoration times and a reference area were selected, namely: A1: area reforested in 2018; A2: area reforested in 2015; A3: area reforested in 2012; and A4: Forest area (A4). In each sample area, soil was collected to verify the chemical properties of the soils. Undisturbed soil samples were collected at depths of 0-0.05, 0.05-0.10, 0.10-0.20 m by opening four mini trenches in each area. In each mini trench, three simple samples were taken by depth. The samples were homogenized to form a composite sample. The samples were air-dried and crushed, and passed through 2 mm sieves to obtain air-dried fine earth. In this material, total organic carbon (TOC), particulate (COP) and associated with minerals (COam) contents were quantified. The carbon contents of the fulvic acid (C-FAF), humic acid (C-FAH) and humin (C-HUM) fractions were also quantified. At a depth of 0-0.05 m, in area A4 (forest) the highest levels of TOC, COam, C-FAH and C-HUM were quantified; at a depth of 0.10-0.20 m, in area A1 (most recent restoration) the highest levels of TOC, COP, COam, C-FAF, C-FAH and C-HUM were observed. It was concluded that the forest restoration process in the mined areas, using the nucleation method, was able to maintain and/or increase the levels of total organic carbon and their respective physical and chemical organic fractions.

**KEYWORDS:** Soil degradation; Amazon; Nucleation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia tem destaque por sua riqueza em espécies e recursos naturais, exibindo grande biodiversidade, riqueza mineral e florestal abrigando cerca de 30 % das espécies encontradas na América do Sul (Ministério do Meio Ambiente, 2017). É constituída originalmente por uma floresta tropical, com árvores de médio e grande porte e estabelecida geralmente em solos de baixa fertilidade natural, onde os nutrientes são originados da decomposição de folhas, frutos, ramos e animais mortos. Essa ciclagem de nutrientes é que mantém o ecossistema equilibrado e favorecem um bom desenvolvimento da fauna e flora (Margulis, 2003).

Na Amazônia, vários levantamentos foram realizados sobre os depósitos de bauxita. Dentre eles, destacam-se os depósitos de Carajás, os de Paragominas (Kotschoubey, 2005) e os de Rondon do Pará (Oliveira et al., 2016). Destacam-se ainda os depósitos de rochas siliciclásticas da Formação Alter do Chão os trabalhos de Boulangé & Carvalho (1997) e Antoniassi (2010), os dois em Porto Trombetas e os de Cruz (2011) e Costa et al., (2014) em Juruti.

Uma série de consequências ao meio ambiente é promovida pela extração de recursos minerais em virtude do elevado poder de degradação que essa atividade pode promover. Levando a redução da vegetação nativa, da fauna e da camada mais fértil do solo (Mendes Filho, 2004). Nesse contexto, tem-se por exemplo a extração da bauxita, que é uma rocha constituída de minerais hidratados de alumínio utilizados nas indústrias químicas, de abrasivos e de cimento (Barros et al., 2018). Contudo, ainda são poucos os estudos que avaliam os impactos que ocorrem sobre o meio ambiente em função dos processos de extração mineral.

Escolher espécies vegetais pioneiras e resistentes é fundamental para o início do processo de restauração de ambientes minerados (Rios et al., 2017). A revegetação destas áreas depende do restabelecimento de uma microbiota ativa e de mudanças físicas e químicas no meio, propiciando condições necessárias para a reabilitação do solo e consequente retomada das espécies vegetais nativas (Trindade et al., 2000). A partir do exposto, o objetivo do estudo foi quantificar os teores de carbono orgânico total e suas respectivas frações físicas e químicas em áreas sob diferentes tempos e métodos de restauração florestal após mineração de Bauxita no Baixo Amazonas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Seleção das Áreas

O estudo foi realizado no município de Juruti (PA), localizado na Mesorregião do Baixo Amazonas. As amostras foram coletadas em novembro de 2019. Foram selecionadas 3 áreas com diferentes tempos de restauração florestal, a saber: A1: área reflorestada em

2018; A2: área reflorestada em 2015; e A3: área reflorestada em 2012. Além dessas áreas, foi utilizada uma área de Floresta (A4) como representativa das características avaliadas antes do processo de mineração (controle).

## 2.2 Histórico das Áreas

Após a supressão vegetal, o *topsoil*, que é a camada delimitada até 0,20 m de profundidade e que contém o maior conteúdo de material orgânico, é retirado e depositado em outra área dentro da mina. Após esse processo, é retirado a camada de estéril, que é a camada predominantemente mineral com maior concentração de argila, posteriormente, a área está preparada para que possa ser retirada a bauxita. Ao final do processo de mineração da bauxita, o estéril retirado é devolvido e a área está disponível para a fase de restauração vegetal. No ano de 2012, era utilizado na técnica de nucleação, apenas os montes com *topsoil* + plantio de mudas. Nos anos de 2013 e 2014 passou-se a utilizar o material vegetal oriundo da supressão da floresta + plantio de mudas. A partir do ano de 2015 foi utilizado o método de nucleação utilizando o *topsoil* + o material vegetal oriundo da supressão da floresta + plantio de mudas para a restauração das áreas. Parte das mudas utilizadas neste processo são produzidas em comunidades no entorno da área de extração da bauxita, e outra parte oriundas da atividade de resgate nas áreas onde serão suprimidas.

## 2.3 Coleta e Preparo de Solo

Em cada área selecionada foi realizada a coleta amostras de terra para avaliação das propriedades químicas. As amostras indeformadas foram coletadas nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 m mediante a abertura de quatro mini trincheiras em cada área. Em cada mini trincheira foram retiradas três amostras simples por profundidades. As amostras foram homogeneizadas para formar uma amostra composta. As amostras foram secas ao ar e destorroadas, e passadas por peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), e foram encaminhadas para a realização das análises.

## 2.4 Determinação dos teores de Carbono Orgânico Total

O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação úmida com dicromato de potássio com concentração ( $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ ) e titulação com sulfato ferroso amoniacal ( $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ ), segundo a metodologia proposta por Yeomans & Bremner (1988).

## 2.5 Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica do Solo

Para o fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo, 20 g de TFSA e 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio ( $5 \text{ g L}^{-1}$ ) foi agitado durante 15 horas em agitador horizontal (Cambardella & Elliott, 1992). A seguir, a suspensão foi passada em peneira de 53  $\mu\text{m}$  com auxílio de jato de água. O material retido na peneira, que consiste

no carbono orgânico particulado (COP) associado à fração areia, foi seco em estufa a 60 °C, quantificado em relação a sua massa, macerado em gral de porcelana e analisado em relação ao teor de COT segundo Yeomans & Bremner (1988). O material que passou pela peneira de 53 µm, que consiste no carbono orgânico associado aos minerais (COAM) das frações silte e argila, foi obtido por diferença entre o COT e COP.

## 2.6 Fracionamento Químico da Matéria Orgânica do Solo

As substâncias húmicas foram separadas em três frações: fração ácidos fúlvicos (FAF), fração ácidos húmicos (FAH) e humina (HUM), sendo utilizada a técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas conforme técnica adaptada e apresentada por Benites et al. (2003). Para tal, foi pesado uma massa de TFSA igual a 1,0 g, submetendo ao contato com 20 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> por 24 horas.

A separação entre o extrato alcalino (EA = C-FAF + C-FAH) e o resíduo (CHUM) foi feita por centrifugação a 5000 rpm por 20 minutos. Seguiu-se mais uma lavagem com a mesma solução anterior, reunindo-se o extrato com o anteriormente obtido, resultando em volume final de 40 mL. O resíduo foi retirado dos tubos da centrífuga, acondicionados em placa de Petri e seco a 65 °C (até atingir massa constante). O pH do EA foi ajustado a 1,0 (± 0,1) com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20%, seguido de decantação por 18 horas. O precipitado (C-FAH) foi separado da fração solúvel (C-FAF) por filtragem e ambos os volumes aferidos a 50 mL, com água destilada.

A quantificação do carbono orgânico nas frações C-FAF e C-FAH foi feita usando-se alíquotas de 5,0 mL de extrato, 1,0 mL de dicromato de potássio 0,042 mol L<sup>-1</sup> e 5,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, em bloco digestor a 150 °C (30 min) e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0125 mol L<sup>-1</sup>. No resíduo seco em estufa, foi determinado o C-HUM, adicionando-se 5,0 mL de dicromato de potássio 0,1667 mol L<sup>-1</sup> e 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, em bloco digestor a 150 °C (30 min) e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,25 mol L<sup>-1</sup> e indicador ferroin (Yeomans & Bremner, 1988).

## 2.7 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente. Posteriormente, foi analisado como delineamento inteiramente casualizados. Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, comparados entre si pelo teste Tukey 5%.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Carbono Orgânico Total

Os teores de carbono orgânico total (COT) são apresentados na Figura 1. Os valores quantificados variaram de 15,95 a 38,60 g kg<sup>-1</sup>. Sendo observadas poucas diferenças entre as áreas avaliadas, exceto para a área A1 (ambiente reflorestado em 2018). As atividades empregadas à recuperação ambiental de áreas mineradas devem, inicialmente, focar o fortalecimento do sistema edáfico, através de técnicas que melhorem a qualidade física (Corrêa & Bento, 2010; Barros et al., 2018), química e biológica do solo.

Na profundidade de 0-0,05 m, foram observados os maiores teores de COT na área A4 (controle) em comparação as demais. Os resultados de COT verificados em superfície na área de floresta, podem estar relacionados com a maior diversidade de espécies vegetais em um ambiente mais equilibrado e complexo, influenciando em um maior e variado aporte de material orgânico, e proporcionando maior estabilização da matéria orgânica do solo (MOS) sob a superfície do terreno quando comparado à ambientes antropizados (como por exemplo, áreas mineradas em processo de recuperação).

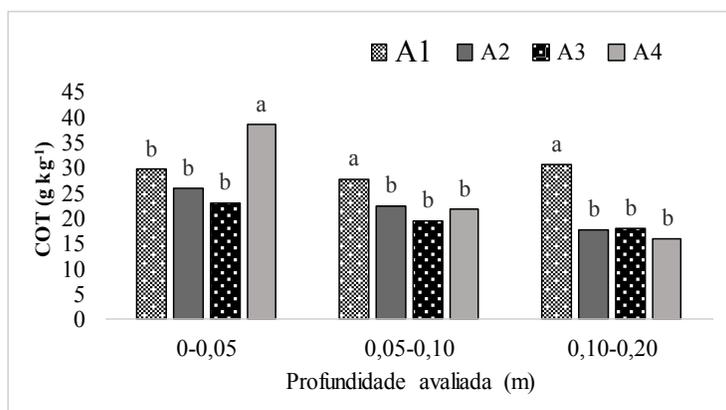


Figura 1. Carbono orgânico total (COT) nas áreas com diferentes tempos de restauração florestal, após mineração de Bauxita no Município de Juruti-PA.

Médias seguidas de mesma letra em cada profundidade não diferem significativamente entre os sistemas avaliados, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A1: reflorestada em 2018; A2: reflorestada em 2015; A3: reflorestada em 2012; e A4: Floresta.

Nas profundidades de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, os teores mais elevados de COT foram verificados na área A1, superando tanto os teores das áreas A2 (reflorestada em 2015) e A3 (reflorestada em 2012), quanto da área de floresta (Figura 1). Ao final do processo de mineração da bauxita, tem-se a devolução do *topsoil* retirado e inicia-se então a fase de restauração vegetal do ambiente, que na área A1 teve início em 2018 sob novo método

de nucleação (*topsoil* + galhada + plantio de mudas) com conjunto de práticas diferentes às empregadas nas áreas A2 e A3. Os resultados de COT verificados em A1 sugerem que após aproximadamente um ano de revegetação sob novo método de nucleação, os processos de recuperação da área minerada estão sendo favorecidos nesse ambiente, propiciando à manutenção e/ou aumento dos teores de matéria orgânica, principalmente em profundida

Vale destacar, que reduções nos teores de COT na superfície do solo também podem ser verificadas, podendo ser atribuídas à remoção da camada fértil do solo e ao seu armazenamento em pilhas para ser utilizado posteriormente na restauração das áreas. Durante esse armazenamento, sem aporte de COT, pode ocorrer oxidação da matéria orgânica remanescente no solo (Reis et al., 2014). Segundo Reis et al. (2014), que avaliaram a qualidade estrutural de solos construídos após atividades de mineração no município de Candiota (RS) foram encontrados menores valores carbono no solo após a recuperação.

### 3.2 Carbono Orgânico Particulado e Associado aos Minerais

Na Tabela 1 são apresentados os dados de carbono orgânico das frações granulométricas da MOS. As maiores quantidades de carbono foram verificadas na fração associada aos minerais (COam) em todas as áreas avaliadas, com teores variando de 15,83 a 37,75 g kg<sup>-1</sup>. Enquanto os teores observados para a fração particulada (COp) oscilaram de 0,11 a 0,86 g kg<sup>-1</sup>.

| Sistemas avaliados              | Profundidade (m) |           |           |
|---------------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                                 | 0-0,05           | 0,05-0,10 | 0,10-0,20 |
| <b>COp (g kg<sup>-1</sup>)</b>  |                  |           |           |
| <b>A1</b>                       | 0,60 a           | 0,81 a    | 0,51 a    |
| <b>A2</b>                       | 0,61 a           | 0,57 ab   | 0,45 a    |
| <b>A3</b>                       | 0,67 a           | 0,38 ab   | 0,27 ab   |
| <b>A4</b>                       | 0,86 a           | 0,22 b    | 0,11 b    |
| <b>CV%</b>                      | 24,66            | 45,28     | 42,24     |
| <b>COam (g kg<sup>-1</sup>)</b> |                  |           |           |
| <b>A1</b>                       | 29,08 b          | 27,04 a   | 30,15 a   |
| <b>A2</b>                       | 25,30 b          | 21,97 ab  | 17,36 b   |
| <b>A3</b>                       | 22,48 b          | 19,15 b   | 17,79 b   |
| <b>A4</b>                       | 37,75 a          | 21,60 ab  | 15,83 b   |

Tabela 1. Carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (Coam) nas áreas com diferentes tempos de restauração florestal, após mineração de bauxita no Baixo Amazonas.

Médias seguidas de mesma letra em cada profundidade (coluna) não diferem significativamente entre os sistemas avaliados, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A1: reflorestada em 2018; A2: reflorestada em 2015; A3: reflorestada em 2012 e A4: Floresta.

Para o COP, não foram verificadas diferenças entre as áreas na profundidade de 0-0,05 m. Na mesma profundidade, para o COam, os maiores teores foram observados na área A4. Evidenciando a presença de carbono em frações mais recalcitrantes da MOS, em função, possivelmente das características inerentes à área de floresta já discutidas para o atributo COT. Os resultados dos atributos COT (Figura 1) e COam (Tabela 1) na presente área apresentaram padrão de similaridade.

Nas profundidades de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, os maiores teores de COP foram quantificados na área A1, seguida pelas áreas A2 e A3; e para COam os maiores teores foram verificados na área A1 (Tabela 1). Os resultados de COP e COam, corroboram aos dados de COT (Figura 1) na área sob restauração florestal mais recente. O COP pode ser considerado um bom indicador de qualidade do solo em sistemas de manejos recentes, nos quais as alterações no COT do solo ainda não tenham sido de grande magnitude (Conceição et al., 2005; Nicoloso, 2005). Já o COam nem sempre funciona como um bom indicador na mensuração da qualidade edáfica, uma vez que alterações nos teores desse compartimento da MOS demoram muitos anos para serem observadas (Carmo et al., 2012), em virtude do elevado grau de estabilidade dessa fração física da MOS.

Vale ressaltar, que as frações mais lábeis da MOS são fundamentais para a ciclagem de carbono entre os compartimentos e de nutrientes em curto espaço de tempo, além da sua notável contribuição para a formação e estabilização dos agregados do solo (Santos et al., 2013). Os resultados de COP na área A1, indicam que as práticas empregadas na restauração da área minerada após um ano estão influenciando positivamente na preservação e/ou acúmulo de frações lábeis da MOS em profundidade quando comparado ao ambiente mais estável e equilibrado (floresta). Essas frações orgânicas são essenciais na regulação e manutenção de diversos processos no sistema edáfico.

### 3.3 Carbono Orgânico das Substâncias Húmicas

Na Tabela 2 são apresentados os dados de carbono orgânico das substâncias húmicas da MOS. Os maiores teores de carbono foram quantificados na fração húmica (C-HUM) em todas as áreas avaliadas, variando de 9,80 a 31,11 g kg<sup>-1</sup>. Enquanto os teores verificados para as frações ácido fúlvico (C-FAF) e ácido húmico (C-FAH) oscilaram de 3,19 a 5,96 g kg<sup>-1</sup> para C-FAF e 1,37 a 5,62 g kg<sup>-1</sup> para C-FAH.

| Sistemas avaliados               | Profundidade (m) |           |           |
|----------------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                                  | 0-0,05           | 0,05-0,10 | 0,10-0,20 |
| <b>C-HUM (g kg<sup>-1</sup>)</b> |                  |           |           |
| <b>A1</b>                        | 21,65 ab         | 18,32 a   | 21,86 a   |
| <b>A2</b>                        | 19,29 ab         | 16,22 a   | 14,11 ab  |
| <b>A3</b>                        | 15,35 b          | 13,14 a   | 12,75 b   |
| <b>A4</b>                        | 31,11 a          | 14,59 a   | 9,80 b    |
| <b>CV%</b>                       | 26,93            | 31,15     | 27,43     |
| <b>C-FAF (g kg<sup>-1</sup>)</b> |                  |           |           |
| <b>A1</b>                        | 4,96 a           | 4,59 a    | 5,04 a    |
| <b>A2</b>                        | 4,95 a           | 4,65 a    | 3,19 b    |
| <b>A3</b>                        | 4,77 a           | 3,73 a    | 3,33 ab   |
| <b>A4</b>                        | 5,96 a           | 4,22 a    | 3,73 ab   |
| <b>CV%</b>                       | 15,92            | 20,96     | 22,45     |
| <b>C-FAH (g kg<sup>-1</sup>)</b> |                  |           |           |
| <b>A1</b>                        | 3,52 ab          | 2,99 a    | 3,86 a    |
| <b>A2</b>                        | 3,53 ab          | 4,86 a    | 2,98 ab   |
| <b>A3</b>                        | 3,01 b           | 1,92 a    | 1,58 b    |
| <b>A4</b>                        | 5,62 a           | 1,89 a    | 1,37 b    |
| <b>CV%</b>                       | 28,27            | 56,23     | 38,96     |

Tabela 2. Carbono orgânico total (COT), Carbono na fração ácido fúlvico (C-FAF), carbono na fração ácido húmico (C-FAH) e Carbono na fração humina (C-HUM) nas áreas com diferentes tempos de restauração florestal, após mineração de bauxita no Baixo Amazonas.

Médias seguidas de mesma letra em cada profundidade não diferem significativamente entre os sistemas avaliados, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A1: reforestada em 2018; A2: reforestada em 2015; A3: reforestada em 2012 e A4: Floresta.

Para a fração C-FAF, foram observadas diferenças nos teores de carbono somente na profundidade de 0,10-0,20 m, com maiores teores na área A1. A ausência de diferença significativa de C-FAF observada nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m entre as áreas pode estar relacionada a essa fração ser muito solúvel e de maior labilidade, assim sua dinâmica de formação e decomposição é mais acelerada em relação as outras frações húmicas da MOS (Fontana et al., 2006).

Em relação as frações C-FAH e C-HUM, nas profundidades de 0-0,05 e 0,10-0,20 m quantificaram-se os teores mais elevados de carbono nas áreas A4 e A1, respectivamente. Elevadas concentrações de C-FAH podem indicar condições ambientais favoráveis a atividade biológica, aumentando a intensidade do processo de humificação, contribuindo assim para a formação de substâncias húmicas com maior grau de condensação, como os ácidos húmicos por exemplo (Stevenson, 1994).

Os dados de carbono das frações húmicas da MOS apresentaram padrão de similaridade com as frações físicas da MOS e COT no que diz respeito as áreas e

profundidades avaliadas. Em síntese, na profundidade de 0-0,05 m, na área de floresta foram quantificados os maiores teores de COT, COam, C-FAH e C-HUM; já na profundidade de 0,10-0,20 m, na área sob restauração mais recente foram observados os maiores teores de COT, COp, COam, C-FAF, C-FAH e C-HUM (Tabela 1 e Figuras 1 e 2). Tais resultados sugerem que as formas e práticas de uso e manejo do solo dessas áreas (naturais e mineradas em recuperação) estão influenciando diretamente na compartimentalização do carbono orgânico. Tornando imprescindível o monitoramento e a avaliação dos impactos pré e pós mineração sobre a qualidade desses ambientes ao longo do tempo.

A revegetação do solo sobre áreas mineradas é uma das medidas mitigadoras mais comuns, utilizada no contexto da recuperação ambiental (Corrêa & Bento, 2010; Barros et al., 2018). Estas ações tem por finalidade tornar a área minerada capaz de suportar um novo uso, garantindo a estabilidade física, química e biológica do ambiente, ou a reconstrução de um ecossistema autossustentável (Sánchez, 2011; Barros et al., 2018).

## 4 | CONCLUSÃO

O processo de restauração florestal nas áreas mineradas, utilizando o método de nucleação, foi capaz de manter e/ou elevar os teores de carbono orgânico total e de suas respectivas frações orgânicas físicas e químicas.

Após pouco mais de um ano de revegetação de área minerada, os níveis de matéria orgânica do solo encontraram-se próximos ou acima dos verificados à área de referência, principalmente quando avaliados em profundidade.

## REFERÊNCIAS

ANTONIASSI J.L. **A Difração de Raios X com o Método de Rietveld Aplicada à Bauxita de Porto Trombetas, PA**. MS Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 111 p. 2010.

BARROS, D. A.; COELHO JUNIOR, M. G.; OLIVEIRA, A. L.; SILVA NETO, E. C. Matéria orgânica e agregação do solo em áreas sobre influência da mineração de bauxita na região do planalto de Poços de Caldas, MG. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 14, n. 2, p. 160-167, 2018.

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

BOULANGÉ C., CARVALHO A. The Bauxite of Porto Trombetas. In: Carvalho A., Boulangé B., Melfi A.J., Lucas Y. (Org.). **Brazilian Bauxites**. São Paulo/Paris, USP/FAPESP/ORSTOM, p. 55-72. 1997.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.56, p.777-783, 1992.

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

CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J. & SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 777-788, 2005.

CORRÊA, R. S.; BENTO, M. A. B. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no DF. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1435-1443, 2010.

COSTA M.L., CRUZ G.S., ALMEIDA A.D.F., POELLMANN H. On the geology, mineralogy and geochemistry of the bauxite-bearing regolith in the lower Amazon basin: Evidence of genetic relationships. *Journal of Geochemical Exploration*, 146: 58-74. 2014.

Cruz G.S. Bauxita, Horizonte Nodular e Cobertura Argilosa da Região de Paragominas e Juruti, Estado do Pará. MS Dissertation, Universidade Federal do Pará, Pará, 90 p. 2011.

FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; CUNHA, T. J. F.; SALTON, J. C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 5, p. 847-853, 2006.

KOTSCHOUBEY B., TUCKENBRODT W., CALAF J.M.C. Evolução Geológica da Porção Meridional da Província Bauxitífera de Paragominas durante o Neógeno/Pleistoceno (Noroeste da Bacia do Grajaú, Nordeste do Pará e Extremo Oeste do Maranhão). *Revista Brasileira de Geociências*, 35(2):263-272. 2005.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira. (Banco Mundial - Trabalho em andamento para discussão pública) Brasília: Estação Gráfica; 2003.

Mendes Filho PF. Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2004.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Amazônia. MMA, Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/amazonia> >. Acesso em: 11/09/2018.

NICOLOSO, R.S. Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 150f. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, S.B., DA COSTA, M.L., DOS PRAZERES FILHO, H.J. The lateritic bauxite deposit of Rondon do Pará: A new giant deposit in the Amazon Region, Northern Brazil. *Economic Geology* 111, 1277-1290. 2016.

REIS, D. A.; LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A. Tensile strength of aggregates and compressibility of a soil built up with cover crops in a coal mining area in Candiota, RS, Brazil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, 2014, v.38, n. 2, p. 669-678.

RIOS, C.O., SOUZA, B.C., SIQUEIRA-SILVA, A.I., PEREIRA, E.G. Assessment of iron toxicity in tropical grasses with potential for revegetation of mined areas. *Polish Journal of Environmental Studies* 26, 1643-1649. 2017.

SANTOS, D. C.; FARIAS, M. O.; LIMA, C. L. R.; KUNDE, R. J.; CLENIO NAILTO PILLON, C. N.; FLORES, C. A. Fracionamento químico e físico da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso. *Ciência Rural*, v. 43, p. 838-844, 2013.

STEVENSON, F. J. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1994. 496p.

TRINDADE, A.V., GRAZZIOTTI, P.H., TÓTOLA, M.R. Utilização de características microbiológicas na avaliação da degradação ou recuperação de uma área sob mineração de ferro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24, 683-688. 2000.

YOEMANS, 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.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**FELIPE SANTANA MACHADO** - Felipe é professor de ciências e biologia para os ensinos fundamental e médio, bem como leciona gestão ambiental em cursos técnicos. É especialista em Morfofisiologia Animal e Gestão Ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e também pela prefeitura de São Gonçalo do Sapucaí (MG). Apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais.

**ALOYSIO SOUZA DE MOURA** - Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos, paisagens montanhosas e interação aves/plantas.

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Biodiversidade 2, 4, 10, 69, 70, 79

### C

Ciência 17, 75, 76, 77, 87, 88

Conservação 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 89

### E

Ecology 17

Economic valuation 29

Environmental services 29

### F

Forest fire 2

### G

Gestão ambiental 89

### I

Impacts of precipitation 40

Indigenous community 29

### M

Management 10, 16, 17, 18, 52

Meio ambiente 3, 54, 56, 59, 69, 75, 79, 87

### N

Nature 17, 27

### P

Peruvian Amazon 19, 29

Precipitação 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 71

Preservação 84

Public health 2

### S

Social 29, 54, 55, 56, 65

Sustentabilidade 58, 59

## **T**

Temperatura 11

## **W**

Water management 52

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA FLORESTAL 2

- 
- A grayscale photograph of two forestry engineers, a man and a woman, standing in a forest. They are wearing hard hats and safety vests, looking towards the trees. The background is a dense forest with many trees and some foliage in the foreground.
-  [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)

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA FLORESTAL 2

- 
- A photograph of two forestry engineers in a forest. One is wearing a white hard hat and a yellow safety vest, and the other is wearing a yellow hard hat and an orange safety vest. They are looking at a document together. The background is a dense forest with tall trees and green foliage.
-  [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)