

# Solos nos Biomas Brasileiros

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

# Solos nos Biomas Brasileiros

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S689 Solos nos biomas brasileiros [recurso eletrônico] / Organizadores  
Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-008-7

DOI 10.22533/at.ed.087181412

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.  
I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume I, apresenta, em seus 18 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
ANÁLISE MORFOLÓGICA DO SOLO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA, EM TUCURUÍ-PA	
<i>Kerciane Pedro da Silva</i>	
<i>Raiana Arnaud Nava</i>	
<i>Thays Thayla Santos de Almeida</i>	
<i>Matheus da Costa Gondim</i>	
<i>Dihego Rosa das Chagas</i>	
<i>Sandra Andréa Santos da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO INFECTADO COM FUSÁRIO E CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO, CULTIVAR BRS RUBI EM QUATRO COMBINAÇÕES COPA:ENXERTO	
<i>Marcelo Couto de Jesus</i>	
<i>Alexsandro dos Santos Brito</i>	
<i>Flavio da Silva Gomes</i>	
<i>Suane Coutinho Cardoso</i>	
<i>Onildo Nunes de Jesus</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
ATRIBUTOS DE SOLOS, DINÂMICA E EVOLUÇÃO DE PROCESSO EROSIVO NA MICROBACIA DO CÔRREGO MARIANINHO, EM FRUTAL/MG	
<i>Marcos Vinícius Mateus</i>	
<i>José Cláudio Viégas Campos</i>	
<i>Luana Caetano Rocha Andrade</i>	
<i>Nathalia Barbosa Vianna</i>	
<i>Matheus Oliveira Alves</i>	
<i>José Luiz Rodrigues Torres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814125</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 66**

AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa*) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE AMÔNIO

*Ana Carolina Oliveira Chapeta*

*Erinaldo Gomes Pereira*

*Carlos Alberto Bucher*

*Manlio Silvestre Fernandes*

*Cassia Pereira Coelho Bucher*

**DOI 10.22533/at.ed.0871814126**

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PALMA DE ÓLEO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

*Shirlene Souza Oliveira*

*Eduardo Cezar Medeiros Saldanha*

*Marluce Reis Souza Santa Brígida*

*Henrique Gusmão Alves Rocha*

*Gabriela Mourão de Almeida*

*Maria Soraia Fortado Vera Cruz*

*Jose Leandro Silva de Araújo*

*Ana Carolina Pinguelli Ristau*

*Noéle Khristinne Cordeiro*

*Whesley Thiago dos Santos Lobato*

**DOI 10.22533/at.ed.0871814127**

**CAPÍTULO 8 ..... 84**

BIOINDICADORA PARA DIAGNÓSTICO DE RESÍDUO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO

*Camila Ferreira de Pinho*

*Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira*

*Jéssica Ferreira Lourenço Leal*

*Amanda dos Santos Souza*

*Samia Rayara de Sousa Ribeiro*

*Gledson Soares de Carvalho*

*André Lucas Simões Araujo*

*Rúbia de Moura Carneiro*

*Gabriela de Souza Da Silva*

*Ana Claudia Langaro*

**DOI 10.22533/at.ed.0871814128**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA REGIÃO DO CERRADO - MUNICÍPIO DE PALMAS, TO

*Lidia Justen*

*Michele Ribeiro Ramos*

*Nayara Monteiro Rodrigues*

*Alexandre Uhlmann*

**DOI 10.22533/at.ed.0871814129**

**CAPÍTULO 10 ..... 106**

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO COMUM SOB INFLUÊNCIA DO USO DE BORO

*Rodrigo Ribeiro Fidelis*

*Karen Cristina Leite Silva*

*Ricardo de Oliveira Rocha*

*Lucas Xaubet Burin  
Jânio Milhomens Pimentel Júnior  
Patricia Sumara Fernandes  
Pedro Lucca Reis Souza  
Danilo Alves Veloso*

**DOI 10.22533/at.ed.08718141210**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE ÓLEO NA PRESENÇA DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

*Shirlene Souza Oliveira  
Eduardo Cezar de Medeiros Saldanha  
Marluce Reis Souza Santa Brígida  
Henrique Gusmão Alves Rocha  
Gabriela Mourão de Almeida  
Jose Leandro Silva de Araújo  
Ana Carolina Pinguelli Ristau  
Noéle Khristinne Cordeiro  
Bruna Penha Costa  
Whesley Thiago dos Santos Lobato*

**DOI 10.22533/at.ed.08718141211**

**CAPÍTULO 12 ..... 124**

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO ORGÂNICO ORIUNDO DE BORRA DE CAFÉ

*Jamerson Fábio Silva Filho  
Dalcimar Regina Batista Wangen  
Alessandra Vieira da Silva  
Kerly Cristina Pereira  
Jaberson Basílio de Melo  
Ivaniele Nahas Duarte*

**DOI 10.22533/at.ed.08718141212**

**CAPÍTULO 13 ..... 129**

COMPOSTO DE BORRA DE CAFÉ NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

*Alessandra Vieira da Silva  
Dalcimar Regina Batista Wangen  
Jamerson Fábio Silva Filho  
Kerly Cristina Pereira  
Lara Gonçalves de Souza  
Ivaniele Nahas Duarte*

**DOI 10.22533/at.ed.08718141213**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

CONTRIBUIÇÃO DA FRAÇÃO GALHOS FINOS NA SERAPILHEIRA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA, EM MACAÍBA, RN

*Luan Henrique Barbosa de Araújo  
José Augusto da Silva Santana  
Wanctuy da Silva Barreto  
Camila Costa da Nóbrega  
Juliana Lorensi do Canto  
César Henrique Alves Borges*

**DOI 10.22533/at.ed.08718141214**

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>145</b>
CORRELAÇÃO E VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO DE SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Guilherme Guerin Munareto</i> <i>Claiton Ruviano</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>154</b>
CULTIVO DE RABANETE EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS ADICIONADOS DE CINZA DE JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.)	
<i>Liliane Pereira Campos</i> <i>Gasparino Batista de Sousa</i> <i>Alexandra Vieira Dourado</i> <i>Tamires Soares da Silva</i> <i>Mireia Ferreira Alves</i> <i>Barbemile de Araújo de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>160</b>
DEPOSIÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina dos Santos Padilha</i> <i>Walmer Bruno Rocha Martins</i> <i>Gracialda Costa Ferreira</i> <i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i> <i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>171</b>
DEPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina Dos Santos Padilha</i> <i>Walmer Bruno Rocha Martins</i> <i>Gracialda Costa Ferreira</i> <i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i> <i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141218</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>183</b>

## ATRIBUTOS DE SOLOS, DINÂMICA E EVOLUÇÃO DE PROCESSO EROSIVO NA MICROBACIA DO CÓRREGO MARIANINHO, EM FRUTAL/MG

### **Marcos Vinícius Mateus**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental, Uberaba, Minas Gerais

### **José Cláudio Viégas Campos**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Departamento de Engenharia Ambiental, Uberaba,  
Minas Gerais

### **Luana Caetano Rocha Andrade**

Unopar, Departamento de Engenharia Civil,  
Londrina, Paraná

### **Nathalia Barbosa Vianna**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental, Uberaba, Minas Gerais

### **Matheus Oliveira Alves**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental, Uberaba, Minas Gerais

### **José Luiz Rodrigues Torres**

Instituto Federal do Triângulo Mineiro,  
Departamento de Agronomia, Uberaba, Minas  
Gerais

**RESUMO:** A formação de voçorocas está relacionada à evolução de processos erosivos em locais suscetíveis devido ao tipo e/ou uso do solo. Neste estudo, avaliou-se atributos físicos do solo, relevo e área atingida pela voçoroca do Marianinho, em Frutal/MG. Delimitou-se a área da microbacia e da voçoroca e foram

selecionados quatro pontos representativos da área atingida, de onde foram retiradas amostras para análise dos atributos físicos e mecânicos do solo e assim avaliar sua resistência à erosão. A microbacia apresenta área de 147 hectares e perímetro de 5,3 km, onde predominam Latossolos de textura arenosa. De forma geral, o relevo é ondulado com declividades variando de 8 a 20% nas proximidades do talvegue do córrego, possibilitando ocorrência de diferentes formas de erosão. O uso atual da área foi definido como 55,5% área urbana, 35,5% campo/pastagens, 4,5% solo exposto/áreas degradadas, 4,2% mata/árvores de grande porte, indicando que o solo está desprotegido ou impermeabilizado pelas obras urbanas. A voçoroca possui forma linear/bulbiforme, com ramificação principal de 100 m de extensão. Os altos teores de areia fina (37 e 53%), média (34 e 51%) e a baixa plasticidade permitem relacionar o solo do interior da voçoroca com os arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe, aflorante no local, revelando sua suscetibilidade natural à erosão após remoção das camadas superficiais do solo. Observou-se a ocorrência de escoamento subsuperficial, com formação de dutos (Piping) que propiciam a evolução de processos erosivos, reforçando a necessidade de medidas para estabilizar a erosão na área em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica

urbana. Erosão. Latossolo.

**ABSTRACT:** Gully formation is related to the evolution of erosion processes at susceptible sites due to the soil type and/or use. In this study, physical attributes of the soil, relief and affected area at the Marianinho gully, in Frutal/MG, were evaluated. The watershed and the gully area were measured, and four representative points of the affected area were selected, from which samples were taken for analysis of physical and mechanical attributes of the soil and thus its resistance to erosion was assessed. The watershed has an area of 147 hectares and a perimeter of 5.3 km, where Latossolos with sandy texture predominate. In general, the relief is wavy with declivities ranging from 8 to 20% near the stream thalweg, enabling the occurrence of different forms of erosion. The current soil use was defined as 55.5% urban area, 35.5% field/pastures, 4.5% exposed soil/degraded areas, 4.2% forest/large trees, indicating that the soil is unprotected or waterproofed by the urban artifacts. The gully is linear/bulbiform, with a 100-meter long main branch. The high levels of fine (37 and 53%) and medium sand (34 and 51%), and the low plasticity link the soil of the inner gully with the Vale do Rio do Peixe sandstones outcropping on site and reveal its natural erosion susceptibility after removing the surface layers of soil. Subsurface runoff with piping formation has been observed, propitiating the evolution of erosion processes and reinforcing the need for erosion stabilization at the area under study.

**KEYWORDS:** Urban watershed. Erosion. Latossolo.

## 1 | INTRODUÇÃO

A ausência de planejamento urbano tem proporcionado o desenvolvimento acelerado das cidades e, com isto, a evolução de diversos problemas e impactos ambientais. Juntamente com o crescimento populacional, observa-se ainda a ocupação descontrolada de Áreas de Preservação Permanente (APP), principalmente pela construção civil. Ao longo do tempo, estas áreas podem se tornar áreas de risco para os moradores, uma vez que o solo perde sua cobertura e é erodido pela carga e velocidade da chuva. No processo de crescimento urbano é comum a ausência de estudos da dinâmica do escoamento superficial, resultando no lançamento sem o devido controle do escoamento das águas pluviais em áreas periféricas. Frequentemente, devido à intensa impermeabilização e a concentração deste escoamento, processos erosivos podem ser desencadeados e, em condições de manejo inadequado, é possível que erosões superficiais se desenvolvam rapidamente para voçorocas, que podem afetar grandes áreas e causar impactos praticamente irreversíveis.

Nesse contexto, a recuperação de áreas degradadas por processos erosivos, apresenta-se como um tema de relevante preocupação social e ambiental. Isto posto, o presente projeto propõe a análise de diferentes fatores, antrópicos e naturais, relacionados à formação da voçoroca do Marianinho, localizada no município de

Frutal/MG, que atualmente afeta a estabilidade de residências e construções próximas e coloca em risco a vida da população que reside no bairro Ipê Amarelo.

## 2 | OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral fornecer subsídios à elaboração de uma estratégia para conter de modo eficaz a evolução da voçoroca do Marianinho e recuperar a área degradada pela erosão. Antes disso, porém, era importante e necessário conhecer as características físicas e químicas do solo e relevo da região em estudo, buscando entender os fatores que condicionam a formação dessas feições erosivas. Para tanto, o estudo teve como objetivos específicos: 1) a delimitação da bacia da microbacia hidrográfica do córrego do Marianinho; 2) a caracterização do clima, relevo; solo e geologia da área em estudo; 3) a busca pela relação entre a caracterização do meio físico e os processos erosivos dominantes.

## 3 | MATERIAL E MÉTODOS

Uma vez conhecidos os fatores que comumente interferem nos diferentes processos erosivos, pode-se identificar quais desses processos estão sendo favorecidos na área em estudo e assim iniciar o traçado de uma estratégia para conter o processo de voçorocamento. Baseado nessa ideia, o estudo foi dividido em três etapas: delimitação da bacia hidrográfica em que a voçoroca está inserida, caracterização ambiental e análise dos processos erosivos da área de estudo.

### 3.1 Delimitação da área de estudo

A delimitação da área de estudo levou em consideração a definição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos, que é um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei Federal n. 9.433/97.

Os dados da Missão Topográfica do Radar Shuttle (SRTM) referentes à região de estudo foram obtidos junto ao Serviço Geológico Americano (USGS), possuindo informações originais disponíveis para a América do Sul, referentes à banda C do equipamento InSAR, com resolução espacial de 30 m e elipsoide de referência WGS84. Assim, realizou-se a conversão para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) com o auxílio do software de SIG ArcGIS 10.1 disponibilizado no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), de modo a preparar os dados para posterior aplicação no trabalho.

O processo de delimitação automática da bacia hidrográfica também foi desenvolvido no software ArcGIS, juntamente com as extensões (*plugins*) disponíveis no endereço eletrônico da Environmental Systems Research Institute (ESRI). A

metodologia utilizada nesse processo subdividiu-se em quatro etapas principais, sendo: preenchimento de depressões (*Fill*), direção de fluxo (*Flow Direction*), fluxo acumulado (*Flow Accumulation*) e delimitação de bacias (*Watershed*) (DIAS et al., 2004) disponíveis através do *plugin* Hydrology Modeling Tools.

A acurácia dos dados do SRTM tem sido comprovada de diversas formas por vários pesquisadores (RODRIGUEZ et al., 2006). No entanto, estudos desenvolvidos por FALORNI et al. (2005) apontam que a acurácia dos dados do SRTM depende da topografia local, constatando-se maior incidência de erros em dados referentes a terrenos com relevo íngreme ou montanhoso.

### 3.2 Caracterização ambiental

Durante a etapa de caracterização, foram recolhidos dados da área de estudo sobre fatores considerados determinantes na formação, evolução e estabilidade dos solos, entre os quais: geologia, topografia, rede hidrográfica, uso e ocupação do solo e propriedades físicas, químicas e mineralógicas.

#### 3.2.1 Topografia

A partir da imagem SRTM utilizada na delimitação da microbacia hidrográfica, mas com auxílio da ferramenta criar Rede Triangular Irregular (*Create TIN*) do software ArcGIS foi gerado o mapa. A ferramenta, disponível através do *plugin* 3D Spatial Analyst Tools, usa o método de triangulação de Delaunay a partir do qual um conjunto de pontos distribuídos irregularmente no espaço gera um modelo digital de terreno. Na determinação das porcentagens de declividade utilizou-se a ferramenta declividade (*Slope*).

#### 3.2.2 Rede hidrográfica

Para o mapeamento da rede hidrográfica procedeu-se ao cadastro das possíveis nascentes presentes na área de estudo e posterior identificação dos cursos d'água. Tanto as possíveis nascentes quanto a rede hidrográfica foram mapeadas por meio da interpretação da imagem de satélite e de trabalhos de campo, nos quais se fez o reconhecimento da área, questionamento junto aos moradores locais sobre a existência de nascentes e coleta de coordenadas dos pontos relevantes com o auxílio de um GPS. Ressalta-se, no entanto, a impossibilidade de identificar nascentes na área urbana devido à impermeabilização do solo.

A falta de certeza na identificação das nascentes se dá ao fato de algumas situações normalmente confundirem os observadores, levando-os equivocadamente a caracterizá-las como nascentes. É o caso de áreas com a formação de uma camada subsuperficial de argilas hidromórficas ou variações geológicas internas horizontais ou sub-horizontais, como lentes de argila ou existência de estruturas, que levam a

“lençóis suspenso” ou “empoleirados” aflorando à superfície de um terreno declivoso antes de atingir o lençol freático propriamente dito (SANTOS, 2008). Sendo o talude da voçoroca um terreno declivoso, é necessário um conhecimento maior da geologia e da hidrogeologia da região investigada antes de definir com certeza as nascentes da microbacia. De todo modo, todas as surgências avistadas tiveram sua localização registrada.

### 3.2.3 Uso e ocupação do solo

A caracterização do uso do solo foi realizada por meio de trabalhos de campo e da interpretação da imagem de satélite. Imagem do Google Earth, referente ao ano de 2014, foi utilizada para vetorização do uso e ocupação do solo. Os trabalhos de campo, realizados no ano de 2014, tiveram como objetivo levantar os principais usos do solo na sub-bacia, que foram demarcados com o auxílio de um GPS de modo a confirmar a caracterização obtida com imagem de satélite.

### 3.3 Seleção dos locais e coletas de amostras de solos

Foram selecionados quatro pontos (PC1, PC2, PC3 e PC4) para coleta de amostras de solo, de modo a obter representatividade da área atingida pela voçoroca e comparar as propriedades físicas e mecânicas das diferentes porções atingidas. Sua localização é apresentada na Figura 1.

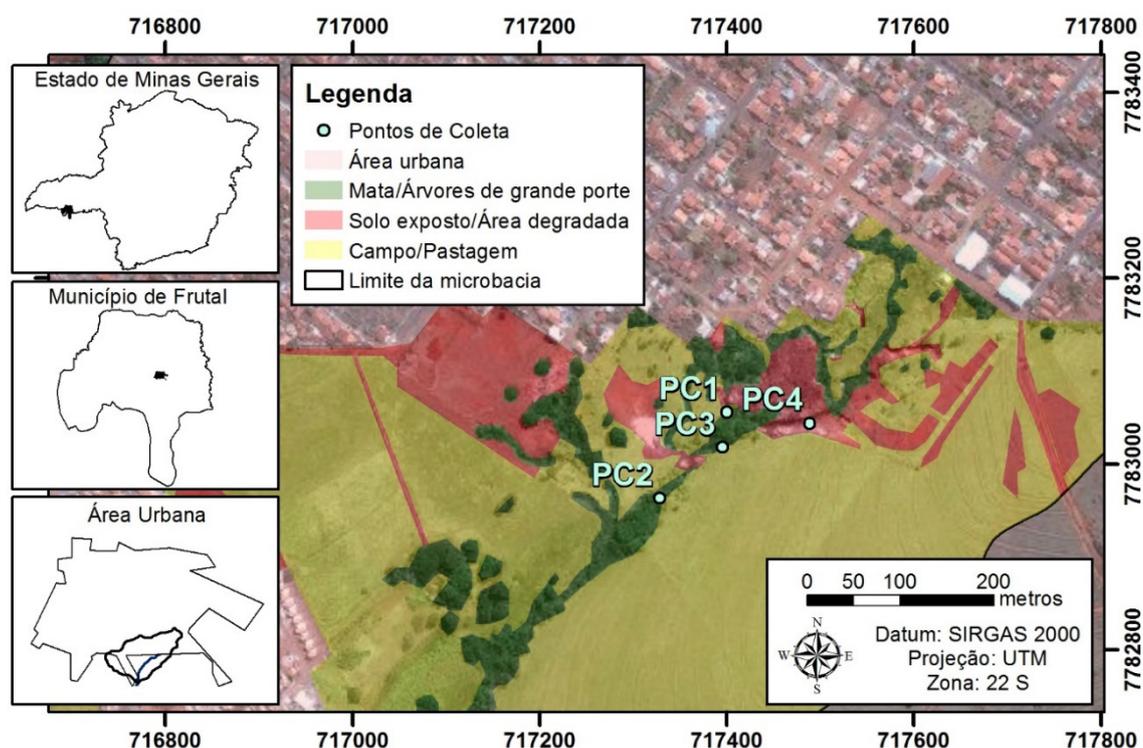


Figura 1 - Pontos de coleta de amostras de solo

Uma vez que as análises seriam realizadas em laboratório, foi utilizado um trado tipo cavadeira para coleta das amostras de solo, posteriormente transportadas em

sacos plásticos.

### **3.4 Análise das propriedades físicas e mecânicas do solo**

Após a coleta de amostras de solo, suas características físicas e mecânicas foram obtidas no Laboratório de Mecânica dos Solos da UFTM. Entre os ensaios realizados estão: análise granulométrica, ensaios de limites de consistência e ensaio de compactação. A análise granulométrica e a determinação dos limites de consistência permitiram também a classificação das amostras de acordo com o SUCS, seguindo metodologia descrita por ASTM (2000).

#### *3.4.1 Análise granulométrica*

A análise granulométrica consistiu no peneiramento das partículas com diâmetro maior que 2 mm, seguido de ensaio de sedimentação com defloculante e dispersão das partículas com diâmetro inferior a 0,075 mm e peneiramento das partículas com diâmetro dentro do intervalo restante (entre 0,075 e 2 mm), além do posterior tratamento estatístico dessa informação. A metodologia de execução da análise é descrita na NBR 7181 (ABNT, 1984c).

#### *3.4.2 Ensaios de limites de consistência*

Os limites de liquidez (LL) e limites de plasticidade (LP) foram obtidos a partir da metodologia descrita respectivamente na NBR 6459 (ABNT, 1984a) e na NBR 7180 (ABNT, 1984b).

#### *3.4.3 Ensaios de compactação*

Foi realizado o ensaio de compactação com cilindro de Proctor na energia normal, sem reúso de material, sobre as amostras 1B, 2B e 3, preparadas a 5% abaixo da umidade ótima presumível, conforme metodologia descrita na NBR 7182 (ABNT, 1986).

Os valores dos parâmetros massa específica aparente seca máxima ( $\gamma_s$ ) e umidade ótima para compactação foram calculados para cada amostra como sendo, respectivamente, a ordenada e a abscissa do ponto de máximo da curva de compactação, metodologia utilizada por Luciano et al. (2012).

### **3.5 Análise dos processos erosivos**

Os dados obtidos na etapa anterior serão relacionados com base nas referências bibliográficas, de modo a indicar quais os processos erosivos predominantes na área de estudo e subsidiar a escolha de possíveis alternativas de recuperação da área degradada.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados e discutidos em quatro etapas. Primeiramente no que toca as características ambientais (solo, geologia, topografia, hidrologia e uso e ocupação do solo) da área em estudo, bem como das propriedades físicas e mecânicas do solo e posteriormente na relação dessas características com os processos erosivos dominantes na região. Por último são apresentadas as medidas preventivas e corretivas sugeridas para controle de tais processos.

### 4.1 Características ambientais

A delimitação da microbacia hidrográfica do córrego do Marianinho é apresentada na Figura 2. O cálculo da área em planta, isto é, desconsiderando as irregularidades topográficas, foi possível através do software ArcGIS e resultou em um valor de 147 ha. O perímetro da microbacia também foi calculado igual a 5,3 km.

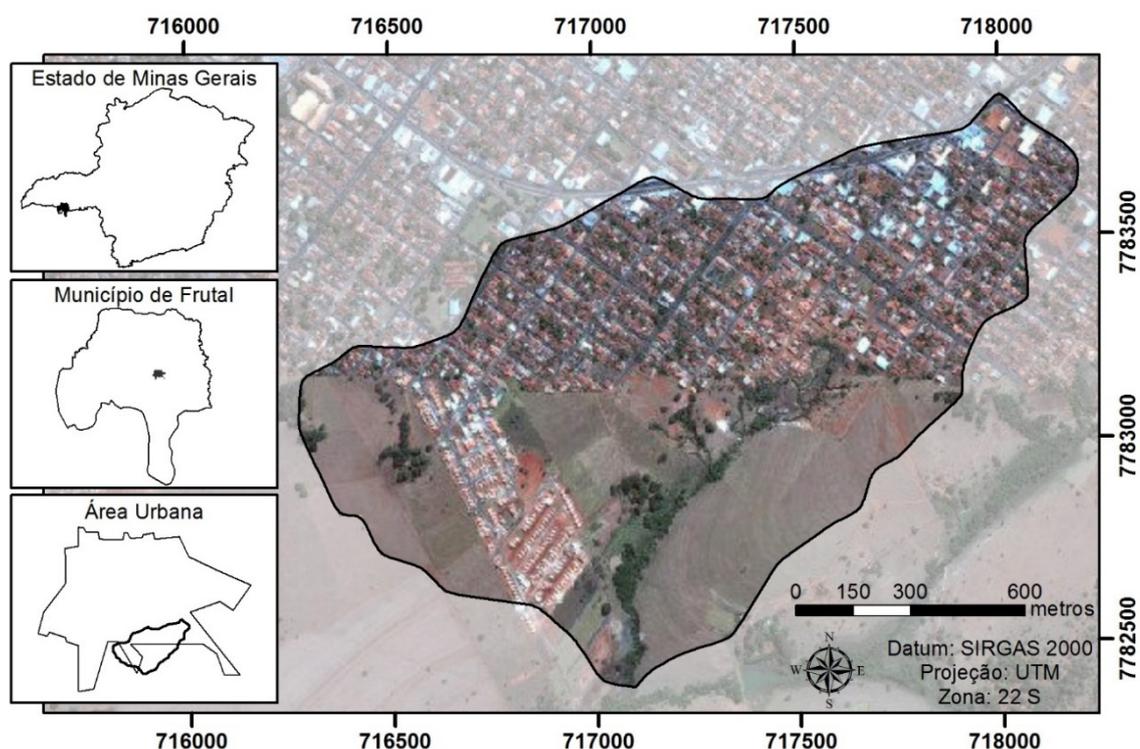


Figura 2 - Localização da microbacia hidrográfica do Corrégo do Marianinho no município de Frutal/MG

Os divisores de água propostos se mostraram coerentes com o que foi visualizado em campo, bem como com as curvas de nível apresentadas na Figura 3.

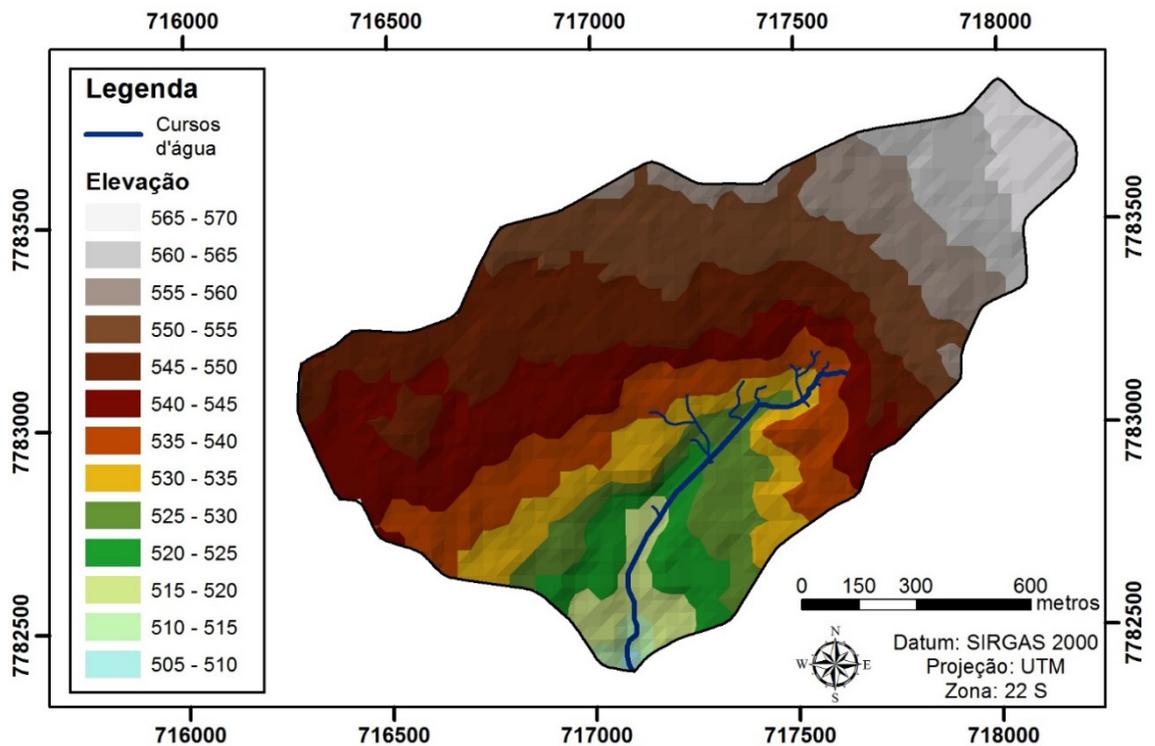


Figura 3 - Mapa hipsométrico da microbacia do córrego do Marianinho

Com base nos mapas hipsométrico (Figura 3) e de declividade (Figura 4) gerados e em visita ao local verifica-se na região a predominância de relevo suave ondulado (declividades entre 3 e 8%), presença de superfícies de aplainamento (declividades entre 0 e 3%) no topo da microbacia e relevo ondulado (declividades entre 8 e 20%) ao longo das proximidades do talvegue do córrego do Marianinho.

Vale salientar que a resolução espacial do SRTM utilizado, que é de 30 m, não permite calcular a inclinação em declives de pequena extensão, tais como os taludes dos córregos pouco erodidos ou mesmo os íngremes taludes da voçoroca.

As voçorocas possuem forma linear/bulbiforme, possuindo uma ramificação principal, com aproximadamente 100 m de extensão. Anteriormente ao aterro ocorrido 2013 devido aos riscos para as residências a montante, estima-se que essa ramificação apresentava 150 m. O córrego do Marianinho, de drenagem perene, é o ponto comum entre várias das ramificações da voçoroca. Em muitas delas foi identificada a interceptação do lençol freático, bem como há indício de surgências d'água mesmo em áreas pouco erodidas.

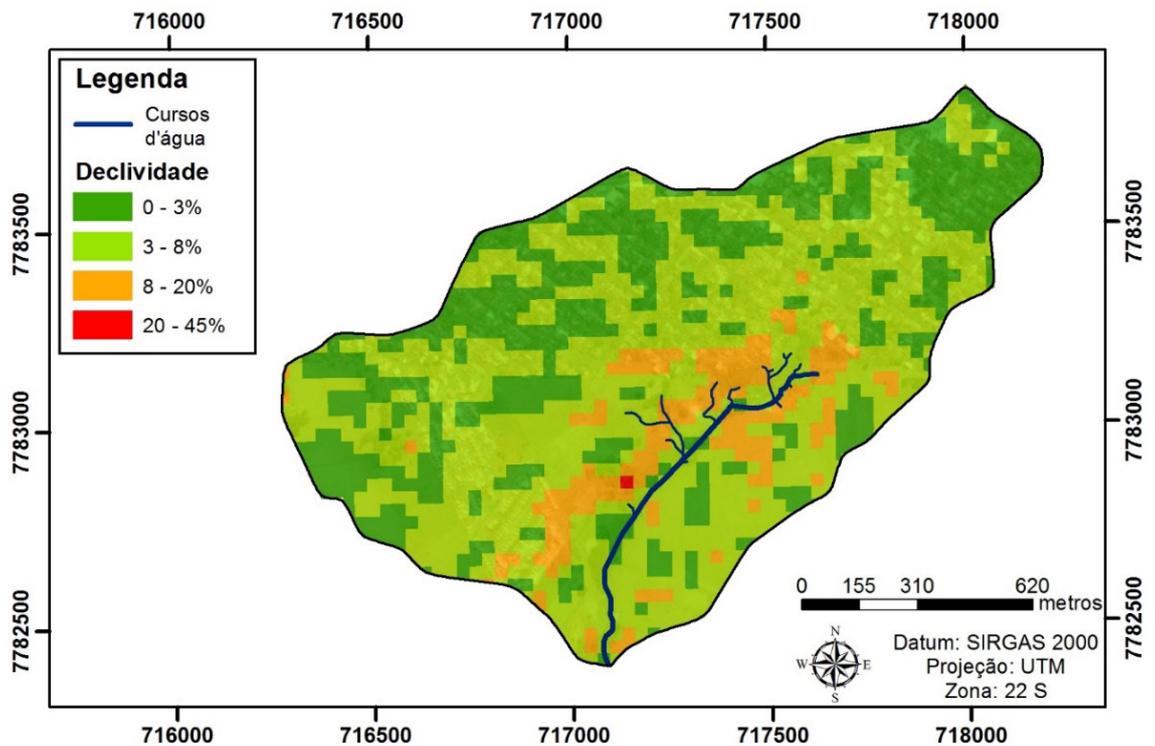


Figura 4 - Mapa de declividade da microbacia do Córrego do Marianinho

Foi possível identificar também em campo o início do processo de *piping* na superfície de aplainamento na margem esquerda do córrego próximo ao PC3. A água empocada na superfície indica a baixa permeabilidade do solo e a surgência de água através do fluxo subsuperficial em um ponto mais alto que o nível d'água do córrego, indicam a existência de um lençol suspenso.

Não foi encontrada na área percorrida nenhum contato dos arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe com o basalto da Formação Serra Geral, o que exclui a possibilidade de que seja esse contato um fator desencadeante das feições erosivas nessa microbacia.

Vários dispositivos de drenagem foram outrora construídos com o intuito de direcionar o fluxo de água para longe da área mais crítica do complexo de voçorocas, bem como de diminuir sua velocidade de aproximação. A água do córrego é límpida, com exceção das zonas mortas, que apresentam flocos avermelhados provavelmente provenientes da coagulação de compostos de ferro lixiviados dos taludes. Também não há odor na água na maior parte, exceto pela área próxima a um criadouro de suínos. Diversos materiais de origem antrópica, como resíduos sólidos domésticos e de construção civil, foram encontrados no leito do córrego, podendo tanto ter sido lançados diretamente lá, quanto carreados durante fluxo torrencial, uma vez que a maior parte da área de contribuição do córrego encontra-se urbanizada.

Situada no limite da área urbana, o atual uso e ocupação do solo da microbacia é diversificado, apresentando áreas naturais e antropizadas. Foi possível verificar em visita ao local a expansão da área urbana pela instalação de novos loteamentos. Foram identificados os seguintes usos predominantes: área urbana (55,5%), campo/

pastagens (35,8%), solo exposto/áreas degradadas (4,5%), mata/árvores de grande porte (4,2%) no ano de 2014.

Foi identificada a presença de trilhas feitas pelo gado, bem como de formigueiros e buracos de tatu, mas as áreas de pastagem não apresentam indícios de manejo intensivo. Além disso, segundo informações dos moradores da vizinhança, após verificação dos intensos processos erosivos a área com maior concentração de voçorocas foi cedida pelo proprietário à prefeitura da cidade de modo a possibilitar projetos de recuperação da área. Ainda assim, foram identificados

As áreas de solo exposto se devem em de parte pela supracitada instalação de novos loteamentos, o que remete a uma situação temporária, uma vez que em breve a ocupação do solo se dará como área urbana. As áreas de solo exposto próximas ao córrego são referentes aos deslizamentos de massas de terra recentes na época da fotografia utilizada, bem como à obra de aterro do braço sudeste da voçoroca, que ameaçava o bairro Ipê Amarelo.

Visitas a campo sugerem que a vegetação está lentamente se espalhando pela área aterrada, e há presença de vegetação nas bordas e interior da voçoroca, porém não há sinais claros de estabilização dos processos erosivos, uma vez que mesmo na área aterrada, podem ser visualizados sulcos e até ravinas. Nos outros braços da voçoroca podem também ser visualizadas as porções de terra que sofreram escorregamento e as encostas íngremes deixadas em seu lugar (Figura 5).

Nos taludes das voçorocas foi identificada passagem lateral de horizontes avermelhados para horizontes acinzentados. Os horizontes avermelhados, dominantes no PC4 (Figura 6), ocorrem a montante da transição e apresentam aspecto latossólico e textura franco-argilosa pelo teste de campo de sensibilidade ao tato. Os horizontes acinzentados, dominantes no PC2 (Figura 7), ocorrem a jusante da transição e apresentam aspecto glei e textura franco-siltosa pelo teste de campo.

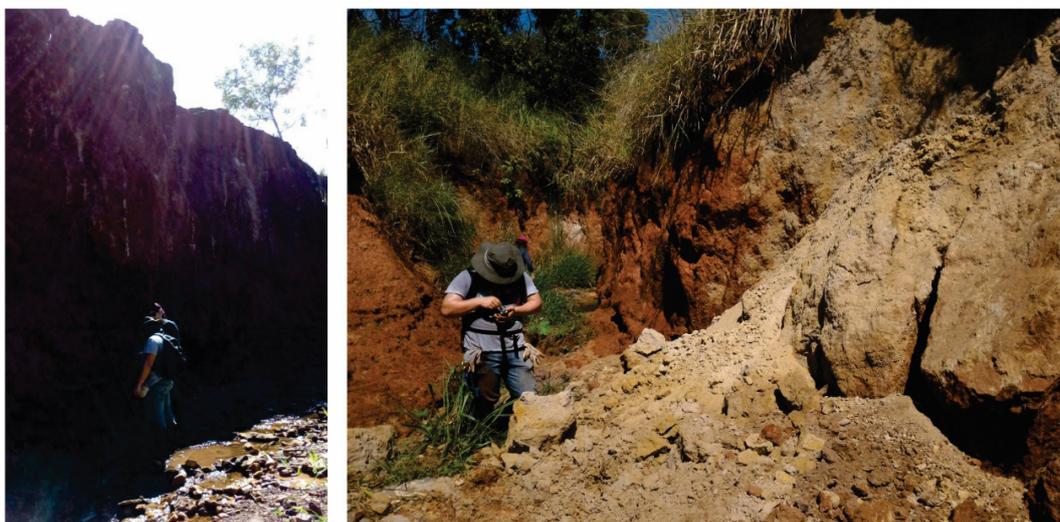


Figura 5 - Talude declivoso da voçoroca (esquerda) e massa de terra deslizada (direita) evidenciado a que os processos erosivos estão ativos



Figura 6 – Horizontes avermelhados em PC4

Além disso, é possível identificar, na maior parte da extensão percorrida no interior da voçoroca, um outro conjunto de horizontes avermelhados sobrejacente aos horizontes acinzentados, sendo facilmente visualizados em PC2 e PC3 (Figura 7) devido ao contraste de cores. Esses horizontes possivelmente se originaram da deposição de material advindo das zonas mais altas da bacia.



Figura 7 - Horizontes acinzentados em PC2 (esquerda) e PC3 (direita)

Já no ponto PC1 é possível identificar a transição lateral e vertical, abrupta e irregular/descontínua (Figura 8), sendo que os solos acinzentados ocorrem nas camadas superiores e os avermelhados nas inferiores.



Figura 8 - Transições vertical (esquerda) e lateral (direita) em PC1

#### 4.2 Propriedades físicas e mecânicas do solo

O resultado da análise granulométrica através dos ensaios de sedimentação e peneiramento, de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 1984b) é apresentada na Figura 9.

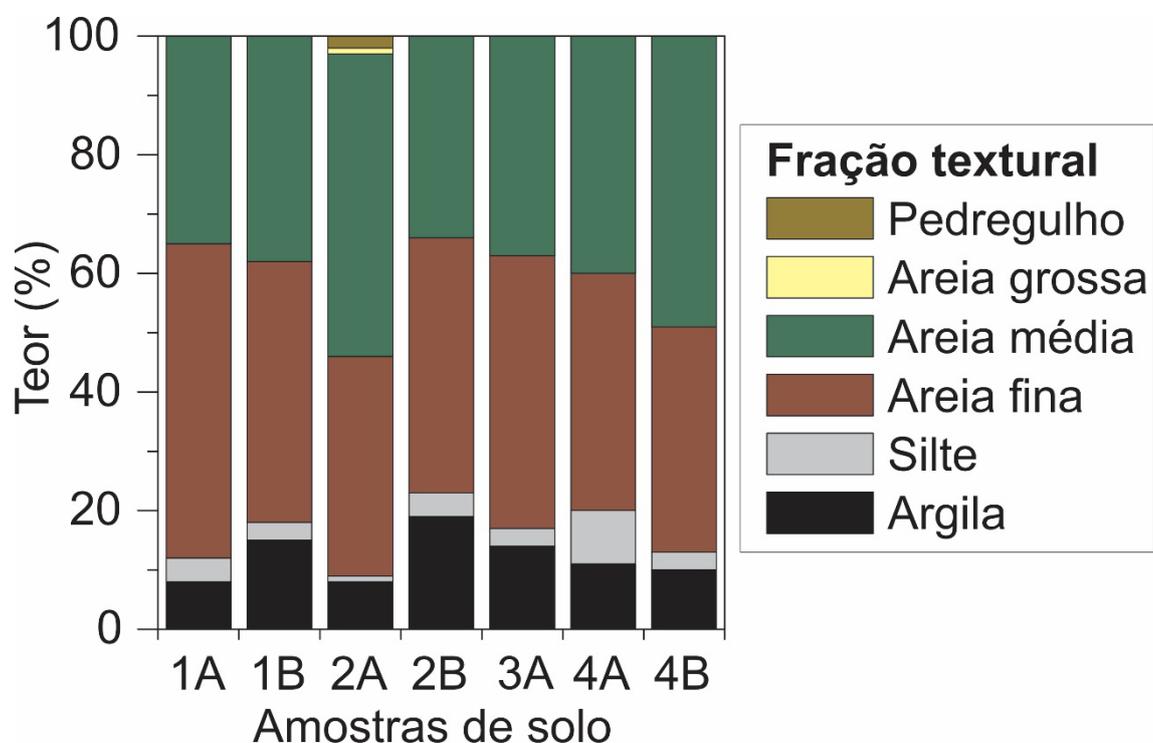


Figura 9 - Percentuais de cada fração textural, de acordo com a definição da ABNT

É possível perceber que existe grande semelhança entre os perfis de distribuição granulométrica de cada amostra, sendo que para todos eles a maior parte das partículas

de solo tem o diâmetro dentro dos intervalos de 0,06 a 0,2 mm, que corresponde a fração de areia fina, e 0,2 a 0,6 mm, que correspondem a fração de areia média, segundo a definição apresentada pela ABNT (1995). Tal semelhança sugere que as amostras têm origem a partir da mesma formação geológica, no caso, os arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe, encontrados subjacentes ao material inconsolidado analisado. As variações podem ser devidas a intercalação de diferentes fácies sendo algumas com maior proporção de sedimentos finos.

Também vale ressaltar que 100% das partículas de todas as amostras possuem diâmetro menor que 0,6 mm, com exceção da amostra 2A que apresentou 1% de areia grossa (diâmetro entre 0,6 e 2 mm) e 2% de pedregulhos finos (diâmetro entre 2 e 6 mm). A fração pedregulhos encontrada é basicamente composta de nódulos de cores ocre, ferrugem, vermelho escuro e preto, sendo os da última cor possivelmente óxido de manganês e das demais óxidos de ferro, o que conforme indicado por Siqueira et al. (2014) são indicativos da ocorrência de processos de laterização das camadas superficiais do solo.

A amostra que apresenta maior proporção da fração argila é a 2B (19%), retirada do horizonte acinzentado do PC2. Tal proporção de argila é menor que aquelas definidas por Morgan (2005) para as camadas inferiores dos solos duplex, ainda assim, a potencial redução abrupta do coeficiente de permeabilidade ao se atingir tais horizontes é fator intensificador do fluxo subsuperficial.

Os valores de dos limites de plasticidade (LP), limites de liquidez (LL), índices de plasticidade (IP) e de atividade de Skempton (Ac) para as amostras analisadas e classificação segundo o SUCS são apresentados na Tabela 1

Amostras	LP	LL	IP	Teor de Argila (%)	Ac	Grupo textural
1A	13	17	4	8	0,5	Areia argilo-siltosa
1B	17	22	5	15	0,3	Areia argilo-siltosa
2A	16	-	Não Plástico	8	-	Areia mal graduada com silte
2B	15	20	5	19	0,3	Areia argilo-siltosa
3	17	20	3	14	0,2	Areia siltosa
4A	16	24	8	11	0,7	Areia argilosa
4B	16	19	3	10	0,3	Areia siltosa

Tabela 1 - Valores dos limites de plasticidade (LP), limites de liquidez (LL), índices de plasticidade (IP) e de atividade de Skempton (Ac) das amostras e a classificação segundo o SUCS

Marcolin (2006) relataram correlação positiva entre o teor de argila e os valores de LL, LP e IP, no entanto os valores de LL, LP e IP no presente estudo não aumentaram diretamente com o teor de argila, por exemplo, a amostra 2B que apresenta maior teor

de argila não é aquela que apresenta os maiores valores de LL, LP e IP. Luciano et al. (2011) sugerem que isso pode ser devido ao predomínio de argilominerais com menor superfície específica, os quais diminuem a capacidade da fração argila de interagir com a água e reduzem o efeito lubrificante desta, não ocorrendo o deslizamento das partículas finas uma sobre as outras, o que reduz o IP do solo.

Medeiros (2014) divide a carta de plasticidade em três regiões de erodibilidade, sendo as amostras com  $LL < 30$  e ao mesmo tempo  $IP < 15$  consideradas de alta erodibilidade, aquelas com  $LL > 50$  ou  $IP > 30$  consideradas de baixa erodibilidade e o intervalo intermediário considerado como de média erodibilidade. Essa convenção, classifica todas as amostras coletadas nesse estudo como de alta erodibilidade.

Segundo Vargas (1993), para avaliar a consistência do solo é indispensável fazer uma análise comparativa de sua plasticidade, que pode ser realizada por meio do grupo textural em conjunto com os valores Ac. Observa-se que mesmo as amostras apresentando predominância da fração argila sobre a fração silte (Tabela 1), a classificação textural indicou a fração fina da maioria das amostras como siltosa (amostras 2A, 3 e 4B) e argilo-siltosa (amostras 1A, 1B, e 2B). Isso pode ser explicado pelo fato de o valor de Ac dessas amostras se encontrar abaixo da linha de atividade de 0,75, o que leva a classificação da fração fina dos solos como “argilominerais inativos” (Skempton, 1953). Tal classificação indica que os horizontes subsuperficiais dos solos amostrados apresentam, em função dos fatores e processos de formação do solo, baixo índice de plasticidade, o que por sua vez reflete em baixa coesão e adesão das partículas do solo. De modo análogo, a amostra 4A, que foi classificada como areia argilosa é aquela que apresentou maior valor de Ac (0,7), mas ainda assim, abaixo da linha de atividade de 0,75.

A influência do teor de argila sobre o valor de  $\gamma_s$  e da umidade ótima para compactação dos solos também pôde ser identificada, sendo as amostras com maior teor de argila (2B) aquela que apresentou maior valor  $\gamma_s$ , o que ocorre pela maior quantidade de cargas de superfície e área superficial específica, características que, somadas à maior capilaridade dos solos argilosos, resultam em maior retenção de água, em comparação aos solos com maior teor de silte e, ou, areia (REICHERT et al., 2009).

Os valores encontrados inclusive encontram-se próximos ao limite superior da faixa esperada, 1,7 a 2,0 g/cm<sup>3</sup>, para “solos arenosos com finos”. Verifica-se também que ocorrem relativamente pequenas variações na massa específica aparente seca com incrementos de umidade, tal como relatado por Trindade et al. (2008), segundo os quais a influência da umidade no processo de compactação é muito menos significativa em solos arenosos do que em solos argilosos, pois os fenômenos de superfícies curvas de compactação têm menor importância. Em solos argilosos, quando o solo se encontra com umidade abaixo da ótima, a aplicação de uma energia de compactação maior resultará num aumento de peso específico aparente seco, mas quando a umidade é maior que a ótima, um aumento na energia de compactação, pouco ou nada altera o

peso específico aparente seco, pois não se consegue expulsar o ar dos vazios.

### 4.3 Processos erosivos dominantes

A análise dos resultados demonstra que o relevo predominante na bacia é um fator importante para a susceptibilidade a processos erosivos, sendo a área de maior fragilidade aquela em que há aumento de declividade e consequente aparecimento de surgências de água subsuperficial, ou seja, as vertentes ou encostas do córrego do Marianinho.

O Latossolo em geral não é um solo propenso à erosão, o que está relacionado à baixa diferença no teor de argila entre os horizontes A e B, a boa permeabilidade e a drenabilidade alta (BOTELHO e GUERRA, 2003). Apesar disso, a granulometria média do subsolo dessa microbacia é um fator que agrava sua fragilidade ambiental uma vez que basta que as camadas superficiais sejam removidas para que o material friável, pobre em matéria orgânica e pouco coesivo também se torne exposto aos processos erosivos.

Aliados à diminuição da vegetação, outros condicionantes encontrados, como a presença de buracos de tatu, formigueiros e trilhas de gado, facilitam a criação de caminhos preferenciais para água e aceleram os processos erosivos na área em estudo, tal como observado por Baccaro e Carrijo (1999) na bacia do ribeirão Boa Vista, município do Prata, também localizada na região do Triângulo Mineiro.

É possível perceber a importante influência do escoamento superficial na intensificação da erosão, com destaque para o antigo braço sudeste que recebia a drenagem da área urbana se tornando a maior feição erosiva da microbacia, bem como para a área erodida a montante do PC1, a qual recebia parte da drenagem superficial através de um dispositivo de concreto e foi palco de um desmoramento recente de massas de terra. ou trilhas de gado são

Igualmente importante é a ocorrência do processo de piping, tal como visualizado nesse estudo e também por Vilela (2010), citado por Silva (2011), que rapidamente pode levar ao desenvolvimento de novas voçorocas e foi possivelmente um acelerador na gênese das feições erosivas hoje existentes na microbacia do Marianinho.

## 5 | CONCLUSÕES

Atualmente, a voçoroca do Marianinho afeta a estabilidade de residências e construções próximas e coloca em risco a vida da população que reside no bairro Ipê Amarelo. Como o resultado da caracterização ambiental da área de estudo e da análise dos processos erosivos relacionados à formação dessa voçoroca, conclui-se que existe uma fragilidade natural da área em virtude das características do clima, solo e relevo que propiciam a evolução de processos erosivos, com destaque para o processo de piping.

No entanto, percebe-se também que há uma aceleração desses mesmos processos erosivos em virtude da ocupação antrópica, especialmente no que toca a impermeabilização das zonas de cabeceira gerando fluxo superficial mais rápido e intenso para os mesmos eventos de chuva sazonais.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Instituto Água para Toda Vida e à Prefeitura de Frutal pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 6459** : 1984 : Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 1984a. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180** : 1984 : Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1984b. 3 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181** : 1984 : Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984c. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7182** : 1986 : Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 10 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6502** : 1995 : Rochas e solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 18 p.

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS). **ASTM D2487-00**: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). ASTM International, West Conshohocken, PA, 2000.

BACCARO, C. A. D.; CARRIJO, B.R. **Dinâmica e evolução dos processos erosivos no oeste do triângulo mineiro: a bacia do ribeirão Boa Vista - Prata/MG**. Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 1999. Disponível em: <[http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio\\_erosao/articles/Artigos/T082.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/Artigos/T082.pdf)> Acesso em: 19 jul 2016.

BOTELHO, R. G. M.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 3 ed. Bertrand Brasil, p.181-220, Rio de Janeiro, 2003.

DIAS, L.S.O.; ROCHA, G.A.; BARROS, E.U.A.; MAIA, P.H.P. **Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas**. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 4, n. 2, p. 265-271, 2004.

FALORNI, G.; TELES, V.; VIVONI, E.R.; BRAS, R.L.; AMARATUNGA, K.S. **Analysis and characterization of the vertical accuracy of digital elevation models from the Shuttle Radar Topography Mission**. Journal of Geophysical Research, Washington, v. 110, n. F2, p. 1-20, 2005.

LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATISTELLA, B.; WARMLIING, M.T. **Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, n. 36, p. 1733-1744, 2012.

LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATISTELLA, B.; WARMLING, M.T. **Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, n. 36, p. 1733-1744, 2012.

MARCOLIN, C.D. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de solos sob plantio direto, na região de Passo Fundo – RS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

MEDEIROS, G. P. **Susceptibilidade à erosão na alta bacia do ribeirão Barreiro – Alexânia-GO**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation** / R. P. C. Morgan. 3ª ed. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, 2005.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R. & KANSSON, I.H. **Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop, production in subtropical highly weathered soils**. Soil Tillage Res., v. 102, p. 242-254, 2009.

RODRIGUEZ, E.; MORRIS, C.S.; BELZ, J.E. **A global assessment of the SRTM performance**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Bethesda, v.72, n.3. p. 249-260, 2006.

SANTOS, A. R. **Diálogos geológicos: É preciso conversar mais com a terra**. Editora Nome da Rosa. São Paulo, 2008.

SILVA, V. C. **Análise geomorfológica em encosta de voçoroca: o caso da cabeceira do Córrego do Marianinho**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, 2011.

SIQUEIRA, A. C. D. A.; MAGINI, C.; DANTAS, E. L.; FUCK, R. A.; SASAKI, J. M. **Lateritas do Domínio Médio Coreau: comportamento geoquímico de mantos lateríticos do Noroeste do Estado do Ceará**. Brazilian Journal of Geology, v. 44, n. 2, p. 249-264, 2014.

SKEMPTON, A. W. The colloidal "Activity" of clays. In: International conference on soil mechanics and foundation engineering, 3, Zurich, 1953. **Proceeding...** Zurich, 1953. p.57-61.

TRINDADE, T. P.; CARVALHO, C. A. B.; LIMA, D. C.; BARBOSA, P. S. A.; SILVA, C. H. C.; MACHADO, C. C. **Compactação dos solos: fundamentos teóricos e práticos**. Viçosa: Editora UFV, 2008.

VARGAS, M. **Solos porosos e colapsíveis** (Apostila). São Carlos, Departamento de Geotecnia - EESC - USP, 1993.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**ALAN MARIO ZUFFO** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**JORGE GONZÁLEZ AGUILERA** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-008-7



9 788572 470087