

# SOLO, ÁGUA, PLANTA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

---

Impactos e suas transformações  
no Sul do Amazonas

José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva  
(Organizadores)

# SOLO, ÁGUA, PLANTA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

---

Impactos e suas transformações  
no Sul do Amazonas

José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva  
(Organizadores)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

José Maurício da Cunha

Milton César Costa Campos

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

**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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso



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. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
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. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
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



# Solo, água, planta e variáveis ambientais: impactos e suas transformações no sul do Amazonas

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S689 Solo, água, planta e variáveis ambientais: impactos e suas transformações no sul do Amazonas / Organizadores José Maurício da Cunha, Milton César Costa Campos, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0234-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.343221905>

1. Solo - Uso - Amazônia. 2. Água. 3. Plantas. I. Cunha, José Maurício da (Organizador). II. Campos, Milton César Costa (Organizador). III. Silva, Douglas Marcelo Pinheiro da (Organizador). IV. Título.

CDD 333.75130981

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](mailto: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

O Bioma Amazônico é caracterizado por ser uma região bastante extensa, apresentando elevada diversidade geológicas, geomorfológicas, edáficas, climáticas e de vegetação. Contudo, a composição e as características funcionais de espécies vegetais apresentam grandes efeitos na dinâmica dos ecossistemas florestais. Assim, com o intuito de obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes em áreas de recuperação florestal, manutenção da produtividade em sítios degradados, avaliação de impactos do solos em ambiente sobre intensa ocupação humana, assim como os impactos decorrentes de incêndios florestais, estudos correlatos tem sido profundamente discutidos em diversas temáticas, com a finalidade de obter informações relevantes para melhor compreender os funcionamentos desses ecossistemas.

Os estudos sobre ecossistemas da Amazônia, especialmente no Sul-sudeste do Amazonas, vem sendo discutidos por meio de pesquisas acadêmicas a partir do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, desde o ano de 2016, com a implantação no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas em Humaitá, que, na ocasião, conseguiu produzir resultados importantes na construção de um conhecimento crítico da real dinâmica espaço-temporal das transformações ambientais no contexto Amazônico, promovido por um pequeno grupo de estudantes e professores com trabalhos voltados para estudar as relações entre solo, água, planta e variáveis ambientais.

O Grupo de Pesquisa “Solos em Ambientes Amazônico”, criado em 2009, foi se destacando em importantes pesquisas à medida que se consolidava, com aprovações de Projetos de Pesquisas, que auxiliaram e continua a auxiliar o grupo a prover infraestrutura adequada na realização de diversas frentes de pesquisas, como Projetos de Iniciação Científica, Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação, Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado, favorecendo a geração de conhecimento e formação de recursos humanos altamente qualificadas no interior da Amazônia. Além disso, o grupo de pesquisa também realizou Eventos Científicos e de Popularização da Ciência e publicação de Livros.

Dessa forma, as pesquisas oriundas do Grupo de Pesquisa “Solos e Ambiente Amazônico” e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais é que tornaram-se possível apresentar esta **Coletânea de Trabalhos em solo, água, planta e variáveis ambientais**, oriundo de Dissertações de Mestrado.

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 N.31/2021 – PROPESP/UFAM: PROGRAMA DE APOIO À PUBLICAÇÃO DE LIVROS – 2021, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), que apoiou a realização do ***III Simpósios de Ciência do Solo da Amazônia Ocidental***,



sendo possível apresentar o material intitulado: **“Solo, água, planta e variáveis ambientais: impactos e suas transformações no Sul do Amazonas”**.

Milton César Costa Campos

José Maurício da Cunha

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTIMATIVA DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO EM UMA MICROBACIA DO RIO PURUZINHO, SUL DO AMAZONAS


Uilson Franciscon  
José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva  
Natasha Souza Araújo Lemos  
Elilson Gomes de Brito Filho  
Wildson Benedito Mendes Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219051>

### **CAPÍTULO 2..... 34**

ATRIBUTOS FÍSICOS, CARBONO ORGÂNICO E DIMENSÃO FRACTAL DA TEXTURA EM SOLOS SOB AMBIENTES NATURAIS E ANTROPIZADOS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS


José Cezar Frozzi  
José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Anderson Cristian Bergamin  
Wildson Benedito Mendes Brito  
Uilson Franciscon  
Douglas Marcelo Pinheiro da Silva  
Alan Ferreira Leite de Lima  
Elilson Gomes de Brito Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219052>

### **CAPÍTULO 3..... 85**

ESTUDO DA SERAPILHEIRA, BIOMASSA RADICULAR E VARIÁVEIS DO SOLO: UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL NA AMAZÔNIA

Ozias da Cunha Bello  
José Maurício da Cunha  
Milton César Costa Campos  
Alan Ferreira Leite de Lima  
Elilson Gomes de Brito Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219053>

### **CAPÍTULO 4..... 116**

PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO SUL DO AMAZONAS

Natasha Souza Araújo Lemos  
José Maurício da Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219054>

**CAPÍTULO 5..... 168**

MODELAGEM DA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS NO SUL DO AMAZONAS UTILIZANDO O MÉTODO DA MÁXIMA ENTROPIA

Rômulo Henrique Marmentini Vogt

José Maurício da Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219055>

**CAPÍTULO 6..... 193**

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM UMA LITOSSEQUÊNCIA ARENITO-GNAISSE EM MANICORÉ – AM

Julimar da Silva Fonseca

Milton César Costa Campos

Bruno Campos Mantovanelli


Laércio Santos Silva

Alan Ferreira Leite De Lima

Elilson Gomes de Brito Filho

José Maurício da Cunha

Emily Lira Simões

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219056>

**CAPÍTULO 7..... 245**


FRAÇÕES ORGÂNICAS DO CARBONO EM AMBIENTES DE PASTAGENS E FLORESTA NO NORTE DE RONDÔNIA

Elyenayra Nogueira Pinheiro

Milton César Costa Campos

Elilson Gomes de Brito Filho

José Maurício da Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219057>

**CAPÍTULO 8..... 275**

ERODIBILIDADE DO SOLO EM ÁREAS SOB AMBIENTES NATURAIS E ANTROPIZADOS NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL SUL DO AMAZONAS

Abdul Luis Hassane

Milton César Costa Campos

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

José Maurício da Cunha


Juliana Malta de Assis

Wildson Benedito Mendes Brito

Alan Ferreira Leite de Lima

Elilson Gomes de Brito Filho

Flávio Pereira de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219058>

**CAPÍTULO 9.....295**

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E ATRIBUTOS DO SOLO NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA**

Maria Clécia Gomes Sales  
Milton César Costa Campos  
Elilson Gomes de Brito Filho  
José Maurício da Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3432219059>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....321**

## CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM UMA LITOSSEQUÊNCIA ARENITO-GNAISSE EM MANICORÉ – AM

*Data de aceite: 10/03/2022*

*Data de submissão: 03/03/2022*

**José Maurício da Cunha**

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

**Julimar da Silva Fonseca**

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

**Emily Lira Simões**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/0014643511799549>

**Milton César Costa Campos**

Doutor em Ciência do Solo – Universidade  
Federal da Paraíba  
[mcesarsolos@gmail.com](mailto:mcesarsolos@gmail.com)

**Bruno Campos Mantovanelli**

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

**Laércio Santos Silva**

Universidade Estadual Paulista  
Jaboticabal – São Paulo  
<https://orcid.org/0000-0002-0805-1318>

**Alan Ferreira Leite De Lima**

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente -  
Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0001-7959-8778>

**Eilson Gomes de Brito Filho**

Graduando em Agronomia - Universidade  
Federal da Paraíba  
[bfsambiente@gmail.com](mailto:bfsambiente@gmail.com)

**RESUMO:** Os solos de Manicoré em sua maioria são caracterizados como ácido e de baixa fertilidade natural, em razão do seu elevado grau de evolução pedogenética, reflexo da ação intensa do intemperismo físico e químico sobre o material de origem, pois este representa um fator preponderante na formação dos solos. Assim, objetivo deste trabalho foi caracterizar e classificar 5 perfis de solos ao longo de uma litossequência arenito-gnaisses em Manicoré, AM. A área de estudo localiza-se no km 150 na rodovia do Estanho que se liga à BR 230 – Transamazônica no município de Manicoré – Amazonas. Nesses locais foram abertas trincheiras e os perfis foram caracterizados morfológicamente e coletados por horizonte. Além disso, foram coletadas amostras laterais aos perfis representativos das diversas unidades identificadas em profundidade coincidente com a posição de ocorrência dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais. Foram realizadas análises físicas e químicas. Os perfis foram descritos morfológicamente e classificados de

acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Os perfis foram os seguintes: perfil 1- Cambissolo Háplicos Ta distrófico - CXvd, perfil 2 - Neossolo Regolíticos distrófico léptico - RRd, perfil 3 - Neossolo Quartzarênicos hidromórficos espodossólico - RQg., perfil 4: Plintossolos Háplicos Alítico léptico - Fxal desenvolvidos a partir de arenito da formação palmeiral e perfil 5 - Argissolo acinzentado distrófico Abrúpticos - PACd, desenvolvido a partir de gnaisses da formação Complexo Nova Monte Verde. De modo geral, os solos apresentaram um padrão característico de cada classe, destacando-se a marcante influência do material de origem nas suas formações. As análises granulométricas evidenciou valores muito próximos para todos os perfis predominando altos teores de areia e silte. E quanto aos atributos químicos também houve muita semelhança apresentando-se solos com elevada acidez, saturação por alumínio acima de (>50%), pequenas quantidades de cátions como cálcio, magnésio e potássio conseqüentemente baixos teores de saturação por bases (<50%) lhe conferindo o caráter distrófico, característica que ocorre em todos os perfis estudados, sendo caracterizados como solo álico muito pobre em nutrientes. Logo do ponto de vista morfológico, as características dos solos são influenciadas pela posição em que o solo se desenvolve na paisagem, do ponto de vista químico, os solos possuem características do material de origem.

**PALAVRAS-CHAVE:** taxonomia dos solos; atributos físicos; atributos químicos, litoseqüência.

## INTRODUÇÃO

A maior parte dos biomas tropicais do mundo encontra-se ameaçados devido ao avanço das atividades econômicas sobre os recursos naturais. Tais atividades, além de destruir a cobertura vegetal natural da paisagem, provocam modificações muitas vezes irreversíveis, na dinâmica do solo e, conseqüentemente, da água (BARBOSA, 2016).

No contexto das grandes problemáticas ambientais em nível mundial, uma das questões recorrentes corresponde à intensificação das frentes pioneiras de colonização em regiões tropicais, face à velocidade e à intensidade com que vêm sendo implementadas nas áreas consideradas mais críticas. No âmbito da Amazônia, tais alterações ambientais na paisagem têm promovido nas últimas décadas a fragmentação de ecossistemas e a conseqüente perda dos serviços ambientais associados aos mesmos (LAURENCE et al., 2011; VIEIRA et al., 2008).

Sob esta ótica, como um dos estudos diagnósticos para compor as análises demandadas por programas de planejamento ambiental, o mapeamento de solos constitui-se de extrema relevância na busca para compatibilizar os recursos naturais com as exigências da produção agropecuária (SILVA et al., 2013). Tal afirmativa está calcada no fato que, antes da utilização dos solos, há necessidade de conhecer as propriedades físico-químicas dos mesmos, de forma que se estabeleçam sistemas de manejo com a utilização de tecnologias adequadas à estas realidades, de modo a promover a sustentabilidade

deste importante recurso natural (VALENTE et al., 2015).

Por outro lado, vários fatores interferem nas características dos solos, tais como, material de origem, clima e relevo que assumem papel determinante na expressão da vegetação, pois esses três elementos apresentam uma relação de interdependência, de maneira complexa e difícil de distinguir em determinadas paisagens (BOCKHEIM et al., 2003; CAMPOS et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

A litossequência está inserida a Sudoeste do Cráton Amazônico, que está subdividido atualmente em Província Rondônia-Juruena e Província Sunsas (CPRM, 2010), a geologia é formada por arenitos da Formação Palmeiral depositados em ambiente continental sob regime fluvial (DELLA JUSTINA, 2009) e por gnaisses do Complexo Nova Monte Verde que é constituído por ortognaisses tonalíticos a graníticos, migmatitos e rochas supracrustais representadas por granada-biotita gnaisses, sillimanita gnaisses, rochas calci-silicáticas e anfíbolitos (MADRUCCI et al, 2003).

Estudos sobre solos em topossequência são de fundamental importância para o entendimento dessa relação solo-paisagem (AVILA, 2009; MEIRELES et al., 2012), pois essa relação permite associar atributos topográficos e tipos de solos, tornando-se úteis na predição de ocorrência dos tipos de solos nas paisagens e auxiliando no estudo detalhado dos solos (CAMPOS, 2012). Apesar da importância do tema, em ambiente amazônico, poucos são os trabalhos que destacam essas relações, pois as informações sobre a distribuição e o comportamento dos solos na região baseiam-se principalmente, em levantamentos generalizados (CAMPOS, 2009).

As relações entre solos, relevo e vegetação caracterizam-se por serem interdependentes. Se as condições de drenagem e a variação dos solos interferem nas formações vegetais, por outro lado, as condições de relevo influenciam em várias propriedades dos solos, como estrutura, porosidade, densidade do solo e teor de nutrientes. (CAMPOS et al., 2012).

A avaliação dos atributos físicos e químicos sob diferentes sistemas de manejo do solo é importante para caracterizar o ambiente edáfico em relação ao crescimento radicular (FERNANDES et al., 2007, MARCHÃO et al., 2007; WEDDING et al., 2012). A densidade do solo, a porosidade total, o carbono orgânico total do solo e suas frações granulométricas e húmicas, são atributos frequentemente utilizados para mensurar os efeitos dos diferentes sistemas de uso do solo sobre a estrutura do solo e outros atributos edáficos (LOSS et al., 2010, 2011; WEDDING et al., 2012).

Na análise simultânea de muitas informações, a estatística multivariada torna-se a melhor ferramenta, possibilitando obter informações e interpretações que poderiam não ser perceptíveis com o uso da análise estatística univariada (FREITAS et al., 2014). Nesse sentido, o uso de técnicas estatísticas facilita a interpretação do comportamento dos

atributos do solo, para melhor tomada de decisão na prática de manejo (SILVA et al., 2015). Com essas técnicas de análise multivariada, é possível explicar o máximo de intercorrelação entre as variáveis e descobrir quais delas contribuem mais para a caracterização e, ou, alteração do solo (PRAGANA et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi caracterizar e classificar solos em uma litossequência arenito-gnaiss em Manicoré, AM e contribuir para o maior conhecimento das características morfológicas, física e químicas dos solos da região de Manicoré e com isso contribuir na tomada de decisão sobre diversas ações mitigatórias relacionadas a este recurso, subsidiando gestores ambientais na adoção de medidas mais eficazes na destinação de áreas prioritárias para conservação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do Meio Físico**

A litossequência estudada localiza-se na mesorregião Sul do Amazonas mais precisamente no município de Manicoré, sul do Estado do Amazonas, no km 150 na Rodovia do Estanho no km 14, essa rodovia liga-se á BR 230 transamazônica (Figura 1), cuja geologia é composta pela as litologias descritas na Tabela 1.



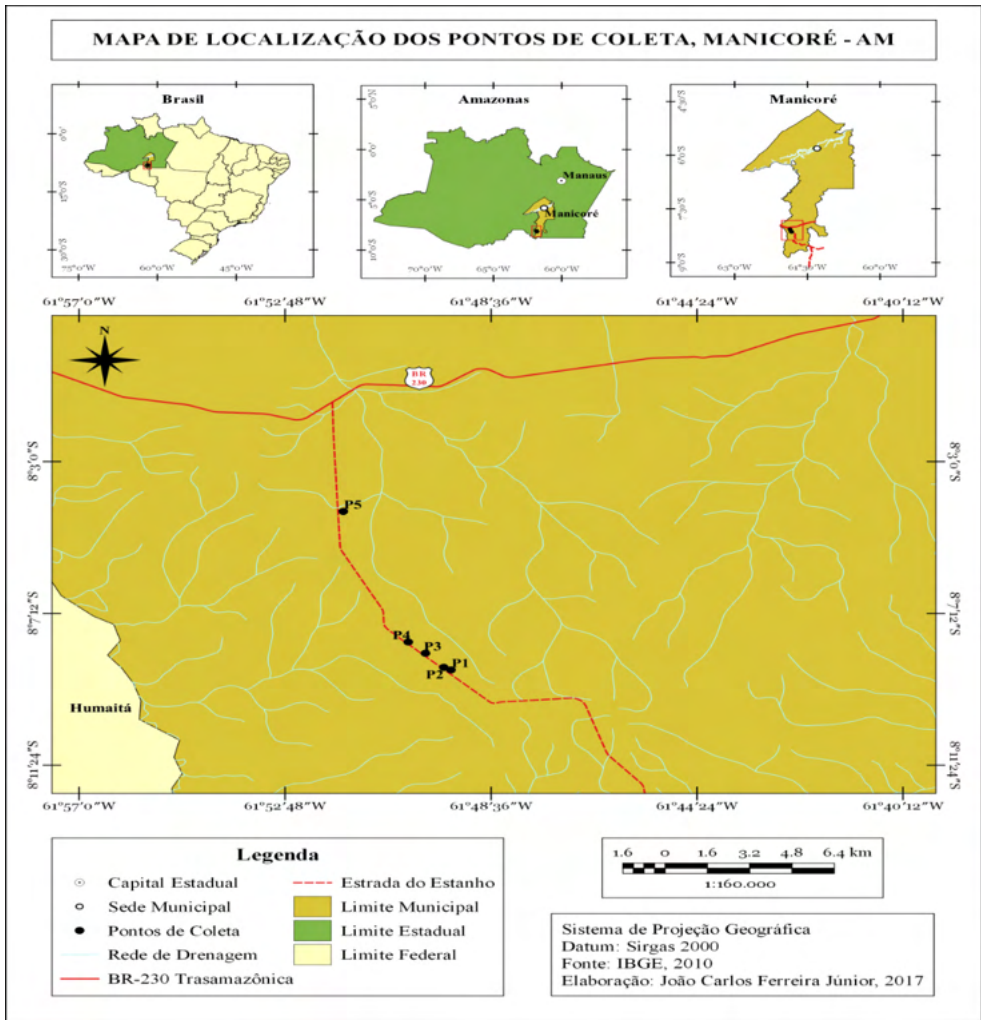


Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo no município de Manicoré, Amazonas.

Fonte: (IBGE, 2010).

A área de estudo está inserida no Cráton Amazônico, segundo o modelo das Províncias Estruturais do Brasil proposto por Almeida et al. (1976), nos limites da província Amazonas com a província Rondônia – Juarena (Figura 2).

De acordo com Brasil (1975), esta litossequência situa-se no grupo climático A (Clima úmido tropical, sem estação fria e com temperatura superior a 18°C), tipo climático Am (chuvas do tipo monção); apresentando um período seco de pequena duração, com chuvas inferiores a 60 mm nos meses secos.

A precipitação pluvial anual total apresenta uma ampla variação de 1.750 a 2.750 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As temperaturas

médias anuais do ar variam entre 25 e 26°C e a umidade relativa média do ar varia entre 80 e 85% (BRASIL, 1975).

A configuração do relevo é marcada pela presença de platôs nas partes mais elevadas, que exibem superfícies topográficas planas, sendo a zona de borda marcada por colinas e cristas alinhadas, enquanto que as áreas mais baixas constituem uma superfície pediplanada, localmente interrompida por colinas de topo plano (CPRM, 2001).

Os perfis 1, 2, 3 e 4 estão inseridos na formação geológica Palmeiral, que é constituída essencialmente de ortoconglomerados, quartzarenitos e arenitos arcossianos descrito por Bahia (1997). Sua morfologia caracteriza-se por um relevo arrasado, com pequenas elevações alinhadas segundo a estruturação regional, e suas melhores exposições situam se nas imediações do Complexo Nova Monte Verde (CPRM, 2004).

O perfil 5 (P5), está inserido na formação geológica Complexo Nova Monte Verde que foi descrito por Ribeiro & Villas Boas (2005) como composto por gnaisses e migmatitos de composição tonalítica a monzogranítica, com termos sienograníticos subordinados e com encraves de anfibolitos, migmatitos e dioritos. Ocorrem gnaisses ortoderivados de coloração cinza, granulação média, com bandamento composicional (MARQUES, 2015).

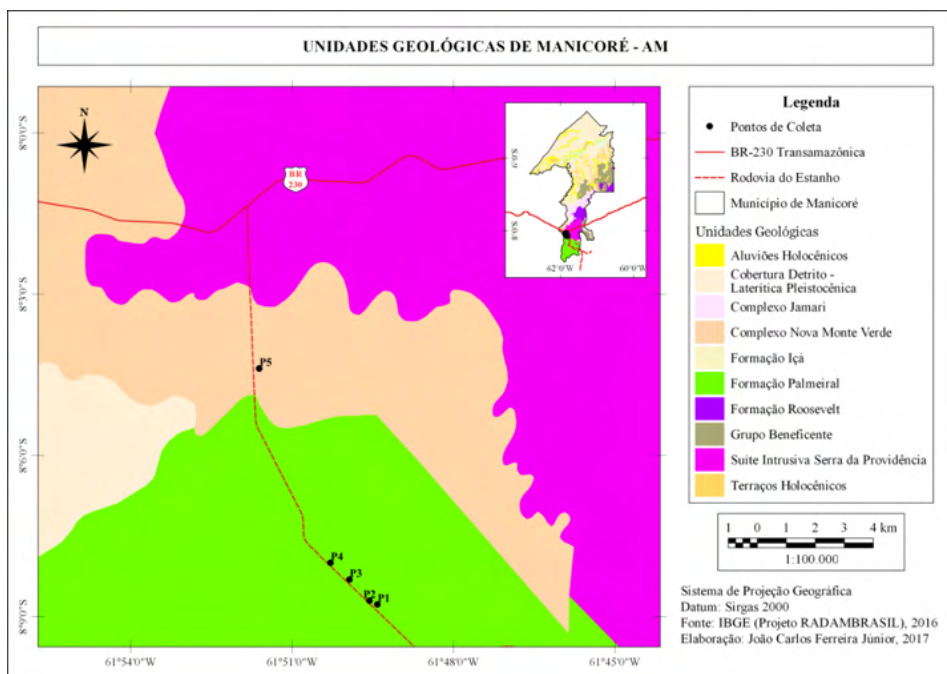


Figura 2. Geologia da área de estudo do Município de Manicoré, Amazonas.

Fonte: (IBGE, 2016).

## TRABALHO DE CAMPO

Na litossequência identificada foi estabelecido um caminamento de 9.253 metros, seguindo o “espigão” da vertente no sentido do caimento mais suave do declive, partindo-se do topo até a área de sopé de deposição à margem da Rodovia do Estanho. Com base na vegetação, no relevo (declividade do terreno) e na formação geológica que se apresentava, a litossequência foi subdividida em cinco (5) segmentos de vertente conforme Erro: Origem da referência não encontrada e Figura 3.

Foi aberta uma trincheira em cada unidade de vertente para caracterização morfológica dos solos e coleta de amostras deformadas para realização das análises física, química. Além disso, amostras com estrutura preservada para a determinação da densidade do solo foram coletadas de cada horizonte descrito.

Foram coletadas 20 amostras laterais aos perfis representativos das cinco (5) trincheiras, totalizando 100 amostras de solo da litossequência. O critério de escolha das profundidades foi à coincidência com os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais. A identificação dos horizontes e a descrição morfológica dos solos foram realizadas conforme Santos et al. (2013), com coleta de amostras por horizontes dos solos onde foram classificados segundo critérios estabelecidos pelo SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de solo) (EMBRAPA, 2013). Para os solos da formação geológica Palmeiral, as amostras foram coletadas nos quatro perfis estabelecidos, conforme a seguinte descrição: Perfil 1 (P1): topo: A - 0,0-0,16 e AB - 0,16-0,30 m; Perfil 2 (P2): terço superior: A - 0,0-0,12 e ACr - 0,10-0,20 m; Perfil 3 (P3) : Terço inferior: A - 0,0-0,7 e C1 - 0,15-0,33 m; Perfil 4 (P4): sopé de transporte: A - 0,0-0,18 e AB - 0,18-0,33 m e na formação geológica Complexo Nova Campo Verde o ultimo Perfil 5 (P5): sopé de transporte: A - 0,0-0,18 e AB - 0,18-0,32 m.

Perfil	Segmento da vertente	SIBCS	Coordenadas		Material de Origem	Uso atual da Terra
			Latitude	Longitude		
1	Topo	Cambissolo Háplico	08°08'46,0"S	61° 49'25,1" W	Arenito	Cerrado/denso
2	Terço superior	Neossolo Regolítico	08°08' 41,8"S	61° 49'33,9 W	Arenito	Cerrado/denso
3	Terço inferior	Neossolo Quartzarênicos	08°08' 18,3"S	61° 49'56,3" W	Arenito	Cerrado/baixo
4	Sopé de transporte	Plintossolos Háplicos	08°07' 59,6"S	61° 50'17,4" W	Arenito	Cerrado/alto
5	Sopé de deposição	Argissolos Acinzentados	08°07' 59,6"S	61° 50'17,4" W	Gnaisse	Floresta Primária (densa)

Tabela 1. Perfis, segmento de vertente, coordenadas geográficas, material de origem e cobertura vegetal na litossequência na região de Manicoré, AM.

(DATUM: South american ´69).

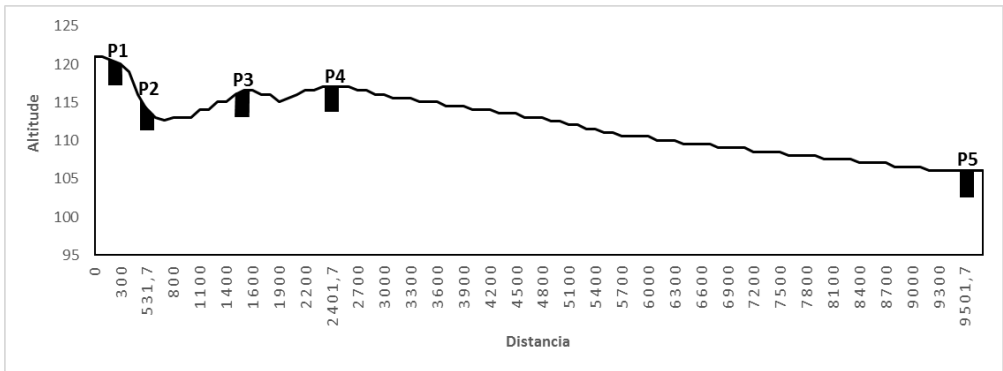


Figura 3. Perfil esquemático da topografia do terreno e posição das trincheiras na litossequência na região de Manicoré, AM.

Após a secagem no galpão, as amostras deformadas foram destorroadas, passadas em peneiras com malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As frações maiores que 2 mm retidas em peneira foram quantificadas via pesagem. A massa das frações maiores que 2 mm foram utilizados para o cálculo do percentual em relação a massa total da amostra.

A partir dos atributos morfológicos e dos dados de análises físicas e químicas, os perfis de solo foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2013).

## ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises laboratoriais químicas e físicas foram realizadas dos 5 perfis e das amostras laterais aos perfis representativos, sendo que o critério de escolha das profundidades foi de acordo com a coincidência dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais. Essas análises foram realizadas no laboratório de Solo e Nutrição de Plantas do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas. Todas as análises foram realizadas em duplicata no laboratório e os resultados diferiram entre si em menos de 10%.

## ANÁLISES FÍSICAS

As frações maiores que 2 mm (calhaus 200-20 e cascalho 2-20 mm) presente nas amostras de solos foram quantificados por pesagem, estabelecendo a razão massa de calhaus e cascalho / massa da amostra.

A análise granulométrica dos perfis foram realizadas pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> como dispersante químico e agitação mecânica

em aparato de baixa rotação por 16 horas usando um agitador do tipo Wagner, seguindo metodologia proposta pela Embrapa (2011). A fração argila foi separada por sedimentação, as areias grossa e fina por tamisação e o silte calculado por diferença.

Foram coletadas amostras com estrutura preservada do solo nos horizontes de cada perfil utilizando anéis volumétricos, no laboratório, as amostras foram preparadas retirando-se o excesso de solo das suas extremidades, em seguida saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água numa bandeja de alumínio, até atingir cerca de 2/3 da altura das amostras. A porosidade total foi obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas. A densidade do solo foi determinada a partir de amostras indeformadas utilizando-se anéis volumétricos coletados nos horizontes, obtida pela razão da massa do solo seco em estufa a 105° C e o volume do anel e a densidade da partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico, conforme metodologia da Embrapa (2011).

## ANÁLISES QUÍMICAS

O pH dos perfis e amostras laterais foram determinados potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 solo solução de água e KCl. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução tamponada a pH 7,0, de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> e determinado volumetricamente com solução de NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>. Cálcio, magnésio, e potássio trocáveis e fósforo P disponível foram extraídos utilizando-se o método da resina trocadora de íons (RAIJ et al., 2001). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculados os valores de somas de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e percentagem de saturação por alumínio (m%). Todas as análises químicas citadas acima foram determinadas conforme Embrapa (2011). O carbono orgânico foi determinado pelo método de oxidação por via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS & BREMNER, 1988). Para a estimativa do estoque de carbono (EC) do solo foi utilizada a fórmula proposta por Veldkamp (1994).

Os óxidos de ferro pedogênicos referentes a forma cristalina (Fed) foram extraídos com solução de ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), conforme Mehra e Jackson (1960), os óxidos de ferro pedogênicos relativos as formas de baixa cristalinidade (Feo) foram extraídos com solução de oxalato de amônio a 0,2 mol L<sup>-1</sup> a pH 3,0 no escuro (SCHWERTMANN, 1964). Os teores de óxidos de ferro solubilizados foram determinados por absorvância no espectrofotômetro a 518 nm.

A partir dos atributos morfológicos, físicos, químicos, mineralógicos, os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2013).

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS**

Inicialmente o conjunto de dados dos diversos ambientes (segmentos de vertentes) foi submetido às premissas da análise de variância (normalidade, homocedase e aditividade) utilizando-se o programa estatístico Statistica 7.0 (Statistica, 2005).

Após esta etapa foram realizadas análises de variância univariada (ANAVA) e os resultados foram comparados pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADAS**

Neste trabalho empregou-se a técnica de análise estatística multivariada para obtenção de maior quantidade de informações, as quais são difíceis de serem visualizadas e entendidas por métodos univariados (LARK, 2005).

Foram coletadas amostras laterais aos perfis em profundidades definidas de acordo com a presença dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, com o objetivo de avaliar a ação conjunta dos atributos físicos e químicos, na discriminação dos ambientes estudados, foram efetuadas análises estatísticas multivariadas de agrupamentos e de componente principais, sendo utilizado o programa estatístico Statistica 7.0 (Statistica, 2005).

## **ANÁLISE DE AGRUPAMENTO**

A estratégia de agrupamento utilizada foi à ligação simples (single linkage), que possibilitará a obtenção de agrupamentos sequenciais, aglomerativos, hierárquica e não superpostos expressando os resultados através de gráficos de esquemas hierárquicos ou dendogramas. O coeficiente de semelhança utilizado para a análise de agrupamentos (possibilitando a elaboração dos dendogramas) foi à distância de ligação média entre os ambientes estudados.

## **ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)**

A análise PCA foi utilizada com o intuito de sumarizar os valores obtidos dos atributos físicos e químicos dos diversos ambientes. Assim, a maior parte da variância dos dados foi atribuída ao 1º e 2º componente principal (PC), porém o critério utilizado na escolha dos componentes principais a serem interpretados foi o percentual da variância explicada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Atributos Morfológicos

Os dados dos atributos morfológicos são apresentados na tabela 2. O perfil 1 está localizado no topo da litossequência, e o mesmo apresenta sequência de horizontes A, AB, Bi, BCr e R, com horizonte A moderado e possui profundidade efetiva de 0,78 cm.

O Perfil 01, localizado em ambiente de cerrado denso de arbustos muito próximos uns aos outros, porém com seu sistema radicular pouco desenvolvido por estar em cima do material de origem. (Figura 4) apresenta cores variando de bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2) a bruno escuro (10 YR 4/3) em seus horizontes superficiais, A e AB, respectivamente, estabelecendo assim uma nítida diferenciação para os horizontes Bi que apresentam cores variando de bruno amarelo escuro (10 YR 4/6), e mudando para bruno amarelado (10 YR 5/6) a bruno muito claro acinzentado (10 YR 7/4) no horizonte BCr e presença de saprófitos e cascalhos com drenagem moderada e erosão laminar ligeira, ligeiramente pedregoso e rochoso com relevo suave ondulado a plano e ao redor é todo formado por arenito. O grau de desenvolvimento varia entre fraca, pequena, média a granular com consistência de friável, muito macia a dura e não plástica e não pegajosa (Tabela 2).

As cores mais escuras presente nos horizontes superficiais são em decorrência dos maiores teores de matéria orgânica deste perfil (conforme pode ser observado na Tabela 4), corroborando assim com Santos et al. (2012), onde os autores trabalhando com caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM) atribuíram os baixos valores e cromas dos horizontes superficiais aos maiores teores de matéria orgânica.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor (úmida)	<sup>1</sup> Mosqueado	Textura	<sup>2</sup> Estrutura	<sup>3</sup> Consistência (seca, úmido e molhado)	<sup>4</sup> Transição
				Perfil 1 – Topo – Cerrado baixo/denso			
A	0-16	10 YR 3/2	-	franco-arenosa	fr. peq.e gran.	mfri., nplás. npeg.	cla. e pla.
AB	16-30	10 YR 3/2	-	franco-arenosa	mod a méd. e bl. Ang. e sub.	mac.fri., lig .plás., lig.peg.	cla. e pla.
Bi	30-55	10 YR 4/6	-	franco-arenosa	fr méd. e bl.ang.,e blo., sub.	dr., fir., lig.plás., lig.peg.	dif. e pla.
BCr	55-78+	10 YR 4/4	-	franco-arenosa	fr.peq a méd.,gran.	dr., fir., lig.plás. lig.peg.	dif. e pla.
				Perfil 2 – Terço Superior - Cerrado baixo/denso			
A	0-12	10 YR 3/2	-	franco-arenosa	Fr.peq.,e gran.	mac.,n.plás. n.peg.	cla. e pla.
ACr	12-35	10 YR 4/6	-	franco-arenosa	Fr,peq,e bl. ang. a bl. sub.	ligdr., fri.,lig plás.,lig.peg.	cla. e pla.
Cr/Bi	35-62	10 YR 6/6	-	franco-arenosa	fr. peq. e bl.ang a bl. sub.	mdr., fir., mplás. mpeg.	gra. e ond.
				Perfil 3 – Terço inferior – Cerrado baixo			
A	0-15	10 YR 3/2	-	arenoso	fr.peq. méd. gran.	fri., mac., nplás. npeg.	cla. e pla.
C <sub>1</sub>	15-33	10 YR 7/2	-	arenoso	fr. gr. bl. ang. bl. sub.	mfri., mac., nplás. npeg.	dif. e pla.
C <sub>2</sub>	33-50	10 YR 7/3	-	areia franca	mod. méd. a gr. bl. ang. sub.	mfri., dr.,n.plás. npeg.	dif. e pla.
C <sub>3</sub>	50-75	10 YR 7/3	-	areia franca	mod. méd. a gr. bl. ang.sub.	mfri., lig.dr.,n.plás. npeg.	dif. e pla.
Cr	75-105*	10 YR 67/4	-	areia franca	mod. méd. a gr. bl. ang.sub.	mfri., lig.dr.,n.plás. npeg.	dif e ond
				Perfil 4 – Sopé de transporte – Cerrado Alto			
A	0-18	10 YR 2/1	-	franco-arenosa	mod. méd.gr a gran.	mfri.,lig.dr nplás. npeg.	cla. e pla.
AB	18-33	10 YR 3/2	-	franco-arenosa	fr. méd. a gr. bl. ang. bl.sub.	mfri., lig. Dr. nplás. npeg.	cla. e pla.
BAf	33-48	10 YR 4/6	-	franca	Fr.mod,peq,méd. bl. ang. sub	Fr.dr. lig. plás. lig. peg.	dif. e pla.
Bf	48-70	10 YR 5/6	2,5 YR 3/6 po. peq. dif.	franca	fo. gr.bl ang. bl. Sub..	fir.lig.dr.,lig. plás. Lig. peg.	dif. e pla.
BCr	70-110*	10 YR 6/4	2,5 YR 5/8 po. peq. dif.	franca	fo. méd. gr. Bl. Ang. bl. sub.	fri.,dr. plás. Lig. peg.	dif. e ond
				Perfil 5 – Sopé de deposição – Floresta			
A1	0-18	10 YR 5/6	-	franco-arenosa	grs. Fr.peq. a gran.	mfri.,dr. nplás. npeg.	dif. e pla.
A2	18-32	10 YR 5/6	-	franco-arenosa	mod.méd. a gr. bl.ang.,sub.	mfri.,mdr. nplás.n peg.	dif. e pla.



AB	32-49	10 YR 5/6	-	franco-arenosa	fo. méd. a gr. bl. ang. bl sub.	mfri., ext.dr.l.plás. e l.peg.	gra. e pla.
Bt <sub>1</sub>	49-74	10 YR 6/8	-	argila	fo. méd. a gr. bl. ang. e gran.	fri., ext. dr. plás. e peg.	dif e pla.
Bt <sub>2</sub>	74-110	10 YR 6/4	-	argila	fo.gr a mgr. bl ang. e sub	mfri.,mdr., mplas. e mpeg	dif e ond.
Btf	110-125+	10 YR 6/8	-	argila	fo.gr a mgr. bl ang. e sub	mfri.,mdr., mplas. e mpeg	dif e ond.

**Tabela 2.** Atributos morfológicos dos solos em uma litosequência arenito-gnaíse na região de Manicoré, AM.

<sup>1</sup> po.: pouco; co.: comum; ab.: abundante; peq.: pequeno; méd.: médio; gr.: grande; dif.:difuso; pro.: proeminente.

<sup>2</sup> mac.: maciça; fr.: fraca, mod.: moderada; fo.:forte; peq.: pequena, med.: média; gr.: grande; mgr.: muito grande; gran.: granular; bl. ang.: blocos angulares; bl. sub.: blocos subangulares.

<sup>3</sup> lig.dr.: ligeiramente dura; dr.: duro; mdr.: muito dura; ext.dr.: extremamente dura; mfri.: muito friável; fri.: friável; fir.: firme; mfir.: muito firme; nplas.: nao plástico; lig.plas.: ligeiramente plástico; plas.: plástico; mplas.: muito plástico; npeg.: muito pegajoso; lig.peg.: ligeiramente; pegajoso; peg.: pegajoso; mpeg.: muito pegajoso.

<sup>4</sup> cla.: clara; pla.: plana; gra.:gradual; ond.: ondulada; dif.: difusa; abr.:abrupta.

Este solo apresentou cores mais escuras nos horizontes superficiais (A e AB) (Figura 4), influenciadas pelos teores de matéria orgânica, diminuindo com o aumento da profundidade, onde dominam cores amareladas, com matiz 10 YR para todos os horizontes (Tabela 2).

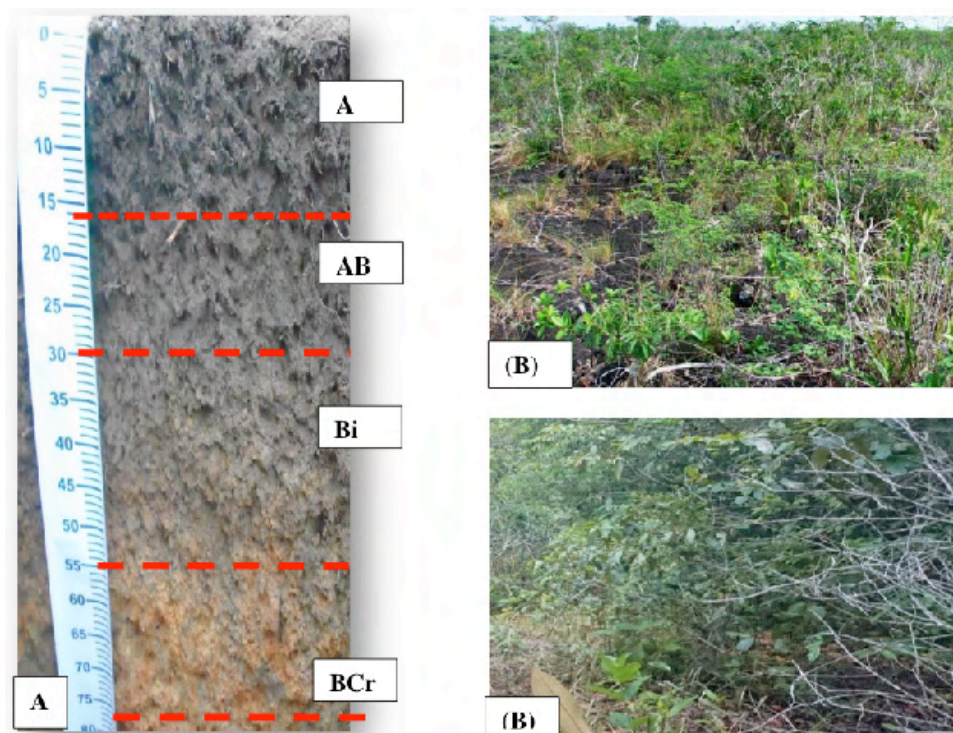


Figura 4. Perfil 1 - Na área de Cerrado da formação Palmeiral e o material de origem Arenito, localizada no topo da litossequência.

Perfil 1 - (A) perfil do solo; (B) Vegetação de Cerrado Alto/denso.

O perfil do solo quando chegou à profundidade de 0,55 cm começou a encharcar, indicando que este perfil foi perfurado sob material de origem e que esse encharcamento é devido a rocha endurecida, pois dificulta a passagem da água para as camadas mais profunda do solo. As condições de drenagem impedida desfavorecem a decomposição da matéria orgânica, contribuindo para o escurecimento dos horizontes superficiais (PEREIRA, 2013).

O perfil 2 está localizado no terço superior da litossequência (Figura 5), exibindo perfil de coloração bruno-acinzentado escuro (10 YR 3/2) a amarelo-brunado (10 YR 6/6), praticamente o mesmo material do perfil 1, apresentando profundidade ainda menor 0,62 cm. Este perfil caracteriza-se por ser formado de textura arenosa fina a grossa com

horizonte A moderado e presença de cascalho no horizonte ACr. Com ocorrência manchas avermelhadas no horizonte Cr/Bi (Figura 5), variando em quantidade, tamanho, contraste de cores das manchas em relação ao fundo de pouco a abundante, pequeno a grande, difuso a proeminente, mas ainda assim não chega a ser um mosqueado.

O perfil 2 apresenta pouco teores de calhaus e cascalhos e elevada relação de areia grossa/areia fina, além do baixo teor de argila, com classe textural areno-argiloso nos horizontes A e C. Esta granulometria é condizente com o pequeno grau de alteração em relação ao material de origem. Este perfil é pouco evoluído, sendo constituído por um material mineral pouco alterado e não apresenta horizonte B diagnóstico (Figura 5). A pedoforma ondulada do terreno em que o perfil está localizado favorece a redução da taxa de infiltração de água no solo, culminando em solos menos desenvolvidos.

Os Perfis 1 e 2 como estão localizados na parte mais alta da paisagem não favorecem o desenvolvimento do solum espesso. Portanto, não se expressam os processos pedogenéticos e os horizontes A e C são resultantes das condições pedoambientais atuais da litossequência que são fortemente influenciadas pelo o arenito conforme (Tabela 2) e (Figuras 4 e 5).

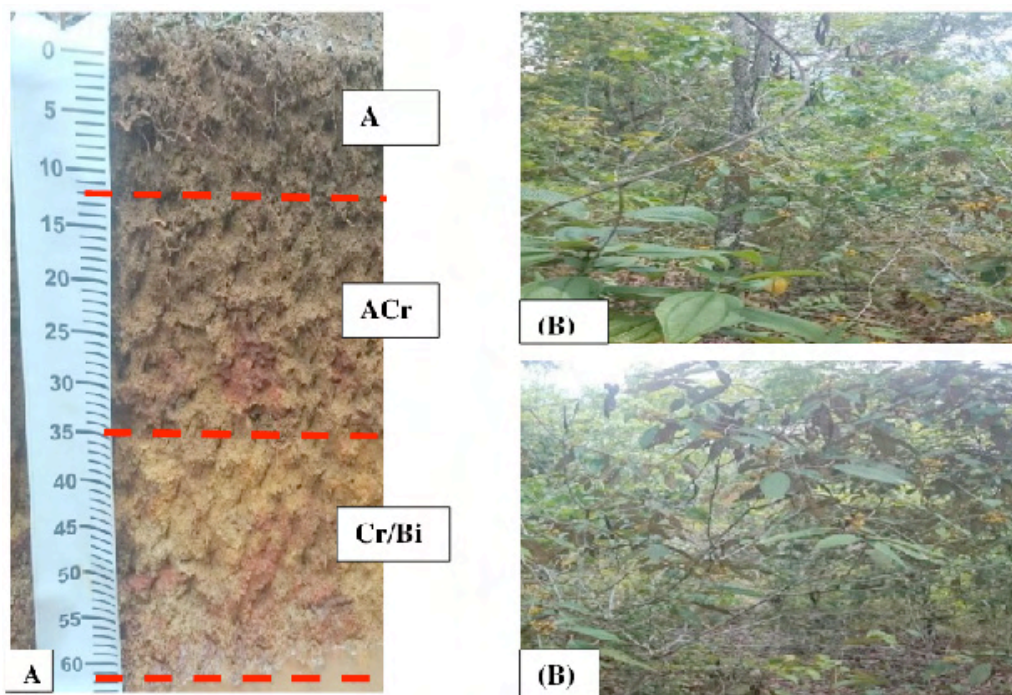


Figura 5. Perfil 2 - Na área de Cerrado da formação Palmeiral e o material de origem Arenito, localizada no Terço Superior da litossequência.

Perfil 2 - (A) perfil do solo; (B) Vegetação de Cerrado baixo/denso.

Localizado em área de cerrado baixo no terço inferior da litossequência (Figura 6), o perfil 3, exibiu cores esbranquiçada na maioria dos horizontes diagnósticos, diferentemente do P1 e P2, com coloração variando entre bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2) à amarelo-brunado (10 YR 6/6). Apresentando coloração bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2) no horizonte A e nos horizontes C1, C2, C3 e Cr apresentando coloração Cinzento-claro (10 YR 7/2) a Bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4), com uma linha de seixo rolado na altura de 50 cm (Tabela 2), evidenciando a natureza alóctone do material depositado acima.

A cor do solo também esta relacionada com a sua granulometria e outros componentes do perfil, sendo que solos ricos em quartzo e pobres em matéria orgânica e óxidos de ferro apresentam cores claras e esbranquiçadas (AZEVEDO & DALMOLIN, 2004). As cores variegadas, encontradas nos horizontes C1, C2, C3 e Cr do perfil 3 ( P3) está relacionada a presença de materiais em diferentes estágios de alteração, comuns em horizontes pouco desenvolvidos.

Este perfil no período chuvoso fica parcialmente alagado, mesmo passando por esse processo oxidação e redução o perfil do solo não apresentou mosqueado. Essas inundações periódicas possivelmente interferem na formação e estabilização dos agregados, já que os agentes cimentantes e ligantes (sílica coloidal, sesquióxidos de Fe e Al e matéria orgânica) são constantemente removidos pela ação da água (LIMA et al. 2005). A formação dos solos, nestes ambientes, se dá em condições alagadiças, onde os processos pedogenéticos atuantes, acúmulo de matéria orgânica e hidromorfismo, garantem aos solos cores neutras, variando em tons de cinza (BARBOSA, 2016).

De acordo com Silva et al., (2001) a drenagem dos solos, condicionada pela posição topográfica tem forte relação com o tipo de estrutura, pois solos moderadamente a bem drenados tendem a apresentar estrutura granular ou em blocos angulares e subangulares (Tabela 2), enquanto que solos mal a imperfeita drenados, tendem a exibir estrutura padrão em prismas poligonais. Em todo o percurso da topossequência a área de coleta do perfil 3, foi a única que apresentou uma vegetação de gramínea rasteira e um subarbusto da espécie de *Paepalanthus*, família Eriocaulaceae, que possui caule reduzido com aproximadamente 1 metro de altura e folhas distribuídas ao longo do caule conforme (Figura 6 (b)).

Na litossequência os perfis 3, 4 e 5 localizados em relevo plano apresentaram maior profundidade no perfil ultrapassando 100cm enquanto que os perfis 1 e 2 por estar localizado na parte mais alta do terreno apresentarem uma profundidade de perfil abaixo de 0,80cm conforme tabela 2. Em trabalhos realizados por Campos et al. (2012a), mencionam que as condições do relevo influenciam em vários atributos do solo, tendo em vista que a declividade cria um padrão complexo de transporte de água e solutos, atuando, sobretudo, no desenvolvimento do perfil do solo. Para Marques Júnior (1995) e Souza (2004), a água é o elemento principal dos processos que determinam a variabilidade dos atributos do

solo, agindo tanto por fluxos verticais como horizontais, superficiais ou subsuperficiais, condicionado pela posição deste no relevo, ainda que a declividade seja de pequena expressão.

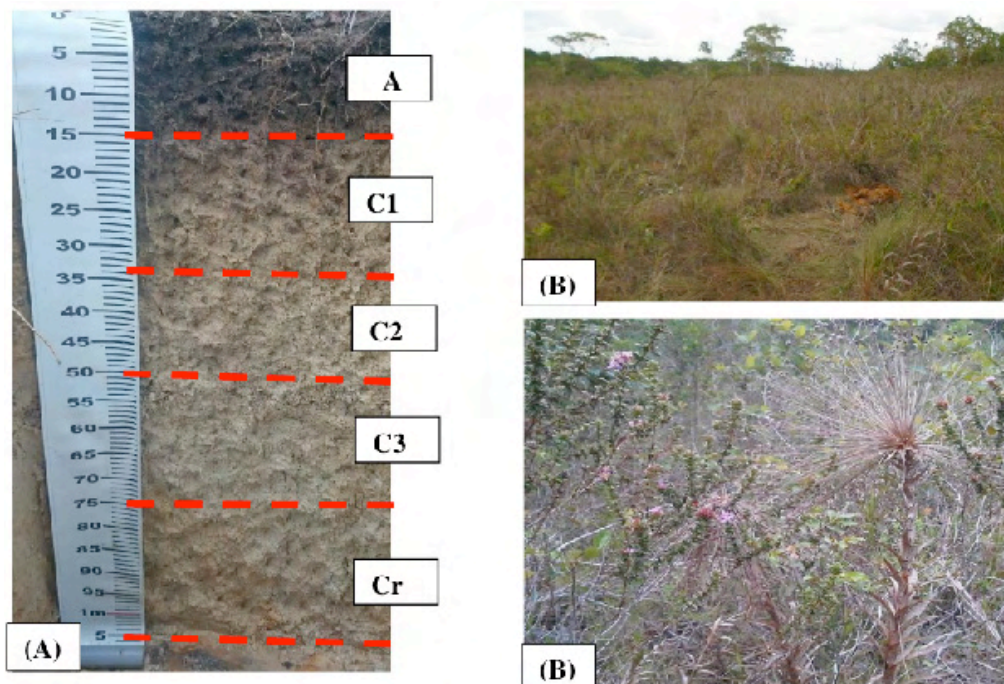


Figura 6. Perfil 3 - Na área de Cerrado da formação Palmeiral e o material de origem Arenito, localizada no Terço Inferior da litossequência.

Perfil 3 - (A) perfil do solo; (B) Vegetação de Cerrado baixo.

O perfil 4 está localizado no sopé de transporte da topossequência (Figura 6), exibindo perfil de coloração bruno-acinzentado escuro (10 YR 3/2) a amarelo-brunado (10 YR 6/6), praticamente o mesmo material do perfil 1, apresentando profundidade de 110 cm. Este perfil possui textura areia fina e horizonte A moderado de coloração escuro devido à alta quantidade de material orgânico e presença de cascalho e petroplintita a partir do horizonte AB.

A fração grosseira (>2mm) aumenta do horizonte A em direção à rocha no perfil 4, assim como nos perfis 1 e 2. Exceto no perfil 5, há uma tendência de aumento da proporção de argila com a profundidade. O perfil 3 apresentou fração granulométrica arenosa a franco - arenosa.

A formação da Plintita nesse perfil deve-se as condições de menor umidade do solo, após vários ciclos de umedecimento e secagem, com isso a Plintita tende a um maior endurecimento, transformando-se em Petroplintita. Portanto, a ocorrência desta forma de

plintita indica que sua formação ocorreu em clima inicialmente mais úmido que passa por uma fase de aridez na outra metade do ano, onde se pode observar na vegetação local a marca da água, indicando que aquele local permaneceu um período do ano alagado.

A quantidade de cascalho aumentou conforme aumenta a profundidade na trincheira (Figura 7). Com ocorrência manchas avermelhadas no horizonte Cr/Bi (Figura 5), variando em quantidade, tamanho, contraste de cores das manchas em relação ao fundo de pouco a abundante, pequeno a grande, difuso a proeminente, mas ainda assim não chega a ser um mosqueado.

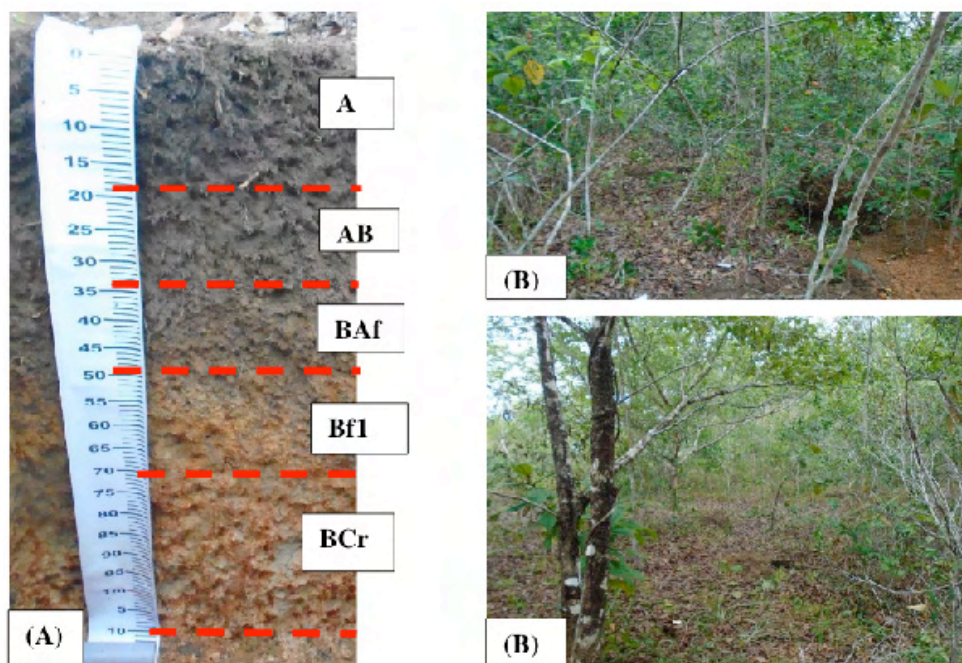


Figura 7. Perfil 4 - Na área de Cerrado da formação Palmeiral e o material de origem Arenito, localizada no Terço Superior da litossequência.

Perfil 4 - (A) perfil do solo; (B) Vegetação de Cerrado alto.

Neste perfil foi observada a presença de horizonte Plíntico, em decorrência da oscilação do lençol freático em algum período, favorecido pela topografia do terreno. Em relação à cor verificaram-se presença de cores acinzentadas nos horizontes superficiais (A e AB), cores bruno-amarelo escuro e bruno amarelo-claro em profundidade (Figura 7). Esse padrão também foi verificado por Schiavo et al. (2010) em perfil localizado em área plana em solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana (MS), onde esses autores atribuíram as cores cinzento muito escuro ao predomínio das condições de oscilações do lençol freático observadas na área.

A partir de 70 cm ocorrem mosqueados (incluindo Plintita) abundantes de cor vermelha, caracterizando o caráter Plíntico, que corresponde aos horizontes BAf-BCr (Tabela 2). Segundo a Embrapa (2013), esses mosqueados vermelhos podem ser formados pela segregação do ferro e formação de Plintita. A ocorrência de mosqueados, variegados, comuns, médios e difuso inicia-se a partir do horizonte Bf e BCr com cores alternando entre vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e vermelho (2,5 YR 5/8). A formação desses mosqueados deve-se ao alagamento do solo em algum período do ano, assim intensificando o processo de redução do ferro e transporte ao longo do perfil conforme Guimarães et al., (2013).

O último perfil da litossequência está localizado em área de Floresta (Figura 8), o perfil 5, exibiu cores amareladas na maioria dos horizontes diagnósticos, diferentemente dos perfis 1 e 2, que apresentaram coloração predominante entre bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2) à amarelo-brunado (10 YR 6/6).

Apresentou estrutura de grãos simples, fraco pequeno e granular, com consistência muito friável, dura, não plástica e não pegajosa nos horizontes superficiais e estruturas forte, grandes a muito grande e blocos angulares a subangulares apresentando consistência muito friável, muito dura, muito plástica e muito pegajosa nos horizontes subsuperficiais (Tabela 2). Com presença de cascalho e petroplintita nos Horizontes AB-Bt<sub>1</sub>-Bt<sub>2</sub>.

Nos horizontes A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>-AB a coloração predominante é bruno amarelado (10 YR 5/6) com textura arenosa e nos horizontes Bt<sub>1</sub>-Bt<sub>2</sub>-Bt<sub>f</sub> com coloração amarelo-brunado (10 YR 6/8) à bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4), com textura argilosa. Predominando cores amareladas em todos os horizontes, com matiz 10 YR refletindo a ausência de hematita, possivelmente relacionada com a formação preferencial de goethita nesses solos, em parte atribuída ao baixo teor de ferro no material de origem (KÄMPF & CURI, 2000).

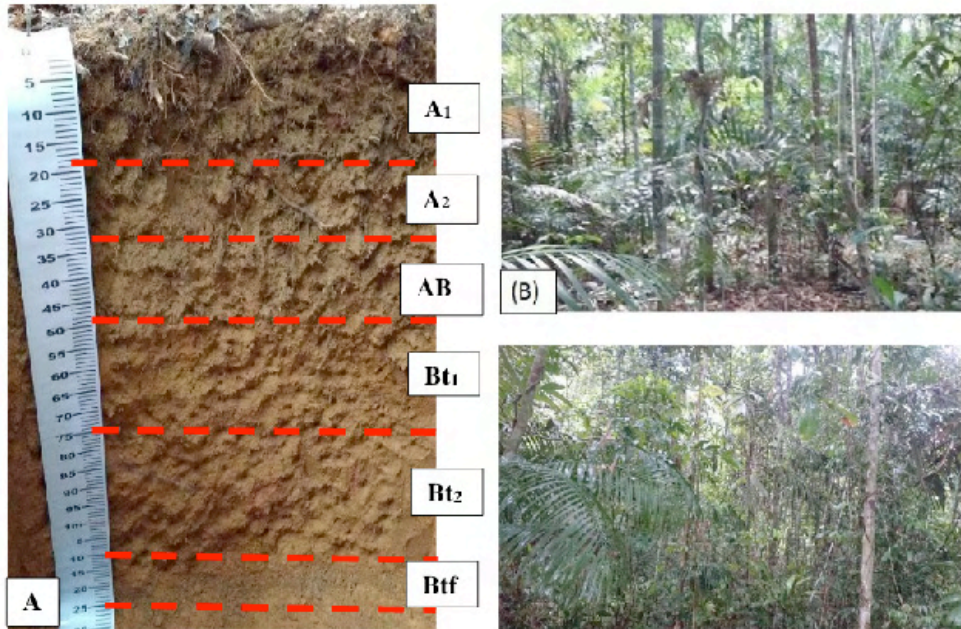


Figura 8. Perfil 5 – Na área de Floresta da formação Complexo Nova Monte Verde e o material de origem Gnaiss, localizada no Sopé de Deposição da litossequência.

Perfil 5 - (A) perfil do solo; (B) Vegetação de floresta.

Solos mais arenosos necessitam de teores menores de determinado tipo de óxido para imprimir a cor correspondente, do que solos mais argilosos (RIBEIRO et al., 2012; EMBRAPA, 2013). Sendo assim, é possível inferir pela cor mais amarelada dos perfis, que todos os solos desta litossequência, provavelmente, são dominados por goethita.

Ao longo da litossequência pode perceber que o solo modificava em relação ao relevo, atravessando 4 classe de solos (Cambissolo, Neossolo, Plintossolos e Argissolos) em 9253m percorridos, isso implica dizer que o solo apresenta heterogeneidade, tanto vertical como horizontalmente, imposta pelos fatores de formação, a começar pelo próprio material de origem que não apresenta-se uniforme em toda sua extensão, e ao fato do processo de intemperização não ocorrer de forma homogênea e contínua (RICHTER et al., 2011).

### Atributos Físicos

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados referentes aos atributos físicos dos solos (Tabela 3). Todos os perfis apresentaram frações grosseiras de cascalho e calhaus, exceto o perfil 3 que apresentaram 100% areia. Os perfis 1 e 2, apresentaram cascalho e calhaus a partir do horizonte BCr no perfil 1 apresentando valores de 175 g.kg<sup>-1</sup> (cascalho+calhaus) e a partir do horizonte ACr-ACr/Bi no perfil 2 com valores de 141 e 229



.kg<sup>-1</sup> (cascalho+calhaus) e o perfil 4 foi o que apresentou a maior quantidade de cascalho e calhaus iniciando nos horizontes AB-BAf- Bf-BCr com valores 223, 785, 652 e 388 g.kg<sup>-1</sup> respectivamente, aumentando a quantidade de cascalho na altura de 40 cm e diminuindo em profundidade e no perfil 5 a partir do horizonte AB-Bt<sub>1</sub>-Bt<sub>2</sub>-Btf apresentando apenas cascalho como fragmentos grosseiros variando de 234 a 289 g.k<sup>-1</sup> conforme (Tabela 3).

No perfil 1 e 2 localizado no topo e no terço superior da litossequência sob vegetação de cerrado baixo/denso apresentou variação com relação à distribuição das frações granulométricas areia, silte e argila nos seus horizontes. Observa-se que os teores de areia total no perfil 1 decrescem em profundidade, variando de 690 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A até 646 g kg<sup>-1</sup> no horizonte BCr e no perfil 2 variando de 741 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A até 723 g kg<sup>-1</sup> no horizonte Cr/Bi. A predominância de areia fina em todos os horizontes, resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al. (2010b), trabalhando com segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré (AM), e Santos et al (2012) afirma que quando há um maior teor de areia fina sobre a grossa esse atributo pode contribuir para um aumento na retenção e disponibilidade de água no perfil.

Já a fração argila, ocorre o inverso da fração areia, havendo um aumento gradual à medida que aumenta a profundidade, apresentando 128 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A e 142 g kg<sup>-1</sup> no horizonte BCr e no perfil 2 há uma oscilação crescente e decrescente, possivelmente a pouca diferença e os valores baixos de argila ao longo do perfil é uma das características comum em solos pouco desenvolvidos pedogeneticamente. Os teores de silte nos perfis 1 e 2 variaram entre 182 g kg<sup>-1</sup> e 212 g kg<sup>-1</sup> e 141 a 161 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, conforme (Tabela 3), o que pode ser em virtude deste solo ser formado por sedimentos aluviais indicando que esses solos possuem minerais primários mais resistentes à alteração e minerais secundários que apresentam maior grau de cristalinidade. No trabalho de Caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM), realizado por Santos et al (2012), os valores de silte foram maiores em todos os perfis caracterizados.

Horizonte	Prof.	-----Fração da amostra total-----				-----Granulometria da terra fina-----									
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia Total	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	ADA	GF	S/A	Ds	Dp	Pt
cm		----- g.kg <sup>-1</sup> -----													
Perfil 1 – Topo - Cerrado baixo/denso															
A	0-16	0	0	1000	690	304	386	182	128	54,6	57,34	1,43	1,42	2,6	45
AB	16-30	0	0	1000	670	277	393	198	132	50,8	61,52	1,50	1,45	2,6	44
Bi	30-55	0	0	1000	648	232	416	213	139	30,84	77,81	1,53	nd	2,7	nd
BCr	55-78+	21	154	825	646	224	422	212	142	24,92	82,45	1,49	nd	2,7	nd
Perfil 2 – Terço Superior - Cerrado baixo/denso															
A	0-12	0	0	1000	741	500	241	141	118	37,72	68,03	1,19	1,65	2,5	34
ACr	12-35	18	123	859	730	460	269	159	111	30,84	72,22	1,43	1,61	2,4	33
Cr/Bi	35-62	42	187	771	723	441	289	161	116	18,6	83,97	1,33	1,64	2,4	32
Perfil 3 – Terço Inferior - Cerrado baixo															
A	0-15	0	0	1000	891	829	62	53	56	23	58,78	0,94	1,43	2,6	45
C1	15-33	0	0	1000	889	768	121	61	50	11,44	77,23	1,21	1,47	2,7	46
C2	33-50	0	0	1000	864	734	130	87	49	8,8	82,03	1,78	1,44	2,7	47
C3	50-75	0	0	1000	853	770	83	88	59	8,12	86,28	1,49	nd	2,7	nd
Cr	75-105+	0	0	1000	849	723	126	98	53	5,96	88,70	1,86	nd	2,7	nd
Perfil 4 – Sopé de transporte - Cerrado alto															
A	0-18	0	0	1000	563	150	413	306	131	59,08	55,11	2,32	1,37	2,4	43
AB	18-33	45	178	777	525	58	467	329	146	45,88	68,55	2,26	1,43	2,4	40
BAf	33-48	305	480	215	459	24	435	336	205	38,32	81,32	1,64	nd	2,5	nd
Bf	48-70	292	364	244	383	21	362	360	257	40,96	84,03	1,41	nd	2,5	nd
BCr	70-110+	221	167	622	445	13	432	297	258	35,48	86,25	1,15	nd	2,6	nd

Perfil 5 – Sopé de deposição – Floresta															
A1	0-18	0	0	1000	755	349	406	146	99	79,28	19,37	1,49	1,38	2,4	43
A2	18-32	0	0	1000	729	314	415	172	99	70,08	29,30	1,73	1,41	2,4	41
AB	32-49	0	234	766	700	284	416	205	95	62,24	34,68	2,15	1,41	2,5	44
Bt <sub>1</sub>	49-74	0	289	711	234	47	188	218	548	221,9	59,64	0,40	1,43	2,5	43
Bt <sub>2</sub>	74-110	0	104	896	215	26	189	228	558	216,5	61,17	0,41	1,38	2,6	47
Btf	110 -125+	0	97	903	207	5	202	230	563	212,8	62,19	0,41	1,44	2,4	nd

Tabela 3. Atributos físicos dos solos em uma litossequência arenito-gnaise na região de Manicoré, AM.

ADA: Argila dispersa em água; GF: Grau de floculação; S/A: Razão silte/argila; Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partícula; Pt: Porosidade total; nd: não determinado.

O perfil 3 está localizado no Terço Inferior sob vegetação de Cerrado baixo apresenta pouca variação na composição granulométrica, havendo predomínio da fração areia total que variou de 891 a 849 g kg<sup>-1</sup>, com maior representatividade da areia grossa (Tabela 3). Os teores de silte são baixos, variando de 53 a 98 g kg<sup>-1</sup> o aumento da silte em profundidade deve ser em razão de o solo ser jovem e ainda em processo de formação. Com relação à argila, observa-se que houve pouca variação dessa fração à medida que aumenta a profundidade do solo, ocorrendo em quantidade de 56 g kg<sup>-1</sup> para 53 g kg<sup>-1</sup> no horizonte Cr, ocorrendo de forma crescente e decrescente no perfil conforme Tabela 3. O maior teor de areia nesse perfil pode ser explicado por seu material de origem (arenito), que apresentam em sua constituição predominância de quartzo. Como é um solo muito arenoso, com teores superiores a 849 g kg<sup>-1</sup> de areia nos seus horizontes, apresenta baixa capacidade de retenção de água, conseqüentemente de nutrientes. Os valores elevados de areia total corroboram com o trabalho de Schiavo et al. (2010) onde caracterizou e classificou solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana (MS).

Perfil 4 localizado no sopé de transporte sob vegetação de Cerrado alto observa-se que os teores de areia total decrescem em profundidade, variando de 563 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A até 445 g kg<sup>-1</sup> no horizonte BCr. Há predominância de areia fina sobre a areia grossa em todos os horizontes, o que pode contribuir para um aumento na retenção e disponibilidade de água no perfil (SANTOS et al., 2012). Já com relação aos teores da fração argila, ocorre o inverso da fração areia, havendo um aumento gradual à medida que aumenta a profundidade, apresentando 131 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A e 258 g kg<sup>-1</sup> no horizonte BCr. Os teores de silte ocorreu de forma crescente variaram entre 306 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A até 432 g kg<sup>-1</sup> no horizonte BCr (Tabela 3).

O perfil 4 apresentou maiores quantidades de frações grosseiras maiores que 2 mm de material ferruginoso consolidado na forma de Plintita e petroplintita, o que não ocorre nos perfis 1, 2 e 3. Isso pode ser atribuído a um rebaixamento do lençol freático, condicionando melhor drenagem ao ambiente, que é confirmado pela presença de matiz mais avermelhado (2,5 YR) em relação aos demais perfis, a partir de 48 cm da superfície (Tabela 2). Essa predominância de frações mais grosserias de areia, juntamente com a marcante presença de cascalhos nesses horizontes são características indicadoras de que os processos intempéricos atuantes nesse solo não foram capazes de promover acentuada fragmentação dessas frações.

A plintita é uma formação constituída da mistura de argila, pobre em C orgânico e rico em Fe, ou Fe e Al, com quartzo e outros materiais. A petroplintita é uma concreção resultante do endurecimento irreversível da plintita (EMBRAPA, 2013).

Este tipo de solo é formado com condições de restrição à percolação da água, passando por períodos temporários com excesso de umidade, que tem como consequência a formação de um horizonte plíntico (EMBRAPA, 2013). Provavelmente, devido à existência

de um lençol freático mais superficial em certos períodos do ano ou devido aos materiais de texturas argilosas causam um impedimento à livre drenagem destes solos (ANJOS et al., 2007).

A partir do horizonte AB começou a aparecer cascalho de plintita na quantidade de  $178 \text{ g kg}^{-1}$  e a maior proporção no horizonte BAf na profundidade de (33-48 cm) com  $480 \text{ g kg}^{-1}$ . Nesse sentido, em acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), pode ser caracterizado como um horizonte Plíntico pois, o perfil estudado contém mais de 15 % de plintita e sua extensão possui 15 cm de espessura. A petroplintita (calhau) iniciou no horizonte AB de forma crescente e decrescente conforme aumenta a profundidade do perfil partindo de  $45 \text{ g kg}^{-1}$  no horizonte AB e apresentando a maior proporção de calhaus no horizonte BAf na quantidade  $432 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 3).

No perfil 5 no sopé de deposição em área de floresta os teores de areia são mais elevados nos horizontes  $A_1$ ,  $A_2$  e AB ( $755$ ,  $729$  e  $700 \text{ g kg}^{-1}$  respectivamente) diminuindo à medida que aumenta a profundidade do solo. Observa-se que nesses horizontes há o predomínio de areia fina ao longo de todo o perfil, proporcionando uma maior microporosidade e maior retenção de água, apesar da baixa quantidade de argila presente nos horizontes superficiais. As areias dos horizontes  $A_1$ ,  $A_2$  e AB são constituídas predominantemente por frações do tipo grossas. Essa predominância de frações mais grossas de areia, juntamente com a marcante presença de cascalhos e petroplintita nos horizontes AB, Bt<sub>1</sub>, Bt<sub>2</sub> são características indicadoras de que os processos intempéricos atuantes nesse solo não foram capazes de promover acentuada fragmentação dessas frações.

Observa-se também pouca variação nos teores da fração silte ao longo do perfil nesse solo, aumentando lentamente com o aumento da profundidade, de  $146 \text{ g kg}^{-1}$  no horizonte  $A_1$ , para  $230 \text{ g kg}^{-1}$  no Btf. Os teores de argila variaram de  $99$ ,  $99$  e  $95 \text{ g kg}^{-1}$  nos horizontes  $A_1$ ,  $A_2$  e AB respectivamente, para  $548 \text{ g kg}^{-1}$  no Bt<sub>1</sub> e  $558 \text{ g kg}^{-1}$  no horizonte Bt<sub>2</sub> e  $567 \text{ g kg}^{-1}$  no horizonte Btf, com acentuada diferenciação textural entre o horizonte  $A_1$  e Bt<sub>1</sub>, caracterizando a presença de mudança textural abrupta, à medida que há um aumento significativo de argila em relação aos horizontes suprajacentes como é o caso desse perfil, que apresenta um incremento muito forte de argila a partir do horizonte Bt<sub>1</sub> (Tabela 3).

No perfil 1 e 2 a relação silte/argila (S/A) variou entre 1,43 a 1,50 e 1,19 a 1,43 respectivamente conforme tabela 3. Esses valores coincidem com os solos menos desenvolvidos. Segundo Campos et al (2011), os valores mais altos devem-se ao pequeno aumento da fração silte ou perda de argila, sugerindo que as pequenas variações do relevo proporcionam perdas ou ganhos relativos e, possivelmente, não são motivadas por variações no material de origem. No perfil 3 a relação (S/A) variou de forma crescente saindo de 2,32 para 1,15 e no perfil 4 onde houve os menores índices entre 0,7 e 0,8 e no perfil 5 ocorreu de forma inversa a relação (S/A) nos horizontes superficiais foram mais elevados 1,49 e diminuindo seu valor conforme aprofunda no perfil para 0,41.

De acordo com Marques Júnior (1995) e Jacomine (2005), a relação S/A é utilizada como índice auxiliar na indicação do grau de intemperismo dos solos; dessa maneira, quanto maior o valor dessa relação, menos intemperizado é o solo. Ainda Segundo EMBRAPA (2013), a relação Silte/Argila, serve pra avaliar o estágio de intemperismo presentes em solos da região tropical, onde valores menores que 0,7 indicam alto grau de intemperismo.

Em relação à argila dispersa em água (ADA), observou-se que os maiores teores de argila dispersa em água são encontrados nos horizontes superficiais e diminuindo em profundidade (Tabela 3), devido aos elevados teores de matéria orgânica da superfície. Segundo Alleoni e Camargo (1994) um dos fatores que concorre para um valor mais elevado de ADA na camada superficial é o maior teor de matéria orgânica, uma das principais fontes de carga negativa dos solos, onde pode observar essas características nos perfis 1 e 5 com valores que variaram de 54,6 à 24,92 g.kg<sup>-1</sup>. No perfil 5 ocorreu o inverso dos outros perfis onde os teores de argila dispersa em água aumentou, possivelmente em razão da mudança textural abrupta (arenoso – argiloso), variando de 79,28 para 212,8 g.kg<sup>-1</sup>. O grau de floculação (GF), indicador da proporção de argila que se encontra floculada e consequentemente do grau de estabilidade dos agregados (EMBRAPA, 2013), comportou-se de forma contrária a argila dispersa em água, com valores mais baixos nos horizontes superficiais e aumentando em profundidade em todos os perfis estudados (Tabela 3). O perfil 3 foi o que apresentou o maior GF evidenciando o baixo grau de dispersão da argila para a parte inferior do solo.

Com relação à Densidade do Solo (Ds), em todos os perfis estudados os menores valores são para os horizontes superficiais, próximos de 1gcm<sup>-3</sup>, e para os horizontes subsuperficiais variou de 1,11 à 2,31 g cm<sup>-3</sup>, tendo um acréscimo em profundidade. Para Martins et. al. (2006), os menores valores de Ds nos horizontes superficiais em relação aos subsuperficiais, são em decorrência dos maiores teores de matéria orgânica desses horizontes.

O perfil 5 apresentou menores valores, se comparado aos outros perfis estudados, variando de 0,7 g cm<sup>-3</sup> até 1,1 g cm<sup>-3</sup>, o que pode ser explicado pela marcante presença nos teores de argila e também na predominância de areia fina. O perfil 3 é o mais arenosos e apresentou, de maneira geral, maiores valores de densidade do solo variando de 2,05 g cm<sup>-3</sup> até 2,31 g cm<sup>-3</sup> esses valores são consequência dos menores teores de argila e das maiores percentagens de areia grossa. Os perfis 1, 2 e 4 apresentaram valores de Densidade do Solo (Ds) variando de 1,2 g cm<sup>-3</sup> até 1,4 g cm<sup>-3</sup> com aumento em profundidade em razão do baixo teor de matéria orgânica nos horizontes subsuperficiais (Tabela 3). Estudando segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré, AM, Campos et al. (2010), verificaram que os resultados da Ds foram mais elevados no sopé de transporte do que nas outras unidades da paisagem, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. Segundo esses autores, tais resultados são

possivelmente em consequência da maior instabilidade estrutural.

A densidade média de partícula sólida do solo ( $D_p$ ) apresentou praticamente os mesmos valores ao longo de toda a litossequência, indicando a homogeneidade entre as áreas (VIANA, et al., 2011) Os menores valores de  $D_p$  nos primeiros horizontes de cada perfil são devido aos altos teores de matéria orgânica. De acordo com Amaro Filho et al. (2008), em solos com altos teores de material orgânico os valores de  $D_p$  são menores devido a menor densidade da matéria orgânica.

### Atributos Químicos

Os atributos químicos dos perfis estudados são apresentados na tabela 4. Os valores de pH de todos os perfis estudados foram entre 4,17 a 5,48 em água e para KCl entre 3,81 e 5,70 sendo considerado pela a Embrapa (2013), solos extremamente ácido a moderadamente ácidos, com valores decrescente e crescente em profundidade. Os perfis 2 e 5, foram os mais ácidos nos horizontes superficiais. Esta maior acidez nos primeiros horizontes pode ser em decorrência da decomposição da matéria orgânica. Para Barbosa Filho et al. (2005), a decomposição da matéria orgânica constitui um dos principais processos de adição de íons de  $H^+$  ao solo, por meio da formação de compostos orgânicos saturados de  $H^+$ . Segundo Curi & Kampf et al (2012) a maioria dos minerais são mais solúveis em solos ácidos do que em soluções neutras ou ligeiramente alcalinas, razão pelo o que os solos muito ácidos geralmente tem concentrações elevadas e tóxicas de alumínio.

Para todos os solos da litossequência os valores de pH em KCl foram menores que pH em água, estabelecendo assim um  $\Delta pH$  negativo, evidenciando o predomínio de carga líquida negativa, mostrando que nestes solos a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos supera a capacidade de troca aniônica (CTA) em condições de pH natural (OLIVEIRA et al., 2003; FERNANDES et al., 2008). Os maiores valores de  $\Delta pH$  negativo são para a área de Floresta, em seguida campo sujo e campo Limpo, diferentemente de Campos et. al. (2012), onde os maiores valores de  $\Delta pH$  negativo foram para as áreas do perfil 3 (P3) localizada no Terço Inferior sob vegetação de Cerrado baixo(Tabela 4).

Com relação aos valores de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) observou-se pouca variação entre os perfis estudados, sendo que os teores de cálcio são sempre superiores aos de magnésio em todos os perfis. Concentram maiores teores de cálcio e magnésio, no horizonte A de cada perfil onde se concentra o maior teor de matéria orgânica. Em todos os perfis os teores de cálcio variou entre 0,20 e 0,10  $cmol_c.kg^{-1}$  e magnésio de 0,06 a 0,17  $cmol_c.kg^{-1}$ . Em ambos os perfis os teores de cálcio e cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ), apresentando teores baixos justificados pela a textura arenosa que os solos dos perfis apresentam, são constituídos praticamente por quartzo, que são desprovidos de reservas de nutrientes.

Os teores de potássio ( $K^+$ ), nutriente móvel e bastante importante no solo que

costuma apresentar-se em quantidades quase sempre menores que as de cálcio e magnésio (LEPSCH, 2011) observa-se que esses teores são baixos, variaram de  $0,06 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  a  $0,13 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  (ALVAREZ et al., 1999), sendo que os maiores valores são observados nos horizontes mais próximos da superfície.

Os teores de alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ), não variam muito ao longo da litosequência, os menores valores foram verificados em todos os perfis principalmente no horizonte A e aumentando em profundidade, esse baixo valor de alumínio trocável deve ser em razão de esses horizontes serem os que possuem a maior quantidade de matéria orgânica (Tabela 4). Os valores de alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) variaram de 3,1 a 5,7  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  com os maiores valores no perfil 3 variando de 4,3 a 5,7  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , justificando-se por ser o perfil com maior teor de areia e pouca matéria orgânica.

Os valores da acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) são elevados, com comportamento crescente em profundidade em todos os perfis. Verificou-se que tanto nas áreas de cerrado e floresta apresentaram valores elevados, provavelmente, em consequência da maior lixiviação promovida pelo intenso regime hídrico associado às melhores condições de drenagem (MARTINS, 2006). Corroborando com trabalho de Campos (2009), que no trabalho de Pedogeomorfologia aplicada à ambientes Amazônicos na área de floresta os valores de acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) foram elevados.



Horiz.	Prof. cm	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	ApH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	Al <sup>3+</sup>	H+Al	CTC	V	m	Presina	CO
													%	mg/dm <sup>3</sup>	g kg <sup>-1</sup>
----- cmolc/dm <sup>3</sup> .-----															
Perfil 1 – Topo – Cerrado baixo/denso															
A	0-16	4,79	3,81	-1,0	1,00	0,15	0,12	1,27	4,3	19,42	21	6	77	4,6	59,33
AB	16-30	4,94	4,5	-0,4	0,20	0,14	0,11	0,35	4,4	19,38	20	2	93	3,1	26,50
Bi	30-55	4,62	4,42	-0,2	0,30	0,09	0,12	0,51	4,9	18,48	19	3	91	2,8	31,49
BCr	55-78+	5,11	4,34	-0,8	0,20	0,06	0,070	0,33	4,8	19,32	20	2	94	2,4	15,94
Perfil 2 – Terço Superior - Cerrado baixo/denso															
A	0-12	4,17	3,89	-0,3	0,40	0,17	0,11	0,68	5,5	18,21	19	4	87	3,9	47,42
ACr	12-35	4,41	4,3	-0,1	0,20	0,14	0,09	0,43	5,4	16,23	17	3	91	2,7	30,34
Cr/Bi	35-62	5,19	4,25	-0,9	0,30	0,14	0,09	0,53	5,2	14,47	15	4	89	2,8	26,36
Perfil 3 – Terço Inferior - Cerrado baixo															
A	0-15	4,91	4,16	-0,8	0,20	0,12	0,09	0,41	4,3	19,17	20	2	91	2,6	48,19
C1	15-33	5,2	4,70	-0,5	0,40	0,12	0,06	0,58	5,3	17,25	18	3	90	2,0	34,69
C2	33-50	4,97	4,43	-0,5	0,40	0,12	0,08	0,60	5,5	15,88	16	4	90	2,1	19,78
C3	50-75	4,72	4,16	-0,6	0,20	0,12	0,08	0,40	5,7	17,77	18	2	93	2,2	6,34
Cr	75-105+	4,8	4,13	-0,7	0,50	0,15	0,10	0,75	5,6	18,21	19	4	88	2,1	0,19
Perfil 4 – Sopé de transporte – Cerrado Alto															
A	0-18	4,95	3,97	-1,0	0,40	0,17	0,12	0,69	3,9	26,03	27	3	85	3,1	51,07
AB	18-33	5,03	4,19	-0,8	0,20	0,06	0,09	0,34	3,9	23,73	24	1	92	1,9	42,43
BAf	33-48	5,2	4,17	-1,0	0,60	0,17	0,11	0,88	3,1	18,86	20	4	78	1,4	37,63
Bf	48-70	5,35	4,42	-0,9	0,20	0,09	0,06	0,35	3,5	19,43	20	2	91	1,7	32,64
BCr	70-110+	5,48	4,52	-1,0	0,30	0,12	0,06	0,48	3,5	18,15	19	3	88	0,7	29,18
Perfil 5 – Sopé de deposição – Floresta															
A1	0-18	4,23	3,88	-0,4	0,30	0,15	0,13	0,58	4,3	27,72	28	2	88	5,8	69,89

A2	18-32	4,33	4,06	-0,3	0,70	0,12	0,10	0,92	4,3	24,98	26	4	82	3,3	43,39
AB	32-49	4,74	4,15	-0,6	0,20	0,06	0,06	0,32	4,9	18,66	19	2	94	2,0	37,25
Bt <sub>1</sub>	49-74	4,83	4,22	-0,6	0,70	0,09	0,07	0,86	4,2	26,5	27	3	83	2,1	31,68
Bt <sub>2</sub>	74-110	4,8	4,25	-0,6	0,60	0,17	0,06	0,84	4,6	25,86	27	3	85	2,2	31,49
Btf	110 -125+	4,23	3,88	-0,4	0,30	0,15	0,13	0,84	4,9	24,73	26	3	85	2,1	10,67

Tabela 4. Atributos químicos dos solos em uma litossequência arenito-gnaíse na região de Manicoré, AM.

Horiz.: horizonte; Prof.: profundidade; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; CO: Carbono orgânico.

Os teores de carbono orgânico (CO) foram bem superiores nos horizontes superficiais com relação aos horizontes subsuperficiais, em todos os perfis, isso pode ser justificado em razão da incorporação da matéria orgânica pela vegetação e influência da topografia e hidromorfismo (SANTOS et al, 2012). O horizonte A do perfil 1 apresentou 59,33 g kg<sup>-1</sup> apesar de ser localizado no topo da litossequência foi um do que apresentou maiores valores de carbono orgânico essa característica deve ser em razão desse solo estar sobre o material endurecido e dificultando a permeabilidade da água para as camadas subsuperficiais e em associação com a vegetação local e altas temperatura favorece a decomposição desse material e o perfil 5 apresentou valores ainda maiores de 69,89 g kg<sup>-1</sup>, isso ocorre devido aos ser a área mais baixa dos cinco perfis estudados, assim há um acúmulo da matéria orgânica carregada pela água. Esse comportamento foi observado também por Campos et. al. (2012).

A capacidade de troca de cátions (CTC) variou de alta a muito alta apresentando valores entre 12,00 a 28,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, acompanhando a mesma tendência da soma de bases (SB), que foi superior em todos os horizontes A de cada perfil, justificada principalmente pela baixa quantidade de argila, uma vez que a quantidade de MO nestes solos é baixa. Observa-se que os maiores valores de CTC, ocorrem nos horizontes A dos perfis 01, 04 e 05, onde se localiza também os maiores valores de CO, juntamente com uma percentagem alta de argila (Tabela 3), a CTC decresce em profundidade, tendo um pequeno acréscimo novamente, juntamente com o teor de argila, para Kweon et al. (2013), com o aumento da porcentagem de argila e matéria orgânica do solo, ocorre um aumento da CTC do solo.

Para a saturação por bases (V %), constatou-se que os todos os perfis estudados os valores foram menores que 10 % (Tabela 4), evidenciando, que há pequenas quantidades de cátions, como Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> caracterizando assim a baixa fertilidade do material originário formador destes solos, estes valores abaixo (<50%) lhe confere o caráter distrófico, também encontrado por outros autores estudando solos na região amazônica (CAMPOS et al., 2012; SANTOS et al., 2012; MARTINS et al., 2006).

No que se refere à saturação por alumínio (m%), os solos desta litossequência são dessaturados e as bases trocáveis, cálcio, magnésio e potássio apresentaram valores baixos em todos os perfis. Em oposição, os teores de Alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>), que excetuando o perfil 04 apresentou valores < 4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>, este fato pode estar relacionado com a natureza dos sedimentos que formaram o material de origem. Os valores de saturação por alumínio (m%) variaram entre 77 a 94 % para o perfil 1 e para o perfil 2 ocorreu de forma crescente e decrescente a saturação por alumínio variando de 87 a 91 % os valores observados na tabela 4 entre os perfis 3 e 5 houve pouca diferenciação variando entre 88 a 93 % apesar de se localizarem sob diferentes tipologias de vegetação e material de origem cerrado baixo e sob vegetação de floresta. A saturação por alumínio (m%) do perfil 4 variou entre 78 a 92

%, valores coerentes com os encontrados por Martins et al. (2006) que estudou os solos em uma transição campos/mata na região de Humaitá. AM.

Segundo a Embrapa (2013), a saturação por alumínio (m%) é considerada alta quando for  $\geq 50$  % e os valores de alumínio trocável  $\geq 4$  cmol kg<sup>-1</sup> associado com atividade de argila  $\geq 20$  cmol kg<sup>-1</sup> e saturação por bases (V%)  $< 50$  %, característica que ocorre em todos os perfis estudados sendo, caracterizados como solo com caráter alítico muito pobre em nutrientes. Os maiores valores de alumínio observados nestes perfis podem ser em decorrência desses solos serem pobres em cálcio, magnésio e potássio e pelo os baixos valores de pH do solo (Tabela 4).

Os teores de fósforo disponível tiveram comportamento similar em todos os perfis estudados, com valor médio de 2,0 mg kg<sup>-1</sup>, tendo um pequeno decréscimo em profundidade, conforme Silva et al. (2006), o fosforo se mantém estável em profundidade, em consequência de sua baixa mobilidade de seus compostos. Os perfis 1 e 5 apresentaram 4,6 e 5,8 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, de Fósforo disponível no horizonte A, sendo os maiores valores da litossequencia, esses valores devem estar relacionado a grande quantidade de serapilheira e folhagem que estava em processo de decomposição.

### **Análise Estatística**

Foram realizadas análises estatísticas, com amostras laterais, considerando apenas os segmentos de vertente como fontes de variação. Na Tabela 5 são apresentados os resultados referentes aos atributos físicos. Verificou-se que os teores de areia nos horizontes diagnósticos superficiais são elevados em todos os segmentos de vertente estudados, diferindo estatisticamente entre si. Apenas o terço superior e sopé de deposição não apresentaram diferença significativa entre si. Quanto aos horizontes diagnósticos subsuperficiais apenas o terço superior e sopé de deposição não apresentarem diferença significativa entre si.

No caso da fração argila, exibindo menor concentração no terço inferior, provavelmente esse menor teor de argila está relacionado com o deslocamento matéria orgânica, para as partes baixa do terreno, diferindo estatisticamente dos demais segmentos de vertente, e a maior concentração de argila encontra-se no sopé de transporte, fato que se deve a natureza do material de origem associado às formas do relevo mais estável, que não favorece o transporte de material para outros compartimentos da paisagem (KRASILNIKOV et al., 2005).

Segmentos de Vertentes	Areia	Silte	Argila	Ds	Dp	Pt
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----			-----g.cm <sup>-3</sup> --		---%--
Horizontes Diagnósticos superficiais						
Topo	842 a	89 b	69 c	1,41 b	2,6 a	49 a
Terço Superior	791 c	121 a	88 b	1,50 a	2,5 a	43 b
Terço Inferior	827 b	117 a	56 d	1,41 b	2,6 a	49 a
Sopé de transporte	643 d	124 a	233 a	1,38 b	2,6 a	48 a
Sopé de Deposição	789 c	118 a	93b	1,38 b	2,6 a	49 a
Horizontes Diagnósticos subsuperficiais						
Topo	803 b	95 b	83 b	1,45 a	2,5 a	43 b
Terço Superior	800 c	116 a	84 b	1,50 a	2,6 a	40 c
Terço Inferior	841 a	95 b	64 c	1,50 a	2,7 a	46 a
Sopé de transporte	634 d	128 a	238 a	1,46 a	2,5 a	44 b
Sopé de Deposição	792 c	125 a	83 b	1,51 a	2,7 a	41 c

Tabela 5. Médias das frações granulométricas por segmento de vertentes em uma litossequencia arenito-gnaiss na região de Manicoré, AM.

Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partícula; Pt = porosidade total; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da densidade do solo (Ds) apenas o terço superior no horizonte diagnóstico superficial apresentou diferença significativa. No horizonte diagnóstico subsuperficial não houve diferença significativa entre os segmentos de vertentes, com valores que variam de 1,38 a 1,51 g cm<sup>-3</sup>, apresentando a maior densidade do solo os horizontes diagnósticos subsuperficiais, valores estes que geralmente são encontrados em solos arenosos segundo MELO e ALEONI (2009). O maior valor de densidade do solo foi observado no terço superior. De forma geral menores valores de densidade do solo estão nas camadas superficiais, o que pode estar associado ao maior teor de carbono orgânico presentes nessas camadas. Observa-se que não houve diferença significativa de densidade de partículas (Dp) entre os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais (Tabela 5).

A porosidade total variou de 43 a 49 % nos horizontes superficiais, com os maiores valores observados no topo, terços inferiores, sopé de transporte e sopé de deposição, apresentando semelhança nos valores de porosidade total, e no terço superior apresentou diferença significativa aos demais segmentos de vertentes. Já nos horizontes subsuperficiais a porosidade total possui valores que variam de 40 a 46 % com o menor valor observados no terço superior e sopé de deposição, não apresentando diferença significativa entre si, assim como topo e sopé de transporte (Tabela 5), estando de acordo com a faixa de valores citados por Cunha et al. (2011), sendo de 44 a 50 % para solos de textura franco arenosa. Esses valores de porosidade total baixos podem ser em razão da maior quantidade de

frações grosseiras (cascalho e calhaus) resultados semelhantes ao trabalho de REICHERT et al. (2003).

Conforme os resultados dos testes de médias na tabela 6 os valores de pH em H<sub>2</sub>O são sempre maiores do que pH em KCl, caracterizando-os como eletronegativos, refletindo um grau de intemperização menos avançado, portando não houve diferença significativa nos diferentes segmentos de vertentes para pH em H<sub>2</sub>O e pH em KCl. Apresentando pH mais elevado no sopé de deposição.

Os maiores teores de Ca<sup>2+</sup> ocorreram no topo, terço superior, terço inferior e sopé de transporte apresentando diferença significativa apenas no sopé de deposição, onde ocorreu o menor teor de Ca<sup>2+</sup>. Os teores de Mg<sup>2+</sup> apresentaram diferença significativa entre os segmentos de vertentes, com os maiores teores de Mg<sup>2+</sup> no terço superior e sopé de deposição. O maior teor de potássio (K<sup>+</sup>) apresentou-se no topo, havendo diferença significativa entre os horizontes diagnósticos. A soma de bases (SB) apresentou diferenças significativas apenas no terço superior e no sopé de deposição e nos demais segmento de vertentes não houve diferença significativa entre os horizontes diagnósticos (Tabela 6).

Os teores de alumínio (Al<sup>3+</sup>) foram semelhantes para topo, terço superior e sopé de deposição enquanto terço inferior e sopé de transporte apresentaram valores semelhantes, porém diferem significativamente dos demais segmentos de vertentes apresentando os maiores teores de alumínio, provavelmente devido às características do material de origem, que apresenta os maiores teores de areia e passa um período do ano extremamente saturado. A acidez potencial (H<sup>+</sup>+Al) mostra um solo com elevada acidez, o que é confirmado pelo Al<sup>3+</sup> e m % fato corroborado pela granulometria (Tabela 3) com alto teor de areia. A acidez potencial nos diferentes segmentos de vertentes em ambos os horizontes diagnósticos apresentam semelhança de valores entre si, onde os valores de acidez potencial do topo e sopé de deposição são semelhantes e o terço superior apresentou media 22,01 que se assemelha com o terço inferior e sopé de transporte conforme (Tabela 6).

Segmento de Vertente	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	Al <sup>3+</sup>	H+AL	CTC	V	m	P	CO	EC
Horizontes Diagnósticos Superficiais														
Topo	4,59 a	4,16 a	0,7 a	0,14 c	0,11 a	0,98 c	1,67 b	17,06 c	18 c	5 a	63 b	3 a	55,22 a	77,19 a
Terço Superior	4,64 a	4,31 a	0,7 a	0,24 ab	0,05 b	1,39 b	1,39 b	22,02 ab	23 ab	4 a	59 b	3 a	45,14 b	59,23 b
Terço Inferior	4,62 a	4,12 a	0,6 a	0,15 c	0,04 b	0,78 c	2,57 a	20,71 b	21 b	4 a	77 a	2 a	44,28 b	43,87 c
Sopé de transporte	4,74 a	4,20 a	0,5 a	0,18 bc	0,05 b	0,77 c	2,85 a	24,06 a	25 a	3 a	78 a	3 a	51,84 a	65,80 b
Sopé de Deposição	4,43 a	4,08 a	0,18 b	0,26 a	0,04 b	1,74 a	1,74 b	16,62 c	17 c	3 a	78 a	4 a	52,61 a	73,1 a
Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais														
Topo	4,63 ab	4,01 a	0,4 b	0,17 ab	0,04 a	1,84 a	1,84 c	18,60 c	19 c	4ab	74 ab	3 a	19,12 c	27,64 c
Terço Superior	4,70 ab	4,08 a	0,8 a	0,17 ab	0,05 a	2,05 a	2,05 c	22,88 ab	24 ab	4 a	65 b	3 a	29,47 b	44,36 b
Terço Inferior	4,79 a	4,16 a	0,6 a	0,20 ab	0,05 a	0,86 b	2,64 b	21,50 bc	22 bc	4 a	75 a	2 a	20,36 c	30,44 c
Sopé de transporte	4,74 a	4,19 a	0,5 ab	0,15 b	0,04 a	0,74 b	3,43 a	25,24 a	26 a	3 a	82 a	3 a	29,36 b	45,07 b
Sopé de Deposição	4,45 b	4,06 a	0,5 ab	0,23 a	0,06 a	0,85 b	3,02 ab	21,72 b	23 ab	4 a	79 a	4 a	35,57 a	54,05 a

Tabela 6. Médias dos atributos químicos por segmentos de vertentes em uma litossequência arenito-gnaíse na região de Manicoré, AM.

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; P: fósforo; CO: Carbono orgânico; EC: estoque de carbono. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A CTC dos solos apresentaram teores elevados, devido a baixa fertilidade natural e elevada acidez. Os segmentos de vertente topo, sopé de deposição não apresentaram diferença significativa entre si, enquanto que as demais médias dos segmentos de vertentes os valores de CTC estão correlacionados onde o terço superior se assemelham com terço inferior e sopé de transporte (Tabela 6).

Quanto à saturação de bases (V%) não houve diferença significativa entre os horizontes diagnósticos em todos os segmentos de vertentes apresentaram valores médios de 3 a 5 %. São, portanto solos distróficos e álicos, ou seja, a percentagem de saturação por base é inferior a 50 % conforme tabela 6 e a saturação por alumínio (m%) é superior a 50 % em superfície. Os segmentos de vertentes que apresentaram semelhança de médias foram terço inferior, sopé de transporte e deposição, onde apresentou as maiores médias para saturação de alumínio (m%), enquanto que topo e terço superior apresentaram os menores valores de médias, portanto diferiram significativamente dos demais segmentos de vertentes. O fósforo disponível não apresentou diferenças estatísticas nos horizontes subsuperficiais (Tabela 6).

Avaliando o carbono orgânico, nos diferentes segmentos de vertentes dos horizontes diagnósticos superficiais apresentaram a quantidade de CO (44, 28 a 55,02 g kg<sup>-1</sup>) como muito boa, esse fato pode estar relacionado com a área de serapilheira contribuindo para os valores encontrados. E para os diferentes segmentos de vertentes dos horizontes diagnósticos subsuperficiais apresentaram a quantidade de CO (19, 12 a 35,57 g kg<sup>-1</sup>), moderadamente boa, esse decréscimo no carbono orgânico é em razão da diminuição da fração orgânica em profundidade havendo diferença significativa em todos os segmentos de vertentes (Tabela 6).

O estoque de carbono (EC) acompanhou o carbono orgânico sendo superior nos segmentos de vertentes dos horizontes diagnósticos superficiais e decrescendo em profundidade, apresentando diferença significativa no terço inferior com o menor teor de estoque de carbono, enquanto que, a média do topo e sopé de deposição se assemelha e para o terço superior e sopé de transporte às médias também são muito próximas. A justificativa para os maiores teores de C orgânico na camada superficial do solo é o aporte de material orgânico, proveniente da queda de folhas, galhos, formando a manta orgânica e a maior densidade de raízes finas. Os atributos químicos desses solos assemelham-se ao de Campos et al. (2016), diz que o acúmulo de CO pode estar associado a extrema pobreza dos solos e presença de elementos tóxicos, a exemplo do Al trocável, que de certa propiciam o maior acúmulo de C no solo.

### *Análise de agrupamento hierárquico das amostras laterais*

Diante da possibilidade de utilização das variáveis selecionadas para distinção dos



seguimentos de vertentes, fez-se uso da análise de agrupamento hierárquico objetivando avaliar a similaridade por meio de um dendrograma de ordenação. Cada vez que se obtém variação expressiva nos valores de distância euclidiana entre os acessos, para o conjunto de variáveis consideradas, é possível fazer uma divisão de grupos. Essa divisão mostrou um resultado muito importante, que foi a ordenação dos acessos segundo as características dos atributos do solo (Físicos e Químicos). Nesta análise, as áreas (Topo= 1; Terço Superior= 2; Terço Inferior= 3; Sopé de Transporte= 4; Sopé de Deposição= 5) foram agrupadas com base no seu grau de semelhança, com o objetivo de classificá-las em grupos mais ou menos homogêneos.

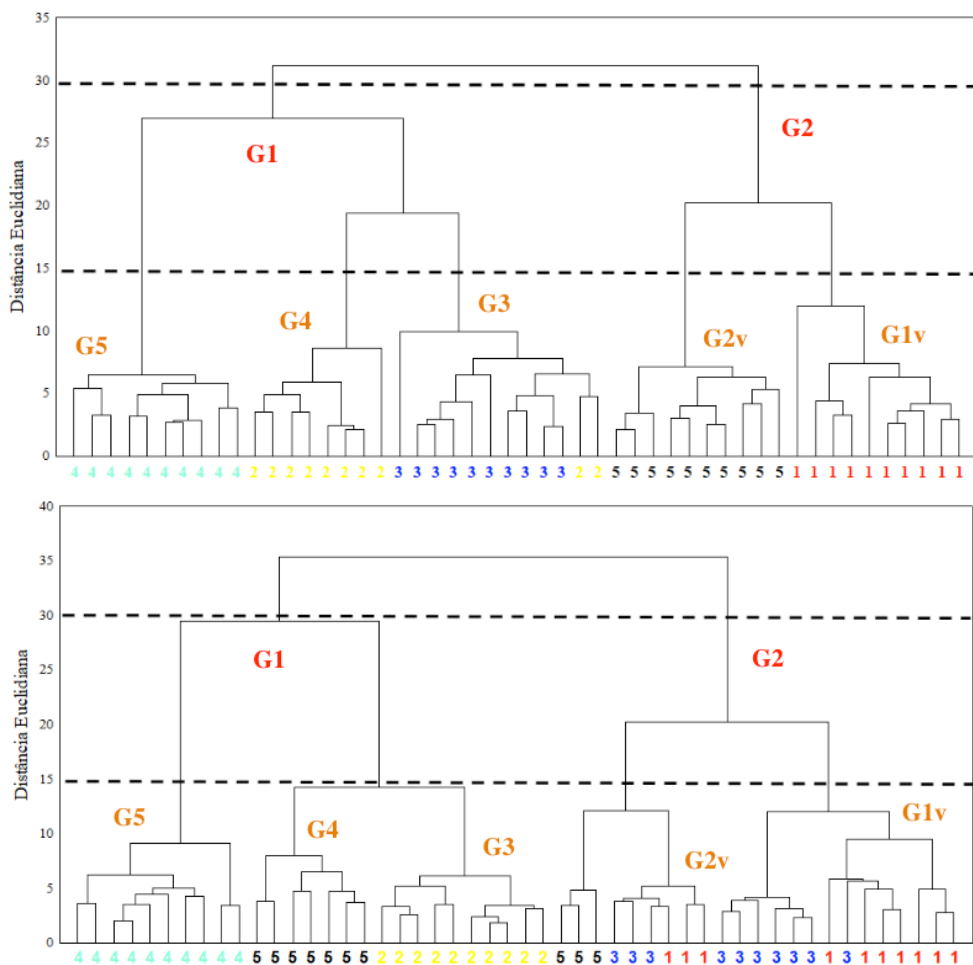


Figura 9. Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos mostrando a formação de grupos segundo as variáveis analisadas na litossequência na região de Manicoré, AM na profundidade 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m.

O dendograma do horizonte superficial e subsuperficial formaram dois grandes grupos quando admitido um corte na distância de ligação 30 (Figura 9), o que evidencia certa similaridade nos seus padrões, porém ocorre variação na composição dos grupos, onde no horizonte superficial o G1 é formado por sopé de transporte, terço superior e terço inferior, enquanto o G2 é composto por sopé de deposição e topo. Este comportamento de similaridade em seus atributos do solo pode ser justificado pela relação que ocorre no G1, pois, estas unidades de vertentes se encontram na mesma superfície geomórfica e o G2 possivelmente possuem maior similaridade devido a influência dos processos como a lixiviação que ocorre do topo em direção ao sopé de deposição. Para Cunha et al., (2005) e Campos et al., (2010) que encontrou em seus trabalhos resultados similares ao G1 deste referido estudo justificou que os resultados acima ainda podem ser explicados pelo fato de um grupo de solos (G1) ocuparem as posições mais instáveis da paisagem e por serem horizontes superficiais permitindo este resultado.

No horizonte subsuperficial o grupo G1 foi formado por sopé de transporte, sopé de deposição e terço superior, já o G2 foi formado por topo e terço superior, com pequena influência do sopé de deposição, confirmando que ocorrem maiores similaridades em profundidade nas unidades de vertentes que se encontram próximas, haja vista que o processo de formação ocorre mais intensamente nas menores profundidades devido a maior influência dos fatores de formação do solo. Segundo Campos et al., (2010) estudando uma topossequência em Manicoré-Am, observou que houve semelhança na formação de grupos com o horizonte superficial ao comparar com o subsuperficial, porém, evidenciou que ocorre relações de interdependência entre os horizontes superficial e subsuperficial.

São observados cinco grupos referentes as unidades de vertentes de forma bem nítida ao admitir um corte na distância de ligação 15 em ambas as profundidades (Figura 9). Estes comportamentos representados nos dendogramas indicam que os atributos físicos e químicos apresentam relações com suas devidas unidades de vertentes com potencial para diferencia-las. Neste sentido, a análise de Cluster representada pelo dendograma foi eficiente para identificar as unidades de vertentes, assim como indicar a similaridade entre elas, através das relações entre os atributos físicos e químicos do solo. Campos et al., (2013) estudando uma superfície geomórfica de transição várzea-terra firme no sul do Amazonas observou que o uso conjunto dos atributos físicos e químicos permitiu ordenar os dados nas três superfícies geomórficas mapeadas, ou seja, os atributos do solo que se expressam em uma mesma superfície geomórfica são semelhantes entre si, e diferem daqueles das superfícies geomórficas adjacentes.

### **Classificação dos Perfis**

Com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2013), os cinco perfis da litossequência foram classificados até o 4º nível categórico. Sendo acrescentadas no final as fases: classes de relevo regional e vegetação primária.

O perfil 01, solo de Cerrado denso, foi classificado no primeiro nível categórico (ordem) como Cambissolo devido à presença de horizonte B incipiente.

No primeiro nível categórico (ordem) os perfis 2 e 3, solo de área de Cerrado denso e Cerrado Baixo foram classificados como Neossolos, por ser um solo pouco evoluído, sem presença de horizonte B diagnóstico definido.

O perfil 4 na área de Cerrado Alto, foi classificado no primeiro nível categórico (ordem) como Plintossolos devido a sua expressiva plintitização e formação de petroplintita e apresentando mosqueados.

No primeiro nível categórico (ordem) o perfil 5, solo de área de Floresta foi classificado como Argissolo, devido a presença do horizonte B textural.

No segundo nível categórico (subordem) o perfil 1 foi classificado como Cambissolo Háplicos, por não se enquadrar em Hístico, Húmico e caráter Flúvico.

No segundo nível categórico (subordem) o perfil 2 foi classificado como Neossolo Regolíticos, por estar sob contato lítico a uma profundidade maior que 50cm e horizonte A sobrejacente a Cr admitindo horizonte Bi (Figura 5).

No segundo nível categórico (subordem) o perfil 3 foi classificado como Neossolo Quartzarênicos, são solos sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de Horizonte A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes (Figura 6).

No segundo nível categórico (subordem) o perfil 4 foi classificado como Plintossolos Argilúvicos, pois apresentou solos com horizontes plíntico e horizonte B textural ou caráter argilúvico (Figura 7).

No segundo nível categórico (subordem) o perfil 5 foi classificado como Argissolos Amarelo pois apresentam matiz 7,5 YR ou mais amarelo, na maior parte dos primeiros 100 cm horizonte B (inclusive BA).

Para o terceiro nível categórico (Grandes grupos), o perfil 1 classificado como Ta Distrófico por apresenta atividade de argila alta e os perfis 2, 4 e 5 foram classificados como Distrófico por apresentar saturação por base inferior a 50 % nos primeiros 100cm do horizonte B. O perfil 3 foi classificado como Órticos, devido não se enquadrar na classe anterior.

No quarto nível categórico (subgrupos), os perfis 1 e 2 foram classificados como Lépticos devido o solo estar em contato lítico entre 50 e 100 cm da superfície do solo. Os perfis 03 e 04 foram classificados típicos por não se enquadrar em nenhuma classe anterior. O perfil 5 foi classificado como Abrúpticos, devido a sua mudança textural abrupta.

A classificação completa dos perfis de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo SiBCS (EMBRAPA, 2013), segue abaixo:

Perfil 1: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico, textura média, A moderado, fase Cerrado Denso, relevo suave ondulado – CXvd.

Perfil 2: NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico léptico, textura média, A moderado, fase Cerrado Denso, relevo suave ondulado – RRd.

Perfil 3: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, textura arenosa, A moderado, fase Cerrado Baixo, relevo plano – RQo.

Perfil 4: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Alto, relevo plano – FTd.

Perfil 5: ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupções, textura média/argilosa, A moderado, fase floresta Tropical densa, relevo suave ondulado – PAD.

### **Teores dos elementos Si, Fe e Al do ataque sulfúrico, Fe e Al extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato, com oxalato ácido de amônio e pirofosfato de sódio**

Os teores de óxidos de alumínio ( $Al_2O_3$ ), óxidos de ferro ( $Fe_2O_3$ ), bem como de silício ( $SiO_2$ ) extraídos pelo ataque sulfúrico variaram de 65 a 205  $g\ kg^{-1}$ , 2 a 27  $g\ kg^{-1}$  e 0,5 a 14,1  $g\ kg^{-1}$  para os solos de arenitos. Por outro lado, os solos desenvolvidos de gnaiss variaram de 85 a 355  $g\ kg^{-1}$ , 10 a 14  $g\ kg^{-1}$  e 7,45 a 14  $g\ kg^{-1}$ , respectivamente (Tabela 5).

De forma geral, os teores de  $Fe_2O_3$  dos solos estudados pertencem a classe hipoférrico, isto é, com teores de até 80  $g/kg^{-1}$  (< 8%) (EMBRAPA, 2013). Os maiores teores totais de  $Fe_2O_3$  do ataque sulfúrico foram encontrados no perfil 4, referentes aos Plintossolos Háplicos Alítico léptico e perfil 5, Argissolo Acinzentado Distrófico Abrupções, cujos valores variaram entre 6,0 a 27,0  $g\ kg^{-1}$  e 10 a 14  $g\ kg^{-1}$  respectivamente. Os valores mais elevados de  $Fe_2O_3$  está associado ao ambiente de ocorrência desses solos, a exemplo dos Plintossolos, ocorrendo no sopé da vertente. Nesse ambiente, a restrição à drenagem (mal a imperfeitamente drenados), mesmo que por determinado tempo, favoreceu a formação de concreções ferruginosas, ou seja, plintita, característica dos Plintossolos. Já nos casos dos Argissolos Acinzentados o incremento de  $Fe_2O_3$  deve-se ao estágio mais intemperizados desses solos, predominando nas posições de topo e meia encosta da paisagem, conforme elucidado por Campos et al (2012).

Por sua vez, os menores teores de  $Fe_2O_3$  foram constatados nos Cambissolos Háplicos (perfil 1) e Neossolo Regolítico (perfil 2), com teores variando de 2,0 a 10,0  $g.kg^{-1}$  e 14  $g.kg^{-1}$ . Esse comportamento é reflexo do baixo teor de ferro total do material de origem, bem como menor grau de evolução, resultados concordantes os de Campos et al. (2012). Esses autores estudando uma topossequência na transição campos naturais-floresta na região de Humaitá encontraram valores de  $Fe_2O_3$  variando entre 6,4 e 18,1  $g\ kg^{-1}$  e, afirmam que os valores estão dentro do que é normalmente observado nos solos amazônicos.

Os baixos valores de  $Fe_2O_3$ , nos solos estudados são decorrentes da pobreza de

ferro no material de origem. Pode ainda ser justificados pela a alta pluviosidade da região e a uma possível baixa permeabilidade do solo, configurando-se assim para condições favoráveis à redução do ferro e sua saída do solo (ARAÚJO et al., 2004). As diferenças de cor do solo são refletidas pelo os teores  $Fe_2O_3$  (MARQUES et al., 2004). Neste contexto, as cores cinzento a cinzento-avermelhado-claro do perfil 5 é resultante dos baixos teores de  $Fe_2O_3$ , presente no solo.

Os valores de  $SiO_2$ , aumentaram em profundidade, variando de  $9,3 \text{ g.kg}^{-1}$  nos horizontes superficiais para  $14 \text{ g.kg}^{-1}$  nos horizontes Btf. Nos perfis 1 e 2 os valores de  $SiO_2$  variaram de 12,7 a 14,1 e  $11,05 \text{ g.kg}^{-1}$ , sendo o maior valor em superfície. No perfil 4, apresentou-se os menores valores de  $SiO_2$ , com valor de  $0,5 \text{ g.kg}^{-1}$  na superfície e  $10,05 \text{ g.kg}^{-1}$  no horizonte Bf<sub>2</sub>. Em relação aos teores de  $Al_2O_3$ , verificou-se que nos perfis de meio topo e sopé de deposição P4 e P5 os teores foram mais elevados, demonstrando riqueza de alumínio no material de origem, enquanto o perfil P1 exibiu o menor valor (Tabela 5). Observa-se que os valores de  $Al_2O_3$  nos perfis p1, p4 e p5 aumentam em profundidade, porém, com valores descontínuos ao longo do perfil.

Horizontes	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	Feo	Fed	Ki	Kr
g kg <sup>-1</sup>							
Perfil 1 – Topo - Cerrado baixo/denso							
AB	12,7	2	95	0.40	4	0.23	0.22
Bi	14,1	6	65	0.56	12	0.37	0.35
BCr	1,45	10	150	0.51	16	0.02	0.02
Perfil 2 – Terço Superior - Cerrado baixo/denso							
BA	11,05	14	180	0.81	17	0.10	0.10
Perfil 4 – Meio Topo - Cerrado alto							
AB	0,5	6	85	0.44	4	0.01	0.01
BAf	1,85	27	205	0.49	19	0.02	0.01
Bf1	6,35	7	140	0.35	13	0.08	0.07
Bf2	10,05	16	85	0.42	32	0.20	0.18
Perfil 5 – Sopé de deposição – Floresta							
AB	9,3	11	85	0.74	17	0.19	0.17
Bt <sub>1</sub>	13,8	12	185	0.46	26	0.13	0.12
Bt <sub>2</sub>	7,45	14	355	0.30	33	0.04	0.03
Btf	14	10	90	0.30	31	0.26	0.25

Tabela 7. Teores de Si, Fe, Al do ataque sulfúrico, Fe e Al extraído com ditionito-citrato-bicarbonato, em uma litossequência arenito-gnaisse na região de Manicoré, AM.5.

Teores de óxidos totais no extrato sulfúrico ( $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ), Ki- Relações moleculares sílica/ alumínio ( $Ki = SiO_2/Al_2O_3 \times 1,75$ ), Kr- Relações moleculares sílica/óxidos de ferro e alumínio ( $Kr = SiO_2/Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ), Fed- ferro extraído por ditionito-citrato-bicarbonato, Feo- ferro extraído por oxalato ácido de amônio.

Os maiores valores de Fe extraído com DCB ( $Fe_o$ ) foram verificados no perfil 4 e 5 e menores no perfil 1, entretanto, quando analisou-se por perfil foi constatada tendência de crescimento com a profundidade do solo, devido, principalmente, à pobreza do material de origem, ao transporte e deposição de sedimentos, ao intenso processo de desferrificação, promovido pelas condições climáticas e, ao maior nível de substituição isomórfica de Fe por Al na estrutura dos óxidos de Fe, conforme destacam Curi & Franzmeier, (1984). Para Costa et al. (2009), os processos de oxidação e redução, ainda que por um curtos períodos de tempo, unificados à presença de matéria orgânica, são satisfatórios para que através da atividade microbiana ocorra a redução das formas oxidadas de ferro ( $Fe^{3+}$ ), presente na estrutura dos óxidos para à forma reduzida ( $Fe^{2+}$ ), está última por ser solúvel pode ser removida do *solum*, ocasionando cores pálidas nos solos (solos claros e acinzentados). Na caracterização morfológica foi verificado que o Plintossolos Háplicos (P4) apresenta mosqueado nos horizontes (BAf e BAF1), além de ser imperfeitamente drenado.

Os valores do elemento Fe extraído com o oxalato ácido de amônio ( $Fe_o$ ) foi baixo em todos os solos. Apresentam valores aproximados nos perfis 1 e 4, e os maiores apresentado no perfil 5 no sopé de deposição, ocorrendo um decréscimo em profundidade no perfil de Argissolo acinzentado, apresentando os maiores valores de Fe extraído com oxalato de amônio nos horizontes superficiais, enquanto que nos perfis 1 e 4 ocorre o inverso com os maiores (Tabela 5), valores de  $Fe_o$ , nos horizontes Bi e BAF.

Os valores do índice Ki nos solos da litossequencia variaram de 0,01 a 0,37 (Tabela 5). No perfil 4 os valores do Ki variaram de 0,01 a 0,20 e Kr variando de 0,01 a 0,18, foram baixos, demonstrando avançado estágio de intemperismo do solo deste perfil. Estes valores de Ki e Kr conferem certo grau de intemperismo aos solos estudados, sendo menos intemperizado os solos do topo confirmado pela a presença de Cambissolo Háplicos. Os maiores valores do índice Ki e Kr são atribuídos provavelmente aos maiores teores de Si no material de origem, comprovado pelo o aumento deste elemento em profundidade para os perfis de 1 e 5.

## CONCLUSÕES

Os solos da litossequência estudada apresentaram forte influencia do material de origem e do relevo na área estudada, apresentaram baixo grau de desenvolvimento pedogenético. Destacam-se solos rasos e poucos profundos (Cambissolo Háplicos, Neossolo Regolíticos, Neossolo Quartzarênicos), nas áreas de topografia mais movimentadas, e de solos mais profundos (Plintossolos Háplicos e Argissolo Acinzentados), em área de topografia mais aplainada, justificado pelas diferentes condições de relevo, umidade e temperatura na qual os solos estão condicionados, ficando evidente que a variação dos solos na litossequência tem relação direta com a variação do relevo e do material de

origem, os quais foram os fatores determinantes na diferenciação dos solos, situados numa mesma região climática.

Houve dominância da fração areia em relação às demais frações em todos os perfis estando relacionada com a natureza aluvial do material de origem, sendo os maiores valores ocorrendo no Neossolo Quartzarênicos Hidromórficos espodossólicos apresentando de forma crescente a medida que aprofunda o perfil.

Os conteúdos de soma de base foram muito baixos em todos os perfis, em contrapartida elevados valores para alumínio ( $Al^{3+}$ ) e baixo pH em água definindo o caráter alíco em todos os solos, o que parece ser uma característica da mineralogia do material de origem dos solos.

## REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Variabilidade espacial de propriedades físico-hídricas do solo, da produtividade e da qualidade de grãos de trigo em Argissolo Franco Arenosos sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, p. 275-282, 2003.

ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos de Latossolos ácricos do norte paulista. *Acta Agrícola*, Piracicaba, v. 51, p.321-326, 1994.

ALMEIDA, J. R.; Saúde e Meio Ambiente. In *Ciências Ambientais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Tex: Almeida Cabral, p. 419-457, 2010.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. The Upper Precambrian of South America. *B. Instituto Geociências. USP*, 7, p.45-80, 1976.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. L. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; eds. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, CFSEMG, cap. 5, p.25-32. 1999.

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N. MOTA, J. C. A. Física do solo: Conceitos e aplicações. Fortaleza, Imprensa Universitária, 290p. 2008.

ANDERSON, A.B. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, v. 13, p. 199-210, 1981.

ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G; PEREZ, D. V; RAMOS, D. P. Caracterização e classificação de plintossolos no Município de Pinheiro-MA. *Rev. Bras. Ciênc. Solo.* , vol.31, n.5, 2007.

ANJOS, L.H.C.; SILVA, L.M.; WADT, P.G.S. (Eds). *Guia de campo da IX Reunião Brasileira de Correlação e Classificação de Solos*. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 100p. 2010.

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.307-315, 2004.

ASSIS, A. C. C.; Relação solo-vegetação no Parque Estadual Lagoa do Cajueiro, Norte de Minas Gerais. 118f. Tese (Doutorado) em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, Brasil, 2016.

ÁVILA, F. F. Análise da cobertura pedológica em uma topossequência na bacia do córrego dos Pereiras –Depressão de Gouveia/MG. 133f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2009.

AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. Solos e ambiente: uma introdução. Santa Maria: Palotti, 100p. 2004.

BAHIA, R. B. C. A Formação Palmeiral (Proterozóico Superior) na Serra dos Pacaás Novos, Oeste de Rondônia. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-graduação em Geologia e Geociências - UFPA. Belém, 1997.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. Ciênc. agrotec. [online], v.29, n.3, p. 507-514. 2005.

BARBOSA, G. S. Uso de atributos do solo na identificação de limites para preservação de Veredas no Mato Grosso do Sul. 71f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia Ilha Solteira, 2016.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha SB.21 Tapajós; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 418p. 1975.

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

BRASIL. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Campos Amazônico. Programa de áreas Protegida da Amazônia. Parceria com Ministério do Meio Ambiente e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, 2011.

BRAUN, E.H.G.; RAMOS, J.R.A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaita (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondonia). Revista Brasileira de Geografia. v. 21, n.3, p. 443-497, 1959.

BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N.; HAMMER, R.D.; TANDARICH, J. P. Historical development of key concepts in pedology. Geoderma, Amsterdam, v. 124 p. 23–36, 2003.

BUI, E.N.; LOUGHEAD, A.; CORNER, R. Extracting soil-landform rules from previous soil surveys. Australian Journal of Soil Research. 37:495–508. 1999.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Centro de Pesquisa de Recursos Minerais. Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens. Relatório Técnico - Manaus, 93p. 2001.

CPRM. Mapa Geológico do Estado do Amazonas. Geologia e recursos minerais do Estado do Amazonas. Sistemas de Informações Geográficas – SIG, Programa Geologia do Brasil. Escala 1: 1.000.000. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil. 2004.



CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Geodiversidade do Estado do Amazonas. Programa geologia do Brasil levantamento da Geodiversidade - Manaus, 2010.

CALONEGO, J. C.; SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, J. R. Estoque de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Caatinga*, v. 24, p. 128-135, 2012.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; HORVAT, R. A. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um Latossolo sob diferentes formas do relevo: I - Mineralogia da fração argila. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, p. 2269-2277, 2008a.

CAMARGO, L. A., MARQUES JÚNIOR, J., PEREIRA, G. T.; HORVAT, R. A. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um Latossolo sob diferentes formas do relevo. II-Correlação espacial entre mineralogia e agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n.6, p. 2279-2288, 2008b.

CAMARGO, L. A; MARQUES JÚNIOR, J; PEREIRA, G. T; ALLEONI, L. R. F. Spatial correlation between the composition of the clay fraction and contents of available phosphorus of an Oxisol at hillslope scale. *Catena*, United Kingdom, v. 100, p. 100-106, 2013.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; FREITAS, E.V.S. Dependência espacial de atributos químicos em área cultivada com cana-de-açúcar em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 350-359, 2007.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; Camargo, L. A.; Relações solo-paisagem em uma litossequência Arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 519-529, 2007a.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; SIQUEIRA, D. S. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza v. 38, n. 2, p. 149-157, 2007b.

CAMPOS, M. C. C. Pedogeomorfologia aplicada à ambientes amazônicos do médio Rio Madeira, 242f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, E. U. C. Segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré, AM. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 501-510, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JUNIOR, J; PEREIRA, G. T. Influência das superfícies geomorfológicas na distribuição espacial dos atributos do solo em área sob cultivo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 133-141, 2010a.

CAMPOS, M.C.C., RIBEIRO, M.R.; SOUZA JÚNIOR, V.S. de; RIBEIRO FILHO, M.R.; ALMEIDA, M. da C. de. Relações solo-superfície geomórfica em uma Topossequência Várzea-Terra firme na Região de Humaitá (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.325-336, 2012.

CAMPOS, M. C. C. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, Guarapuava, v. 8, n. 3, p. 963-982, 2012.

CAMPOS, M.C.C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO FILHO, M.R.; SOUZA, R.V.C.C.; ALMEIDA, M.C. Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas Acta Amazônica, Manaus, v. 42, n. 3, p. 387-398, 2012a.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; ALMEIDA, M. C. Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. Acta Amazônica, Manaus, v. 42, n. 3, p. 387-398, 2012b.

CAMPOS, M. C. C., MARQUES JÚNIOR, J., SOUZA, Z. M. D., SIQUEIRA, D. S., PEREIRA, G. T. Discrimination of geomorphic surfaces with multivariate analysis of soil attributes in sandstone-basalt lithosequence. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 429-438, 2012a.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; SOUZA, Z. M.; BORGES, R. C. T. Geomorphic surface and estimation of soil erosion on a sandstone-basalt substratum of a toposequence in Jardinópolis. Revista de Ciência Agrária, São Paulo, v. 56, n. 3, p. 227-234, 2013.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; AQUINO, R. E.; OLIVEIRA, I. A. Superfícies geomórficas e atributos do solo em uma topossequência de transição várzea-terra firme. Bioscience Journal (Online), v. 29, p. 132-142, 2013

CAMPOS, M. C. C., SOARES, M. D. R., NASCIMENTO, M. F., & SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. Revista Ambiente & Água, vol. 11 n. 2 p. 339-349, 2016.

COCHRANE, T. T.; COCHRANE, T.A.; Diversity of the Land Resources in the Amazonian State of Rondônia, Brazil. Acta Amazônica, v.36, n.1, 2006.

COSTA, A. C. S.; BIGHAM, J. M. Óxidos de ferro. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. Química e mineralogia do solo, Parte I. SBCS, Viçosa, MG. p. 505-572, 2009.

CUNHA, P.; MARQUES JÚNIOR, J. CURI, J.; PEREIRA, G. T.; LEPSCH, I. P. Superfícies geomórficas e atributos de latossolos em uma sequência arenítico-basáltica da região de Jaboticabal (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 81-90, 2005.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, n. 2, p. 589-602, 2011.

CUNHA, J. M.; Atributos do solo e emissão de CO<sub>2</sub> em ambientes de Terra Preta Arqueológica preservada e sob cultivo em Novo Aripuanã, Amazonas. 80 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Instituto de Física, 2016.

CURI, N.; KÄMPF, N. Caracterização do solo. In: Pedologia: Fundamentos. KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. Viçosa, MG: SBCS, p. 147-169, 2012.

CURI, N.; FRANZMEIER, D. P. Toposequence of Oxisols from the Central Plateau of Brazil. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.48, n.2, p.341-346, mar. 1984.

DANZER, M.; Relação solo-relevo na subunidade morfoescultura de Nova Santa Rosa/PR. 76 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Oeste – PR, Campus Marechal Rondon, 2015.

- DELARMELINDA, E. A.; Solos desenvolvidos nas bacias sedimentares do Acre e do Solimões, Amazônia Sul-Occidental. 144 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2015.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 230p. 2011.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 353p. 2013.
- FERNANDES, F. C. S.; MONICA, M. S.; ALVES, M. C. Produtividade de culturas e atributos físicos de um Latossolo afetado pelo sistema de manejo. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 297-308, 2007.
- FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; OLIVEIRA, F. H. T.; FARIAS, D. R. Ponto de efeito salino nulo e cargas elétricas de solos do estado da Paraíba. Caatinga, v. 21, n. 2, p.147-155. 2008.
- FREITAS, H.A.; PESSEDA, L.C.R; ARAVENA, R.; GOUVEIA, S.E.M.; RIBEIRO, A.S.; BOULET, R.; Florestas X Savanas no passado na Amazônia. Ciência Hoje, São Paulo, v. 32 p. 40-46, 2002.
- FREITAS L, CASAGRANDE J. C, OLIVEIRA I. A; CAMPOS M. C. C. Análise multivariada na avaliação de atributos de solos com diferentes texturas cultivados com cana-de-açúcar. Revista Ciência Agrárias, v. 57, n. 3, p. 224-233, 2014.
- GARDA, A. A.; SILVA, J. M. C.; BAIÃO, P. C. Biodiversity conservation and sustainable development in the Amazon. Systematics and Biodiversity, v.8, n.2, , p.169-175, 2010.
- GUIMARÃES, S. T.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; NEVES JUNIOR, A. F.; SILVA, F. W. R.; MACEDO, R. S.; SOUZA, K. W. Caracterização e classificação de Gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, n. 2. p.317-326, 2013.
- GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G. T., As campinas e campinaranas amazônicas/The amazonian campinas and campinaranas. Caderno de Geografia, Minas Gerais, v. 26, n. 45, p. 113-133, 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atualizado pela Diretoria de Geociências – Recursos Naturais: Geologia, Geomorfologia, Solos, Hidrografia e Vegetação, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2016.
- JACOMINE, P.K.T. Origem e evolução dos conceitos e definições de atributos, horizontes diagnósticos e das classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.193-231, 2005.
- JUSTINA, E. E. D. Zoneamento geoambiental da zona de amortecimento da Reserva biológica do Jaru-RO, como subsídios ao seu plano de manejo. Tese de Doutorado - Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro/SP, 225 p, 2009.
- KÄMPF, N.; CURTI, N. Óxidos de ferro: Indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: SBCS, v.1, p.107-138, 2000.

KRASILNIKOV, P.V.; CALDERÓN, N.E.G.; SEDOV, S.N.; GÓMEZ, E.V.; BELLO, R.R. The relationship between pedogenic and geomorphic processes in mountainous tropical forested area in Sierra Madre del Sur, Mexico. *Catena*. 62:14-44, 2005.

KWEON, G.; LUND, E.; MAXTON, C. Soil organic matter and cation exchange capacity sensing with on-the-go electrical conductivity and optical sensors. *Geoderma* v.199, p. 80–89, 2013.

LACERDA FILHO J.V., ABREU FILHO W., VALENTE C.R., OLIVEIRA C.C., ALBUQUERQUE M.C. . *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso*. Escala 1:1.000.000. Goiânia. CPRM. CD-ROM, 2004.

LARK, R. M. Exploring scale-dependent correlation of soil properties by nested sampling. *European Journal of Soil Science*, Amsterdam, v. 56, n. 2, p. 307–317, 2005.

LAURANCE, W.F.; CAMARGO, J.L.C.; LUIZÃO, R.C.C.; LAURANCE, S.G.; PIMM, S.L.; BRUNA, E.M.; STOUFFER, P.C.; - The fate of the Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological Conservation*. v. 144, p.56-67. 2011.

LEITE, R. N.; ROGERS, D. S.; Revisiting Amazonian phylogeography: insights into diversification hypotheses and novel perspectives. *Organisms Diversity & Evolution*, v.13, n.4, , p.639-664, 2013.

LEPSCH, I. F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de textos, 456p. 2011.

LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R. & KER, J.C. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. *Acta Amazônica*. V. 35, p.317-330, 2005.

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.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p.913-922, 2010.

MADRUCCI, V; VENEZIANI, P; PARADELLA, W. R. Caracterização geológica e estrutural através da interpretação do produto integrado TM-Landsat 5 e dados aerogamaespectrométricos, região de Alta Floresta - MT. *Revista Brasileira Geofísica*. São Paulo , v. 21, n. 3, p. 219-234, Dec. 2003.

MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L.; Geodiversidade do estado do Amazonas. Manaus: CPRM. P. p. 73-77, 2010.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; JUNIOR, J. D. G. S.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L. BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.

MARQUES, A. C. G. Evidências de Fusão Parcial nas Rochas do Complexo Nova Monte Verde, Parte Sul do Cráton Amazônico, Norte do Estado de Mato Grosso. 63 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra - Programa de pós-graduação em Geociências, 2015.

MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G.; CURTI, N. MERTZMAN, S. A. Major element geochemistry and geomorphic relationships in Brazilian Cerrado soils. *Geoderma*, v.119, p.179-195, 2004.

- MARQUES JÚNIOR, J. Distribuição e atributos dos solos em relação à forma e evolução de uma vertente em Monte Alto, SP. 226f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1995.
- MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; VITORINO, A. C. T.; SILVA, M. L. N. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n. 2, p.221-227, 2006.
- MAYLE, F.E.; POWER, M.J. Impact of a drier Early-Mid-Holocene climate upon Amazonian forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v.363, p.1829-1838, 2010.
- MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: SWINEFORD, A. (Ed.). *National conference on clays and clay mineral*. Washington: Pergamon Press, p. 317–342, 1960.
- MEIRELES, H. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; PEREIRA, G. T. Relações solo-paisagem em toposequência de origem basáltica. *Pesquisa agropecuária tropical*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 129-136, 2012.
- MENDONÇA, B. A. F.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N.B.; PAULA, M. D. Os Solos das Campinaranas na Amazônia Brasileira: Ecossistemas Arenícolas Oligotróficos. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, p. 827-839, 2015.
- MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F., editores. *Química e mineralogia do solo. Conceitos básicos*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; p.251-332. 2009.
- MINASNY, B.; McBRATNEY, A.B. Mechanistic soil-landscape modelling as an approach to developing pedogenetic classifications. *Geoderma*. 133:138-149, 2006.
- MOORE, I.D.; GRAYSON, R.B.; LADSON, A.R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*. 5:3–30, 1991.
- MONTANARI, R.; MARQUEZ JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. & SOUZA, Z.M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, p. 69-77, 2005.
- MUGGLER, C. C. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30 p. 733-740. 2006.
- OLIVEIRA, L.B.; RIBEIRO, M.R.; FERRAZ, F.B.; JACOMINE, P.K.T. Classificação de solo Planossólicos do sertão do Araripe (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.685-693, 2003.
- OLIVEIRA, I. A.; JUNIOR, J. M.; CAMPOS, M. C. C.; AQUINO, R. E.; FREITAS, L.; SIQUEIRA, D. S.; CUNHA, J. M. Variabilidade espacial e densidade amostral da suscetibilidade magnética e dos atributos de Argissolos da região de Manicoré, AM. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, p. 668-681, 2015.
- PENNOCK, D.J.; VELDKAMP, A. Advances in landscape-scale soil research. *Geoderma*. 133:1-5, 2006.

PEREIRA, M. G., SCHIAVO, J. A., FONTANA, A., NETO, D., HYPÓLITO, A., & MIRANDA, L. P. M. D. Caracterização e classificação de solos em uma topossequência sobre calcário na Serra da Bodoquena, MS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25-36, 2013.

PRAGANA R. B, RIBEIRO M. R, NÓBREGA J. C. A, RIBEIRO FILHO M. R, COSTA J. A. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do Cerrado piauiense. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 36, n. 1, p. 591-600, 2012.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 285, 2001.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciência & Ambiente*, v. ed. 27, n., p. 29-48, Santa Maria. 2003.

REIS, N. J., BAHIA, R. B. C., ALMEIDA, M. E., COSTA, U. A. P., BETIOLLO, L. M., OLIVEIRA, A. C., SPLENDOR, F. O supergrupo Sumaúma no contexto geológico da Folha SB.20-Z-D (SUMAÚMA), sudeste do Amazonas: modo de ocorrência, discussão de idades em zircões detríticos e correlações no SW do Crátão do Amazonas. *Contribuições à Geologia da Amazônia*, Belém, v. 8, n. 1, p. 199- 222, 2013.

RIBEIRO, P. S. E.; VILLAS BOAS, P.F. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA). *Geologia e Recursos Minerais da Folha São João da Barra – SC.21-V-D*. Brasília: CPRM, 2005.

RIBEIRO M. R.; OLIVEIRA L. B; ARAUJO FILHO J. C. Caracterização Morfológica do solo – e KER, J. C.; CURI N.; SCHAEFER, C.E.G.R. 7 VIDAL-TORNADO, P., eds. *Pedologia; fundamentos*. 2012.

RICHTER, R.L.; AMADO, T.J.C.; FERREIRA, A.O.; ALBA, P.J.; HANSEL, F. D. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo sob plantio direto influenciados pelo relevo e profundidade de amostragem. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO*, v.7, n.13; p.1043-1059; 2011.

RODRIGUES, J. V. F. C.; GONÇALVES, J. F. C. G. Leaf gas Exchange, photon capture and light harvest in *Aldina heterophylla* along a vegetation gradient in the Amazon Rainforest. *American Journal of Plant Science, Estados Unidos*, v. 5, p. 1477-1488. 2014.

ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, p. 252-258, 2015.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. Expansão dos solos hidromórficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, v.38, n.3, p.483 – 490, 2008.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico, sob diferentes manejos. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 1, p. 24-32, 2010.

SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da Região Semiárida do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 36. p. 683-695, 2012.

- SANTOS, L. A. C.; CAMPO, M. C. C.; COSTA, H. S.; PEREIRA, A. R. Caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM). *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 319-331, 2012.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 6. ed. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 100p. 2013.
- SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. A utilidade dos mapeamentos de solos no Brasil. *Boletim Informativo* 39, Rio de Janeiro, p.35, 2013.
- SCHAEFER, C. E. G. R. Bases físicas da paisagem brasileira: estrutura geológica, relevo e solos. In: ARAUJO, A. P.; ALVES, B. J. R. *Tópicos em Ciência do Solo*, vol. VIII, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-71. 2013.
- SCHOORL, J. M.; SONNEVELD, M.P.W.; VELDKAMP, A. Three dimensional landscape process modeling: The effect of DEM resolution. *Earth Surface Processes and Landforms*, United Kingdom, v. 25, p. 1025-1034, 2000.
- SCHIAVO, J. A., PEREIRA, M. G., MIRANDA, L. P. M. D., NETO, D., HYPÓLITO, A., & FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 881-889, 2010.
- SCHWERTMANN, U. The differentiation of iron oxide in soil by a photochemical extraction with acid ammonium oxalate. *Zeitschrift fuer Pflanzenernaehrung und Bodenkunde*, Weinheim, v. 105, p. 104-201, 1964.
- SILVA, M. N. F., RYLANDS, A. B., PATTON, J. S. L. Biogeografia e conservação da mastofauna na Floresta Amazônica brasileira, Instituto Socioambiental, São Paulo, 2001.
- SILVA, G.E.; SILVA JUNIOR, M.O.; MELO, V.S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do estado do Pará. *Acta Amazônica*, 36: 151-158, 2006.
- SILVA, L. G. T.; VALENTE, M.A.; WATRIN, O.S.; OLIVEIRA, R.R.S.; PIMENTEL, G.M. Mapeamento de solos em duas mesobacias hidrográficas no Nordeste Paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 394), 33 p. ago. 2013.
- SILVA, E. N. S.; MONTANARI, R.; PANOSSO, A. R.; CORREA, A. R.; TOMAZ, P. K.; FERRAUDO, A. S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo mínimo com irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, p. 598-607, 2015.
- SILVEIRA, C. P. L.; Caracterização de solo e sedimentos em depósito e fonte em potencial na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas -127 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, UFPEL – 2015.
- SOUZA, Z.M. Variabilidade espacial e atributos de um Latossolo sob diferentes formas de relevo. 153 f. (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2004.
- SOUZA, J. O.; FRASCA, A. A. S.; OLIVEIRA, C. C. Relatório integrado. Folhas SC.21-VD, Rio São João da Barra; SC.21-X-C, Alta Floresta; SC.21-Z-A, Ilha 24 de Maio; SC.21-Z-B, Vila Guarita. Brasília: CPRM. 2005.

SOUZA, E. S.; FERNANDES, A. R.; BRAZ, A. M. S.; SABINO, L. L.; ALLEONI, L. R. F. Potentially toxic elements (PTEs) in soils from the surroundings of the Trans-Amazonian Highway, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 187, n. 1, p.40-74, 2015.

STATISTICA. Statistica 7.0, EUA Software. Tucks: StatSof, 2005.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. *Soil Science Society of America Journal*, v.58, p.175-180, 1994.

VALLADARES, G.S.; BATISTELLA, M.; PEREIRA, M.G. Alterações ocorridas pelo manejo em Latossolo, Rondônia, Amazônia Brasileira. *Bragantia*, v.70, n.3, 2011.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; Cruz. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento Sustentável. *Agro@mbiente On-line*, v. v.5, p. 158-165, 2011.

VALENTE, M. A.; CAMPOS, A. G. S.; WATRIN, O. S.; Mapeamento dos solos do bioma cerrado do Estado do Amapá. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos: INPE, p. 3557-3564, 2015.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 2105-2114, 2011.

VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M; SILVA, J.M.C.;HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. *Brazilian Journal of Biology*. v. 68. p. 949-956. 2008.

ZAPAROLI, F. C. M; GASPARETTO, N. V. L. Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no município de Florai-PR. *Boletim de Geografia, Maringá*, v. 28, p. 49-63, 2010.

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

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v. 28, n. 1, p. 256-265, 2012.


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



# SOLO, ÁGUA, PLANTA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

---





Impactos e suas transformações  
no 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)

# SOLO, ÁGUA, PLANTA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS:

---

Impactos e suas transformações  
no 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)