

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

RINGO BENJAMIM VICTOR

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO MAUE NO DISTRITO DE ANGÓNIA EM MOÇAMBIQUE

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Rio Claro – SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

RINGO BENJAMIM VICTOR

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO MAUE NO DISTRITO DE ANGÓNIA EM MOÇAMBIQUE

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nádia Regina do Nascimento

Rio Claro – SP

2017

551.41 Victor, Ringo Benjamim  
V644L Levantamento pedológico da bacia hidrográfica do rio  
Maue no distrito de Angónia em Moçambique / Ringo  
Benjamim Victor. - Rio Claro, 2017  
163 f. : il., figs., gráfs., forms., tabs., quadros, fots.,  
mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientadora: Nádia Regina do Nascimento

1. Ciência do solo. 2. Solos. 3. Mapeamento. 4.  
Planejamento de uso de terras. 5. Recursos Naturais. 6.  
Agricultura. I. Título.

RINGO BENJAMIM VICTOR

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO MAUE NO DISTRITO DE ANGÓNIA EM MOÇAMBIQUE

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profª. Dra. Nádia Regina do Nascimento – orientadora  
(IGCE/UNESP/Rio Claro-SP)

---

Profª. Dra. Vânia Silvia Rosolen (IGCE/UNESP/Rio Claro-SP)

---

Prof. Dr. Alisson Duarte Dinis (IGEO/UFBA/Salvador-Ba)

---

Profª. Dra. Cristiane Regina Michelon (UVRS/SL/RS)

---

Prof. Dr. Oldair Del’Arcos Vinhas Costa (CCAAB/UFRB/ -Ba)

Rio Claro, SP, 14 de Dezembro de 2017

**RESULTADO: APROVADO**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus avós Martins Matícuia Nail e Maria Rosa Ambrique, e meus tios Renato Martins Matícuia e Eduardo Victor Valane (*In memoriam*).

À Glen e Flora, minhas jóias preciosas, filhos tão esperados e amados que é a alegria da nossa casa e o motivo pelo qual luto mais ainda.

Aos meus pais Benjamim Victor Valane e Florência Martins Matícuia por me terem trazido a esse mundo, pelo amor incomensurável e, seus sábios ensinamentos que sempre me transmitiram. Apesar da distância geográfica, sei que sempre torceram por mim. Tenho a certeza de que, com mais esta conquista, estão mui felizes do que eu.

Aos meus irmãos Victor, Mara, Amarildo e Eduardo por todas as privações e paciência que passaram durante a realização deste trabalho e todos os anos da minha jornada acadêmica. Foram momentos tempestuosos, de tamanha amargura, sacrifício e acima de tudo, lutas, lutas estas incansáveis que afinal de contas contribuíram para o sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pelo dom da vida e saúde.

A Prof<sup>a</sup>. Dra Nádia Regina do Nascimento, minha orientadora, que acompanhou nas distintas fases, desde os primeiros contatos para a carta de aceite e a bolsa de ingresso, a chegada em Rio Claro- São Paulo e até a elaboração deste trabalho. Portanto, serei eternamente grato pela sua simplicidade, dedicação, amizade, auxílio, experiências e conhecimento científico transmitido nas mais diversas etapas da minha formação. Professora, o meu muito obrigado do fundo do coração.

Ao Prof. Doutor Rogério José Uthui, “Reitor dos Reitores”, pela autorização de continuação dos estudos tanto ao nível de mestrado bem como de doutorado.

Ao Prof. Doutor Mateus Lindonde, Diretor da Delegação da UPTete, por ter aprovado a continuação da minha formação.

Ao Prof. Dr Oldair Del` Arcos Vinhas Costa, por ter me incentivado e facultado a carta de recomendação para o doutorado. Ademais, meus sinceros agradecimentos vão concomitantemente por ter aceite o convite para compor a comissão examinadora da banca de doutorado.

Ao Prof. Dr. Juliano Bastos e a Profa. Dra Stela C. Duarte Mitha pelo incentivo aos meus estudos.

Ao Professor José da Silva Julião pela conceição da carta de recomendação e pelos incentivos prestados aquando da candidatura ao doutorado.

Aos professores Profa. Dra. Maria Isabel C. de Freitas, Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher, Profa. Dra. Andréia Aparecida Zacharias, Prof. Thiago Sana pelos grandes e sábios ensinamentos na área de SIG e Sensoriamento Remoto. O meu muito obrigado.

Agradeço paralelamente aos professores, colegas e amigos Dr. Sabil Damião Mandala e Dr. Joaquim Notice pelos momentos partilhados durante a nossa formação na UNESP, Campus de Rio Claro em São Paulo- Brasil. Para além da nossa formação, a nossa estadia neste quadrante do globo foram momentos preciosos e ímpares caracterizados por aprendizagens e troca de experiências.

A José João Passe, amigo da trincheira, colega inseparável tanto da residência no CREI em Mathundo-Kabinde, no trabalho (UPTete), na carteira (UFRB) e em São Paulo, que nos momentos delicados dessa jornada sempre esteve ao meu lado prestando apoio necessário e, pela sua sincera amizade.

Ao Sr. Paulo Carvalho pelo auxílio moral e material durante a pesquisa de campo. O meu muito obrigado.

Aos inesquecíveis amigos David e técnico Elídio F. Carvalho, pela colaboração, dedicação e auxílio incansável durante todo o trabalho de campo. O meu muito obrigado do fundo do coração.

Ao grande amigo Msc. Narciso Montanha pela sincera amizade. Ademais, os meus agradecimentos vão especialmente pelo auxílio no transporte das minhas amostras de solo. O meu muito obrigado.

Aos inesquecíveis professores e colegas do curso, pelo carinho, apoio e oportunidade de compartilhar momentos de saberes e risadas durante a formação.

Sou particularmente grato a Sra. Amanaci Coli, juntamente com seu esposo o Sr. Alcides pela sua simpatia, fraternidade, amizade e acima de tudo pela hospitalidade. Serei eternamente grato pelo vosso amor incomensurável, pois me sinto verdadeiro filho vosso.

Meus extensivos agradecimentos vão a Sra. Adriana, Mara, Wellen, Irene, Andreza, Daiane e Renata, pela sincera amizade e pelos momentos de tamanha felicidade compartilhados.

A Igreja Adventista do 7º Dia da Bela Vista- Rio Claro, pela hospitalidade durante a minha estadia em São Paulo.

A ti oh Cristiane Miranda, cognominada por Cris, menina afável, sincera e simpática que em diversos momentos não poupou esforços para que me tirasse de situações difíceis que a vida me impunha. Cris, obrigado do fundo do coração por tudo quanto fizeras por mim.

Aos colegas integrantes do Laboratório de LAGEO, em especial: Ramon, Valéria, Vanessa, Estevão, Alessandra e Sírius que em diversos momentos compartilharam seus ensinamentos e suas risadas na elaboração do presente trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN/IGCE/UNESP), em especial, Ubirajara Gerardin (Bira), Álvaro, Carol, Arnaldo, Suely e Cássia pelo apoio nos diversos níveis, desde a área burocrática, de informática e laboratório.

À técnica Magali Leme Falcão do GEOCARTO - Laboratório de Geotecnologias e Cartografia do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN/IGCE/UNESP), pelo apoio na digitalização de mapas e impressões. À Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci, por ter autorizado o candidato a frequentar o LAGEO (Laboratório de Geomorfologia).

À UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e ao PPGG- Programa de Pós-Graduação em Geografia por ter aceite a minha candidatura para a realização deste curso.

À CAPES/PEC-PG – Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Nível Superior e o Programa Estudante Convênio de Pós-Graduação pela concessão da bolsa, processo n° 9086-14-5 sem a qual não seria possível materializar este sonho.

Ao Governo do Distrito de Angónia pela prontidão no fornecimento de dados pertinentes a pesquisa. O meu muito obrigado.

À Todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!



## RESUMO

O trabalho objetivou realizar o Levantamento Pedológico e Avaliação da Aptidão Agrícola de Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue no Distrito de Angónia em Moçambique, numa área com 4.592,56 ha de cobertura. Para além de uso de técnicas de geoprocessamento, efetuou-se o levantamento de solos em campo, sua descrição morfológica e análises físico-químicas para fins de fertilidade agrícola. De posse dos resultados analíticos, os solos foram classificados à luz da FAO-WRB (2014), identificando-se assim, 10 classes de solos: Vertisol Gleic Eutric; Plinthosol Pisolithic Eutic; Acrisol Eutric Sodic; Cambisol Eutric Haplic1; Ferralsol Sodic Yellow; Gleysol Eutric Haplic; Solonetz Eutric Duric; Cambisol Eutric Haplic2; Solonetz Sodic Eutric; e Ferralsol Yellow-Red Eutric. Os resultados da pesquisa evidenciam que 20% dos solos da bacia são de elevada fertilidade natural (eutróficos), correspondendo à classes de Ferralsol Yellow-Red Eutric e Cambisol Eutric Haplic1. Por sua vez, 80% dos solos, apesar de eutróficos, possuem baixa fertilidade natural, pois, apresentam-se com problemas de sodicidade, o que representa limitação ao desenvolvimento das culturas. Fisicamente, os solos se apresentam com restrições (coesão, adensamento, cimentação de horizontes e endopedregosidade) para as classes de Cambisols e Solonetz. Apesar disso, se prestam à lavoura, mas quando submetidos a correções e manejos visando à melhoria de sua estrutura e fertilidade. A partir da avaliação da aptidão agrícola de terras identificou 5 classes: 1ABC, que compreende terras pertencentes às classes de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A, B e C (40,41%); 5SN- corresponde a terras pertencentes à classe de aptidão boa para silvicultura e pastagem natural (24,05%); 4P- terras pertencentes à classe de aptidão boa para pastagem plantada (15,62%); 1(a)BC - terras pertencentes à classe de aptidão boa para a lavoura nos níveis de manejo B e C, e restrita ao nível A (10,23%) e, por último, a classe 6- terras sem aptidão para o uso agrícola (9,69%) da área total. Esta última destina-se a preservação da flora e fauna. Ainda assim, em termos percentuais não reduzem significativamente as terras agricultáveis a região, pois esta se apresenta com considerável potencial de uso, haja vista que 90,31% da cobertura total da área correspondem a áreas aptas para a lavoura. Apesar disso, observa-se que a forma de exploração dos solos em Maue ameaça sua conservação a médio e longo prazo, em virtude da sodicidade destes resultante do uso de adubos e fertilizantes químicos por parte da população, conduzindo, portanto, a salinização dos solos e seus impactos a nível socio-ecológico. Portanto, há profunda necessidade de reverter à situação em prol da sustentabilidade ambiental, caso contrário fará com que se hipotéquem as necessidades das futuras gerações pelas relações entre o Homem, solo e a agrobiodiversidade que sustêm a vida daquelas comunidades conduzindo, eventualmente, a erosão, à redução e perda de produtividade dos solos, a fome, pobreza e miséria em lugar do bem-estar de que se desejam.

Palavras-chave: Ciência do Solo. Solos. Mapeamento. Planejamento de uso de terras. Recursos naturais. Agricultura.

## ABSTRACT

The objective of this work was to carry out a soil survey and evaluation of the agricultural suitability of the Maue River Basin in the District of Angónia in Mozambique, with 4,592.56 ha. In addition to the use of geoprocessing techniques, soil survey in the field, its morphological description and physical-chemical analyzes were carried out for agricultural fertility purposes. Based on the analytical results, the soils were classified according with to FAO-WRB (2014), thus identifying 10 classes of soils: Vertisol Gleic Eutric; Plinthosol Pisolithic Eutric; Acrisols Eutric Sodic; Cambisol Eutric Haplic1; Ferralsol Sodic Yellow; Gleysol Eutric Haplic; Solonetz Eutric duric; Cambisol Eutric Haplic2; Solonetz Sodic Eutric; and Ferralsol Yellow-Red Eutric. The results of the research show that 20% of the soils of the basin are of high natural fertility (eutrophic), corresponding to the classes of Ferralsol Yellow-Red and Cambisol Eutric Haplic 1. On the other hand, 80% of the soils, although eutrophic, have low natural fertility, therefore, they are faced with problems of sodicity, what represents limitation to the development of the cultures. Physically, the soils present themselves with restrictions (cohesion, densification, cementing of horizons and endopedregosidade) for the classes of Cambisols and Solonetz. Despite this, they lend themselves to farming, but when submitted to corrections and maneuvers aiming at the improvement of its structure and fertility. The appraisal of agricultural landability identified 5 classes: 1ABC, which comprises lands belonging to the good fitness classes for crops at management levels A, B and C (40.41%); 5SN- corresponds to lands belonging to the good fitness class for forestry and natural pasture (24.05%); 4P - lands belonging to good fitness class for planted pasture (15.62%); 1 (a) BC - lands belonging to the good farming class at management levels B and C, restricted to level A (10.23%) and, lastly, class 6 land not suitable for use (9.69%) of the total area. The latter is intended for the preservation of flora and fauna. Nevertheless, in percentage terms they do not significantly reduce the arable land in the region, since it presents considerable potential for use, since 90.31% of the total area coverage corresponds to areas suitable for farming. Despite this, it is observed that the way of exploitation of the soils in Maue threatens its conservation in the medium and long term, due to the sodicity of these resulting from the use of fertilizers and chemical fertilizers by the population, leading, therefore, the salinization of the soils and their socio-ecological impacts. Therefore, there is a deep need to revert to the situation in favor of environmental sustainability, otherwise it will cause the future generations' needs to be mortgaged by the relationships between man, soil and agrobiodiversity that sustain the lives of those communities, eventually leading to erosion, to the reduction and loss of soil productivity, hunger, poverty and misery rather than the desired welfare.

**Keywords:** Soil science. Mapping. Soil. Land use planning. Agriculture. Natural resources.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>AA</b>	Atividade da fração Argila
<b>ADA</b>	Argila Dispersa em Água
<b>Al</b>	Alumínio
<b>Ca</b>	Cálcio
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonato de Cálcio
<b>CEes</b>	Condutividade Elétrica Extrato de Saturação
<b>CENACARTA</b>	Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção
<b>CFSEMG</b>	Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais
<b>cm</b>	Centímetros
<b>cmolc dm<sup>-3</sup></b>	Centimol de Carga por Decímetro Cúbico
<b>cmolc kg<sup>-1</sup></b>	Centimol de carga por kilograma
<b>CO</b>	Carbono Orgânico
<b>CTC</b>	Capacidade de Troca de Cátions
<b>dag kg<sup>-1</sup></b>	Dacagrama por Kilograma
<b>DINAGECA</b>	Direção Nacional de Geografia e Cadastro
<b>DNG</b>	Direção Nacional de Geologia
<b>d/Sm<sup>-1</sup></b>	Decesimens por metro
<b>E</b>	Este
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>FAO</b>	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
<b>WRB</b>	<i>World Reference Base for Soil Resources</i>
<b>Fe</b>	Ferro
<b>GF</b>	Grau de Floculação
<b>GPS</b>	<i>Global Position Sistem</i>
<b>H</b>	Hidrogênio
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Água
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Acido Sulfúrico
<b>ha</b>	hectare
<b>HCl</b>	Ácido Clorídrico
<b>Hg</b>	Mercúrio
<b>Hor</b>	Horizonte
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

<b>IIAM</b>	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
<b>INAM</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>INIA</b>	Instituto Nacional de Investigação Agronômica
<b>K</b>	Potássio
<b>K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	Dicromato de Potássio
<b>KCl</b>	Cloreto de Potássio
<b>Km<sup>2</sup></b>	Quilómetros quadrados
<b>LANDSAT</b>	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
<b>Ltda</b>	Limitada
<b>m</b>	metro
<b>m/km</b>	Metro por Quilometro
<b>MAE</b>	Ministério de Administração Estatal
<b>MDE</b>	Modelo Digital de Elevação
<b>mg dm<sup>-3</sup></b>	Miligramas por Decímetros cúbicos
<b>Mg</b>	Magnésio
<b>Mg</b>	Miligramas
<b>MICOA</b>	Ministério Para a Coordenação da Acção Ambiental
<b>MINAG</b>	Ministério de Agricultura
<b>MINAP</b>	Ministério de Agricultura e Pescas
<b>mL</b>	Mililitro
<b>Mn</b>	Manganês
<b>Mn</b>	Manganês
<b>MO</b>	Matéria Orgânica
<b>MPF</b>	Ministério de Plano e Finanças
<b>N</b>	Norte
<b>Na</b>	Sódio
<b>NaF</b>	Fluoreto de Sódio
<b>NaOH</b>	Hidróxido de Sódio
<b>NE-SW</b>	Nordeste-Sudoeste
<b>P</b>	Fósforo
<b>Pb</b>	Chumbo
<b>PDUT</b>	Plano Distrital de Uso de Terras
<b>PEDDII</b>	Plano Estratégico de Desenvolvimento Distrital Dois
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico

<b>PNISA</b>	Plano Nacional de Investimento do Setor Agrário
<b>Prof.</b>	Profundidade
<b>PST</b>	Percentagem de saturação por Sódio
<b>RGB</b>	<i>Red Gren Blue</i>
<b>S</b>	Enxofre
<b>SAAAT</b>	Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola de Terras
<b>SB</b>	Soma de Bases
<b>EARS</b>	<i>East African Rift Sistem</i>
<b>SiBCS</b>	Sistema Brasileiro de Classificação de Solo
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SR</b>	Sensoriamento Remoto
<b>T</b>	Capacidade de Troca de Cátions
<b>Ta</b>	Atividade Alta
<b>Tb</b>	Atividade baixa
<b>TFSA</b>	Terra Fina Seca ao Ar
<b>TIN</b>	<i>Triangular Irregular Network</i>
<b>UFV</b>	Universidade Federal de Viçosa
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para Educação Ciência e Cultura
<b>UNESP</b>	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
<b>USGS</b>	<i>United States Geological Survey</i>
<b>UTM</b>	<i>Universal Transversa Mercator</i>
<b>V</b>	Percentagem de Saturação por Bases
<b>WGS 84</b>	<i>World Geodetic System 84</i>
<b>ZPP</b>	Zona de Protecção Parcial
<b>ZPP's</b>	Zonas de Protecção Parciais

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa de localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	34
Figura 2- Mapa de geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	36
Figura 3- Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	42
Figura 4- Mapa de uso atual de terras da área de estudo.....	53
Figura 5- Mapa de Delimitação de ZPP da área de estudo.....	55
Figura 6- Mapa de conflitos de uso de terras da área em estudo.....	57
Figura 7- Mapa pedológico da área de estudo segundo FAO-WRB (2014).....	110
Figura 8- Mapa Pedológico da área de estudo segundo SiBCS (EMBRAPA, 2013).....	112
Figura 9- Mapa de Aptidão Agrícola das Terras da área de estudo.....	121
Foto 1- Barragem de captação de água na Vila Ulónguê.....	44
Foto 2- Visão geral de solos vermelhos na Vila de Ulónguê.....	45
Foto 3- Visão geral de Floresta de Miombo.....	47
Foto 4- Panorama geral de queimadas na área de estudo.....	58
Foto 5- Perfil de Vertisol Gleic.....	62
Foto 6- Perfil de Plinthosolo Pisolithic.....	64
Foto 7- Perfil de Acrisol Eutric.....	66
Foto 8- Perfil de Cambisol Haplic1.....	67
Foto 9- Perfil de Ferralsol Sodic.....	69
Foto 10- Perfil de Gleysol Eutric.....	71
Foto 11- Perfil de Solonetz Eutric.....	72
Foto 12- Perfil de Cambisol Haplic2.....	74
Foto 13- Perfil de Solonetz Sodic.....	76
Foto 14- Perfil de Latossolo Ferralsol Yellow-Red.....	77
Foto 15- Uso de fertilizantes químicos (NPK) pelo agricultor familiar no cultivo de tomate em Angónia.....	107
Foto 16- Filhos de agricultor aplicando fertilizantes químicos em cultura de tomate em Angónia.....	107
Foto 17- Cultivo de repolho pelo pequeno agricultor em Angónia.....	108
Foto 18- Uso de fertilizantes químicos (Kung Fu) no cultivo de repolho em Angónia.....	108

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1- Dados termopluviométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	43
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Valores de temperatura e precipitação da estação meteorológica de Maue em Angónia.....	43
Tabela 2- Classes de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia.....	52
Tabela 3- Atributos morfológicos.....	136
Tabela 4- Atributos físicos.....	82
Tabela 5- Atributos químicos.....	93
Tabela 6- Classes de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	109
Tabela 7- Correspondência aproximada das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Maue segundo FAO-WRB (2014) e SiBCS (EMBRAPA, 2013).....	111
Tabela 8- Classes de aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	119

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Simbologia correspondente as classes de aptidão agrícola das terras.....	118
Quadro 2- Quadro-guia de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	125
Quadro 3- Relação entre solos e classes (grupos e subgrupos) de aptidão agrícola de terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia.....	126

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. Justificativa e relevância do tema.....	18
1.2. Problematização.....	19
1.3. Objetivos do Trabalho.....	22
1.3.1. Objetivo geral.....	22
1.3.2. Objetivos específicos.....	22
2. MATERIAL E MÉTODO.....	23
2.1. Revisão bibliográfica.....	23
2.2. Método cartográfico e trabalho de gabinete.....	23
2.2.1. Delimitação da bacia hidrográfica e localização geográfica.....	24
2.2.2. Mapas de uso das terras, Zonas de Proteção Parcial e de conflito de uso das terras.....	24
2.2.3. Modelo Digital de Elevação (MDE).....	26
2.2.4. Mapa de Declividade.....	27
2.2.5. Observação direta e Trabalho de Campo.....	27
2.2.6. Análises Laboratoriais.....	29
2.2.6.1. Análises físicas.....	29
2.2.6.2. Análises Químicas.....	30
2.2.7. Mapas de solos e aptidão agrícola das terras.....	31
3. CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS DOS SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAUE.....	34
3.1. Localização geográfica da área de estudo.....	34
3.2. Geologia.....	34
3.2.1. Neotectônica.....	37
3.3. Geomorfologia.....	39
3.4. Clima.....	42
3.5. Hidrografia.....	44
3.6. Solos.....	44
3.7. Vegetação.....	46
3.8. Fauna.....	47
4. APLICAÇÃO DO SIG NA ANÁLISE DE COBERTURA E CONFLITO DE USO DE TERRAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAUE.....	48
4.1. SIG aplicado a classificação de cobertura de uso de terras.....	49



4.2. Cobertura de uso das terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue.....	51
4.3. Zonas de Preservação Parcial (ZPP).....	54
4.4. Conflitos de uso de terras.....	56
5. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.....	60
5.1. Conceituação e importância de levantamentos de solos.....	60
5.2. Atributos morfológicos.....	61
5.3. Atributos físicos.....	78
5.4. Atributos químicos.....	84
5.5. Classificação de solos.....	95
5.5.1. Fertilidade e correção dos solos afetados por sodicidade.....	103
5.6. Mapeamento de solos.....	109
6. AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DE TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAUE, NO DISTRITO DE ANGÓNIA.....	115
6.1. Conceituação e generalidades sobre avaliação de aptidão agrícola das terras.....	115
6.2. Levantamento de aptidão agrícola das terras da área de estudo.....	118
CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS.....	129
APÊNDICE A: Tabelas de descrição morfológicas dos perfis estudados .....	135
APÊNDICE B: Fichas de descrição morfológicas de perfis estudados.....	146
APÊNDICE C: Panorama da paisagem no âmbito do trabalho de campo.....	158

## 1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm sido marcadas por profundas modificações tecnológicas impelidas pela necessidade de desenvolvimento socioeconômico, o que tem contribuído substancialmente para a degradação dos recursos naturais, quais sejam: florestas, fauna, pastos, corpos hídricos e, solos comprometendo deste modo os serviços ecossistêmicos. Um dos grandes fatores que têm contribuído para esse desequilíbrio é o crescimento da população acompanhado da falta do planejamento de uso das terras, fato que tem gerado um excessivo consumo, desperdício e degradação dos recursos naturais.

O uso das terras seja para fins agropecuários, urbanos e outros análogos sem o conhecimento das suas potencialidades e limitações têm comprometido a capacidade de sustentação dos sistemas naturais, submetendo-as à degradação e à perda de produtividade, com repercussão ecológica, econômica e social negativa.

A esse respeito, Dent e Young (1993) referem que a falta de um planejamento racional de uso das terras, seja pela falta de conhecimento, seja pela necessidade dos agricultores, tem promovido diversos impactos negativos, muitas vezes chegando a limites críticos em determinadas regiões, resultando em degradação ambiental e deterioração das condições de vida das comunidades. Disso decorre a eclosão de conflitos entre as populações pela demanda dos meios de existência resultado da sua escassez, deterioração e exaustão; e, por conseguinte, as migrações fato que exacerba a pobreza, fome e miséria em lugar do bem-estar de que se desejam tanto no local de partida, quanto no de chegada.

A agricultura é um dos segmentos mais importantes da cadeia produtiva e é aquele que mais depende das condições ambientais. O ambiente, basicamente solo, relevo e clima, controlam o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas. Dentro desse contexto, vale lembrar que as condições ambientais devem ser adequadamente avaliadas antes da implantação de projetos ligados a desenvolvimento agrícola. Assim, o primeiro passo, em qualquer planejamento deve ser a identificação das áreas com alto potencial de uso, isto é, áreas onde o solo, clima, relevo e, a hidrografia sejam adequados para as culturas.

Em face dessa realidade, depreende-se que o conhecimento e geração de informação relativa ao levantamento de solos é extremamente importante para orientar os diversos usos, manejos e conservação de solos visando maximizar a produção e produtividade agrícola sem, no entanto, impactar negativamente os ecossistemas.

Morelle e Lejeune (2000) consideram que a gestão racional das terras exige bom conhecimento das características físicas das terras. Contudo, estes dados por si só não são suficientes; pois se torna necessário considerar também, o ponto de vista da capacidade das

terras para as atribuições previstas, haja vista que a produção agrícola é especialmente dependente das características físicas, químicas e biológicas dos solos, bem como de sua aptidão.

Considerando o acima exposto, o presente trabalho intitulado “Levantamento Pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Maue no Distrito de Angónia em Moçambique” visa estudar os solos e as terras da região em referência com vista a subsidiar no planejamento de uso das terras, (re) orientando, assim, projetos agrícolas e outros de desenvolvimento socioeconômicos na área de estudo.

Com relação à estrutura, o trabalho compõe-se de seis (6) capítulos. No capítulo 1 são apresentados a introdução, justificativa, problematização e os objetivos que nortearam a realização da pesquisa. Por sua vez, o capítulo 2 discorre sobre os procedimentos metodológicos do trabalho. O capítulo 3 alude sobre a caracterização do meio biofísico da área de estudo (geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrografia, flora e fauna).

O capítulo 4 cinge-se sobre aplicações do Sistema de Informação Geográfica (SIG) na análise de cobertura e conflitos de uso de terras da bacia hidrográfica do rio Maue em Angónia e, o capítulo 5 apresenta a análise dos resultados decorrentes do levantamento, caracterização, classificação e mapeamento de solos da área estudada. O capítulo 6 faz referência a avaliação da aptidão agrícola das terras da área em referência. Por último, contempla ainda as conclusões, a bibliografia consultada e os apêndices.

### **1.1. Justificativa e relevância do tema**

Justifica-se, portanto, a realização dessa pesquisa pela necessidade de se conhecer melhor os domínios pedológicos e, classes de aptidão agrícola das terras, de forma a produzir informações capazes de auxiliar no planejamento e manejo mais adequado dos mesmos, pois, as informações sobre solos atualmente disponíveis no Distrito de Angónia restringem-se apenas a relatórios de levantamentos feitos em nível exploratório, a exemplo de escala de 1:1000.000. Nestes, o mapeamento é pouco preciso, desatualizado e inadequado para o planejamento de bacias, pois a bacia hidrográfica é considerada como sendo a menor unidade física para o planejamento em gestão ambiental.

Para este tipo de planejamento, o nível de detalhe utilizado nos levantamentos deve permitir a definição e caracterização mais precisa quanto aos tipos de solo e de características do meio físico como: declividade, pedregosidade, grau de erosão, condições de drenagem e profundidade efetiva. O levantamento semidetalhado permite a obtenção destas informações

de forma pormenorizada e, adequado para permitir a avaliação do potencial de uso das terras em este ambiente.

Deste modo, a escassez e até inexistência de dados em escala semidetalhada tanto de solos quanto de aptidão agrícola das terras sobre a área para a qual o estudo incide, impeliu o desejo de realizar um levantamento pedológico capaz de auxiliar ao público e aos órgãos oficiais locais (Governo) na tomada de decisão para o planejamento de uso das terras. Ademais, com este, pretende-se gerar uma base de dados pedológico com informações úteis a múltiplos usos dos distintos setores econômicos, notadamente: agricultura, pecuária, recreação, urbanização entre outros.

Uma vez que o mesmo propõe-se a estudar e mapear os solos da região em referência, achamos oportuna a geração de um banco de dados geográficos com informações espacializadas sobre solos, obtidas pelo levantamento de campo e de análises laboratoriais, que servirão de ciência das potencialidades e limitações dos agroecossistemas, podendo-se deste modo, contribuir para a melhor organização e ocupação do espaço.

Paralelamente, por Moçambique ser a pátria onde viu nascer o autor, despoletou anseio em levar a cabo estudo de âmbito de organização do espaço e análise ambiental por forma a minimizar os efeitos adversos nos sistemas agroecológicos na bacia em referência, situação essa que se caracteriza pelos conflitos de uso das terras.

## **1.2. Problematização**

Moçambique é um país essencialmente agrário, pois mais de 80% de sua população dedica-se a agricultura (Siteo, 2005 e MPF, 2006). O Plano Nacional de Investimento do Setor Agrário- PNISA (2013-2017) (MINAG, 2013) é um documento que resulta de um processo de consulta interna e externa ao Ministério de Agricultura, e da análise dos constrangimentos e oportunidades do setor agrário no país. Entretanto, este plano reconhece o nível de pobreza do país, assim como apresenta os programas estratégicos do Governo de Moçambique para o combate à pobreza e fome.

Nesta perspectiva, o documento alude que a maior parte da população moçambicana depende da exploração direta dos recursos naturais para a sua subsistência e geração de rendimento. Dessa forma, o governo moçambicano vê no setor agrícola um dos principais pilares para auxiliar a redução da pobreza e, o fortalecimento da segurança alimentar e nutricional no país. Em face dessa realidade, este, reconhece que o alcance dos objetivos depende profundamente do modo como os recursos naturais, especialmente os solos e as

terras são geridos e conservados, e da relação entre o seu uso, exploração e o benefício para com os pobres. Portanto, a mesma fonte ainda considera que:

A visão estabelecida para o setor agrário a médio e longo prazo é de desenvolver “um setor agrário próspero, competitivo equitativo e sustentável” cujo objetivo fundamental é “...contribuir para a segurança alimentar, a renda e rentabilidade dos produtores agrários e aumento da produção agrária orientada para o mercado, de forma rápida, competitiva e sustentável” (MINAG, 2013).

Para que a visão e os objetivos sejam alcançados, torna-se imprescindível o conhecimento das propriedades e atributos dos solos e da sua aptidão, pois a qualidade dos solos, a disponibilidade de água, a frequência das chuvas e o relevo têm sido aspectos importantes para determinar o nível de desenvolvimento das atividades agrícolas, mas também, impossibilitar o próprio desenvolvimento produtivo quando estes componentes não são observados. Diante desta situação, constata-se explicitamente a importância do conhecimento do quadro natural mediante o levantamento pedológico e a avaliação de aptidão agrícola das terras em escala semidetalhada.

As terras em Angónia têm sido exploradas sem o conhecimento prévio das suas potencialidades e limitações. Como não bastasse, observa-se uma superutilização de solos impelida pela necessidade de fornecer alimentos suficientes a uma população em tão rápido crescimento, com técnicas de produção inadequadas para o efeito. Nessa perspectiva, MAE (2005) ressalta que “*em Angónia a pressão sobre a terra e os recursos naturais é bastante elevada. Todas as terras aráveis, nas encostas mais baixas e nos vales ondulados do planalto, estão ocupadas por casas e machambas*”.

Juntam-se a esses, outros problemas dignos de menção: uso e ocupação de terras com solos menos produtivos, de forte declividade e com afloramentos rochosos para alguns e, solos férteis em planaltos ou planícies para outros, coincidências de loteamentos em Zonas de Proteção Parcial (ZPP), arroteamento de extensos hectares florestais para cultivo e pecuária em áreas não adequadas para o efeito, erosão, uso intensivo de adubos e fertilizantes químicos, queimadas e sucessão urbana o que de certo modo concorre para a degradação ambiental e, conseqüentemente, para a fome, pobreza e miséria em lugar do bem-estar de que se desejam.

O conhecimento da situação sobre a distribuição espacial do potencial agrário da Bacia Hidrográfica do Rio Maue no Distrito de Angónia, com cerca de 46 Km<sup>2</sup> de superfície, constitui indubitavelmente uma prioridade dentro da estratégia de gestão de terras do Governo de Moçambique.

Tendo em consideração que a avaliação de aptidão agrícola das terras é um instrumento de planificação e de grande contributo no auxílio de tomada de decisões, destinado a orientar a ocupação, o uso e o manejo ambiental de forma integrada, o Estado Moçambicano realizou recentemente o zoneamento agrário no nível nacional à escala 1:1.000.000, recorrendo às bases de dados analógicos e digitais existentes em suas diversas instituições. Assim, foi dado mais um passo com vista a contribuir para a organização espacial das actividades agrárias e subsidiar políticas e estratégias para o desenvolvimento rural integrado. No entanto, o zoneamento realizado carece ainda de alguns detalhes para ser utilizado como um instrumento rigoroso de auxílio na constatação de situações e tomada de decisões sobre o uso e gestão do recurso terra, pois o quadro actual informativo sobre a disponibilidade da terra e seu potencial para os diferentes tipos de utilização (culturas alimentares e de rendimento, incluindo as potenciais para a produção de biocombustível), necessita de maior precisão e de maior detalhe da informação.

Diante desse cenário, o Governo de Moçambique, por intermédio do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), instituição tutelada pelo Ministério de Agricultura (MINAG), em 2008 ressaltou a necessidade urgente para a realização de um zoneamento agro-ecológico no nível nacional à escala 1:250.000, para a caracterização, avaliação e classificação do potencial de aptidão para os diferentes tipos de utilização agrária, tomando em consideração os critérios de exclusão definidos no exercício do zoneamento realizado anteriormente. Não obstante, por razões diversas como, por exemplo: incumprimento e/ou atraso da entrega dos resultados da pesquisa por parte da empresa executora (*Rural Consult Lda*) decorrente de aspectos politico-administrativo entre a empresa executora e o MINAG, não foi possível a entrega e divulgação oficial dos resultados advindos da pesquisa até então, o que representa uma grande limitação e preocupação no seio da sociedade civil.

Aproveitando o contexto da escassez de informações sobre o levantamento de solos e avaliação de aptidão agrícola das terras como instrumento de planificação, acredita-se que o presente trabalho fornecerá subsídios ao Governo e ao público no geral no processo de tomada de decisão, de modo a (re) orientar o uso e ocupação dos espaços de forma mais adequada e, por conseguinte, o desenvolvimento das actividades agropecuárias e outras de carácter socioeconómicas minimizando-se deste modo eventuais conflitos de usos da terra e seus adversos efeitos na área de estudo.

Pensando a organização agrária moçambicana baseada em pequenas propriedades mister é achar a melhor abordagem de trabalho que permita indicações futuras ao planeja-

mento. A principal e fundamental diferença e originalidade do trabalho que ora se propõe é a mudança de escala de trabalho: não mais uma região, mas uma bacia hidrográfica.

Diante deste quadro, formula-se a seguinte questão:

- Qual o papel das condicionantes naturais na aptidão agrícola das terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue, no Distrito de Angónia?

### 1.3. Objetivos do trabalho

Os objetivos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa e, a materialização dos resultados esperados são abaixo mencionados:

#### 1.3.1. Objetivo geral:

- 1) Realizar o levantamento pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Maue no Distrito de Angónia.

#### 1.3.2. Objetivos específicos:

- 1) Caracterizar os componentes geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Maué, no Distrito de Angónia;
- 2) Verificar se a utilização das terras se adequa a sua potencialidade;
- 3) Estudar os solos a partir dos seus atributos morfológicos, físicos e químicos;
- 4) Identificar as classes de solos existentes, classificando-os até o 3º nível categórico em conformidade com o Sistema FAO- WRB (2014), e sua correspondência aproximada no 6º nível do SiBCS (EMBRAPA, 2013);
- 5) Realizar a avaliação de aptidão agrícola das terras para auxiliar o planejamento de uso de terras, e subsidiar os agricultores e técnicos locais quanto ao uso, manejos e conservação de solo no desenvolvimento de atividades agropecuárias; e
- 6) Elaborar mapa de solos e de aptidão agrícola de terras da área em estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A principal questão que permeia este trabalho se refere ao papel que as condicionantes naturais exercem na aptidão agrícola das terras. A análise e deduções a partir dos dados guiarão a trajetória deste trabalho o que permitirá atingir os objetivos geral e específicos. Estes, por sua vez, seguirão os procedimentos metodológicos descritos a seguir:

### 2.1. Revisão bibliográfica

Inicialmente foi realizado o levantamento e análise do material bibliográfico útil à pesquisa, em diversas instituições do Governo de Moçambique e, na biblioteca da UNESP-Campus de Rio Claro em São Paulo com possível utilização no trabalho. Em seguida, efetuou-se a seleção e leitura de publicações científicas (livros, artigos, revistas, relatórios, dissertações e teses) e outros documentos com relevância na temática de levantamento pedológico e avaliação de aptidão agrícola de terras, em Moçambique particularmente e, no mundo em geral, o que subsidiou a formulação do quadro teórico feita de forma integrada no trabalho.

### 2.2. Método cartográfico e trabalho de gabinete

Baseou-se na consulta e produção de mapas temáticos com auxílio de técnicas de geoprocessamento, a exemplo do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR). Para tanto, foram consultados mapas topográficos em escala 1:50.000 e 1:250.000, respectivamente, adquiridos no Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (CENACARTA) em Maputo, instituição esta pertencente ao Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar do Governo de Moçambique, os quais constituíram a base cartográfica para delimitação da área de estudo, realizada em ambiente ArcMap 10.3.

Cruzaram-se, também, informações sobre a área com as de imagem orbital do *LANDSAT 8* e do software *Google Earth Pro*. Ulteriormente, procedeu-se a introdução no SIG de pontos coletados em campo com GPS, com intuito de viabilizar a checagem e atualização das coordenadas geográficas da área, bem como de outros elementos físico-naturais.

Paralelamente, foram usadas a princípio a base pedológica, geológica e cadastral já existente (mapa de solos, geologia e cobertura de uso das terras do distrito de Angónia) nas escalas 1:1.000.000 e 1:250.000, respectivamente, adquiridas nos seguintes órgãos: Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), Direção Nacional de Geologia (DNG) e Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (CENACARTA) em Maputo. Com base nelas



obtiveram-se informações sobre as curvas de níveis, pontos cotados, drenagem e rodovias, uso e ocupação do solo para ulterior georreferenciamento e vetorização, de forma a chegar-se à geração dos mapas subsequentes que constam nesse trabalho: localização geográfica da área de estudo, geologia, declividade, MDE, uso de terras, ZPP, conflito de uso de terras, solos e aptidão agrícola das terras.

### 2.2.1. Delimitação da bacia hidrográfica e localização geográfica

O processo de delimitação automática da Bacia Hidrográfica do Rio Maue foi realizado por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Utilizaram-se informações do relevo representadas por uma estrutura numérica de dados chamada de Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através da interpolação de curvas de nível e pontos cotados. As informações do relevo (curvas de nível, pontos cotados e drenagem) foram obtidas através de digitalização e/ou vetorização manual da base topográfica pretérita. Esta fase foi precedida pelo georreferenciamento, seleção de datum (Dtete ou Tete\_ UTM\_ Zona 36S), o tipo de coordenadas (UTM ou Sistemas de Coordenadas Geográficas) e sua edição na tabela de atributos.

De modo semelhante, a localização geográfica da área de estudo foi realizado pelo SIG no *software* ArcGIS 10.3. A base de dados foi obtida a partir da carta topográfica na escala 1:50.000, cuja nomenclatura é DÓMUE, SD-36/Q-III-NO, 1434 C1 Folha n° 345, produzida pela Direcção Nacional de Geografia e Cadastro (DINAGECA) do Governo de Moçambique, obtida a partir de Levantamento Fotogramétrico Artop de 1950-1960, com curvas de nível de equidistância natural de 10 metros de altitude. Esta base topográfica está disponível no CENACARTA em Moçambique.

### 2.2.2. Mapas de uso das terras, Zonas de Protecção Parcial e de conflito de uso das terras

Para o levantamento das informações ambientais da área (vegetação, rios, nascentes e solos) e culturais (rodovias, cidade/vila, campos agrícolas e pecuários) foi utilizada a imagem de satélite LANDSAT 8 do dia 20 de maio de 2015, disponibilizada gratuitamente pelo site da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), com resolução espacial de 30 metros e, composição colorida RGB com as bandas 2, 3 e 4. Conjugaram-se também as informações da região de estudo obtidas a partir da imagem de *software* Google Earth Pro, seguindo-se assim a classificação supervisionada. Posteriormente, procedeu-se a vetorização manual das classes de usos da terra na tabela dos atributos através da ferramenta *Catalog Window* onde foram criados os *shapefiles*. Nesta etapa, procedeu-se a interpretação de propriedades básicas das

bandas da imagem de satélite analisadas no Sensoriamento Remoto (SR) como: cor, tonalidade, textura, formas, limites e datum.

É pertinente destacar que o datum da imagem orbital (LANDSAT 8) teve que ser ajustado ao da carta topográfica 1:50.000, em virtude da incompatibilidade no que respeita ao seu georreferenciamento, pois, esta apresentava-se com coordenadas geográficas diferenciadas e negativas, o que tornava difícil transformá-las para a mesma base de projeção. Enquanto no primeiro caso o datum apresentava-se na Zona 36N, no segundo apresentara-se na Zona 36S. Todavia, a conversão só foi possível através do uso da ferramenta *ArcToolBox, Data Management Tool, Projections and Transformations, Convert Coordinate Notation*.

Os mapas de uso e ocupação de terras, conflito de uso de terras e Zonas de Proteção Parciais (ZPP) foram elaborados a partir da classificação supervisionada no *software ArcGIS 10.3*. As classes dos diferentes usos e as respectivas cores definidas estão embasadas na metodologia do “Sistema de Classificação da Cobertura e do uso da Terra” proposto pelo Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013) e, adaptadas ao contexto local. Vale ainda lembrar que os tipos de usos da terra da área de estudo foram definidos por meio de interpretação de imagem orbital LANDSAT 8, referenciado anteriormente.

Para a representação dos objetos de interesse, foram criados três tipos de arquivos *shapefiles*: arquivo do tipo linha para representar as curvas de níveis, drenagem (rios), estradas (rodovias); bem como polígono para representar classes de uso de terras e perímetro da área delimitada (área de estudo), ZPP (entorno dos rios- *buffer*); e do tipo ponto para representar os pontos cotados, ZPP (nascentes e seus entornos- *buffer*), vila, pontos de coleta, abertura e identificação dos perfis. Em seguida foi selecionado o sistema de coordenadas, o datum (Tete UTM Zona 36S), o tipo de arquivo e criada a estruturação da tabela de atributos.

Na criação do SIG foram adicionadas seis camadas de informação (*layers*), as três descritas anteriormente, acrescentando-se-lhes a imagem de satélite LANDSAT 8; um novo *shapefile* com os pontos coletados e atualizados em campo e por último uma imagem de *software Google Earth Pro*.

A edição das camadas vetoriais foi realizada a partir interpretação dos dados da carta topográfica anteriormente citada, dados da *DIVAGIS* e dos dados coletados em campo com um GPS marca *GARMIN Etrex Vista H2.8*”, o que viabilizou a atualização do uso e ocupação das terras, bem como a identificação inicial de pontos para abertura de trincheiras, vetorização da drenagem localizada dentro da área e das nascentes analisadas. Após a edição, os arquivos referentes às ZPP (nascentes, cursos de águas bem como estradas primária e secundária) foram selecionados e submetidos ao processamento do módulo *buffer*.

Para o cálculo de áreas dos polígonos gerados pelo procedimento de *buffer* foi criada uma nova coluna na tabela de atributos das camadas e realizado o procedimento automático para determinar o valor numérico das ZPPs. Ulteriormente, procedeu-se a classificação supervisionada das classes de usos da terra em conformidade com o Manual de Classificação de Uso das Terras do IBGE (2013).

Para a delimitação e quantificação das Zonas de Proteção Parcial (ZPP) consideraram-se os cursos de água, nascentes e estrada primária e secundária da região em estudo, as quais foram conjugadas com os parâmetros estabelecidos nos Artigos 6; 7 e 8 da Lei de Terra, Lei nº 19/97 De 1 de Outubro, e Artigos 4 a 8 do Regulamento da Lei de Terras, cujos, estabelecem os critérios de seleção de áreas de conservação e protecção ambiental, neste caso, as ZPPs ao disposto na legislação vigente em Moçambique.

Estes documentos estabelecem a definição dos requisitos da delimitação das áreas de proteção e conservação ambiental, bem como as áreas ocupadas pelas comunidades locais e pelas pessoas singulares nacionais que, de boa fé, ocupam a terra, bem como a demarcação de terrenos no contexto da emissão de títulos relativos ao direito de uso e aproveitamento da terra<sup>1</sup>. Após este processo, foi possível ainda, a observação direta da área de estudo e a coleta de pontos em campo, com um GPS marca ‘GARMIN Etrex Vista H2.8’ em Novembro e Dezembro de 2015, o que viabilizou a checagem e atualização do uso e ocupação das terras.

### 2.2.3. Modelo Digital de Elevação (MDE)

Inicialmente, fez-se a conversão da carta topográfica do formato analógico para o digital, através do scanner e, em seguida sua conversão no formato *TIFF*, seguindo-se a seleção de seu *datum* e georreferenciamento. Ulteriormente, as curvas de nível de toda a bacia e os pontos cotados foram vetorizadas e, digitalizadas na tabela de atributos com a finalidade de criar a base planialtimétrica, possibilitando, a posterior, à geração de Redes de Triângulos Irregulares (TIN) para dar lugar à construção do Modelo Digital de Elevação (MDE).

Para a elaboração do TIN foi utilizada uma base de dados no formato *shapefile* (*shp*) obtidas pela vetorização manual da carta topográfica anteriormente referenciada. Este formato permitiu o cruzamento de informações referente à hipsometria e geomorfologia (pontos cotados, curvas de níveis e drenagem) da área em estudo manuseadas na ferramenta *Arc toolbox, 3D Analyst Tool, TIN Management, Creat TIN* no software *ArcGis 10.3*.

---

<sup>1</sup> Direito de uso e aproveitamento da terra: direito que as pessoas singulares ou colectivas e as comunidades locais adquirem sobre a terra, com as exigências e limitações (MINAP, 1997).

Gerado o *TIN*, seguiu-se o processo de criação do MDE o qual foi convertido do formato *raster* para *shapfile* obedecendo aos passos de sua transformação a partir da ferramenta *ArcToolbox, Spatial Analyst Tool, Reclass, Reclassify, Conversion Tool, From Raster, Raster to Polygon* em ambiente ArcMap 10.3.

#### 2.2.4. Mapa de Declividade

O mapa de classes de declividade foi elaborado a partir da carta topográfica do Distrito de Angónia na escala 1:50.000. As cotas e curvas de nível foram digitalizadas, estas últimas obedecendo a equidistância natural de 10 metros de altitude.

A partir do *layer* limite da área recortada na carta anteriormente descrita e, diante dos dados já vetorizados (curvas de níveis e pontos cotados) gerou-se o TIN e MDE que transformados em *shapefiles* já criados, permitiram a geração do mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Maué através da ferramenta *Arc ToolBox, 3D Analyst Tools, Spatial Analyst Tools, Surface e Slope* no ambiente ArcGis 10.3. Para tanto, foi selecionada a ferramenta *Catalog*, seguindo-se a classificação manual e o estabelecimento dos intervalos das classes de declividade em porcentagem (%) obedecendo a sua respectiva tonalidade (cores), o que culminou com a elaboração do mapa final de declividade em conformidade com Santos et al., (2013).

#### 2.2.5. Observação direta e Trabalho de Campo

Efetuaram-se visitas de estudo ao local por forma a visualizar *in loco* o padrão do uso e ocupação dos solos, os sistemas agrários praticados, bem como aspectos de natureza geoambiental pertinentes à pesquisa. Foi neste período em que foram colhidas diversas informações locais, tais como: registro fotográfico, checagem em campo com o objetivo de verificar a qualidade dos dados utilizados, ou seja, se a interpretação da imagem de satélite (LANDSAT 8) utilizada e os mapas elaborados foi correta e, se as classes obtidas para o uso das terras correspondem à realidade e, concomitantemente, comprovar se as áreas com limitações de uso estão sendo utilizadas adequadamente.

De igual modo, verificou-se se as práticas de manejo e conservação dos solos estão sendo corretamente empregues de acordo com suas classes de aptidão. Refira-se que esta fase ocorreu concomitantemente com o trabalho de campo durante os meses de Novembro e Dezembro de 2015 e, Junho a Dezembro de 2016.

Para nortear o levantamento pedológico de campo propriamente dito foram produzidos mapas, croquis e esboços em ambiente *ArcGIS 10.3*. Com essa base, efetuaram-se visitas à área de estudo, onde coletaram-se pontos com GPS.

Na primeira etapa do trabalho a área foi intensamente percorrida para identificação e caracterização dos diferentes segmentos da paisagem local, a fim de se separar áreas homogêneas em relação, principalmente, às características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e das associações vegetais, uma vez que as características relacionadas ao clima não diferem de forma marcante no local estudado.

Na segunda, com base nos procedimentos tomados, foram identificadas e delimitadas as principais unidades fisiográficas da paisagem. Para tanto, elaborou-se, *a priori* um roteiro de campo, de forma a atravessar todas as unidades identificadas. Essas unidades, posteriormente delimitadas, cobriram a maior parte da sequência das vertentes, desde as partes baixas até o topo das elevações. Isto visou à identificação de áreas com manchas homogêneas de solos para abertura de perfis.

Usaram-se materiais de trabalho, designadamente: trado holandês, faca e facão, pá, enxadão, GPS, carta de solos Munsell (2013), fita métrica com 3 m de comprimento, 1 bloco de notas, formulários de coleta de solo em campo, manual de coleta de solos em campo (Santos et. al., 2013), etiquetas, marcador permanente para etiquetagem ou codificação das amostras e, sacos plásticos de 1 kg para acondicionamento das amostras.

Procedeu-se, também, à tradagem e observações em barrancos de todas as secções da vertente (topossequência) procurando seguir percursos previamente elaborados após detalhado exame de fotos e mapas temáticos de: planialtimetria, declividade, uso de terras, vegetação, solos, geologia, hidrografia e MDE. As observações e prospecção assim efetuadas em campo permitiram visualizar a sequência de distribuição da ocorrência das manchas de solos na paisagem e estabelecer a legenda preliminar, que ulteriormente sofreu ajustes a correções e adições necessárias.

Nessa fase, no deslocamento de um ponto para outro, observamos atentamente os aspectos gerais da paisagem, particularmente os barrancos, assinalando no mapa base e no croqui, mediante simbologias próprias, a continuidade da unidade estabelecida no ponto anterior ou a mudança para outra unidade. Essas indicações, juntamente a observação e análise da paisagem quanto à distribuição das manchas homogêneas de solos identificadas nesses trajetos, permitiu estabelecer legenda preliminar para a identificação de pontos de abertura de trincheiras (foto 19 – 26 no apêndice C).

Na terceira etapa foram identificados 10 pontos para abertura das trincheiras tendo em conta as características físico-naturais (clima, solos, geologia, geomorfologia, hidrografia e vegetação) e o padrão atual de uso das terras da área de estudo. Identificadas e abertas as trincheiras seguiu-se a descrição morfológica dos perfis de acordo com Santos et al., (2013) e à coleta e amostragem dos solos.

Ao todo, coletaram-se 53 amostras deformadas de solo em 10 perfis, para posteriores análises físicas e químicas para fins de fertilidade agrícola, as quais permitiram proceder à cartografia definitiva, na escala semidetalhada de 1:50.000.

### 2.2.6. Análises Laboratoriais

Um total de 53 amostras de solos foram coletadas em vários horizontes de 10 perfis. De seguida, foram acondicionadas em sacolas plásticas de 1 kg cada, etiquetadas, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de abertura de 2 mm de diâmetro, obtendo-se dessa maneira a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Posteriormente, as mesmas foram submetidas a análises físicas e químicas no Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Minas Gerais- Brasil, para fins de fertilidade agrícola.

#### 2.2.6.1. Análises físicas

As análises físicas foram realizadas seguindo metodologias descritas em Embrapa (2011). Estas consistiram nas determinações granulométricas, argila dispersa em água e condutividade elétrica do extrato de saturação.

As frações granulométricas foram determinadas pelo método de pipeta, usando como dispersante o hidróxido de sódio NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>. Para o efeito, inicialmente efetuou-se a pesagem de 10g de TFSA e sua introdução em garrafas plásticas de 500 mL. Após adição do dispersante de 50 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e 150 mL de água destilada, as amostras foram levados para um agitador vertical tipo Wagner, agitando-as por 16h, sob 50 rpm.

Em seguida, foi feita a separação da areia por peneiramento úmido com uma malha de 0,053 mm (nº 270) colocando-se, assim, em bécher a estufa sob 105° C onde foram deixados por 5 h. Posteriormente, agitou-se com um bastão, aferiu-se a temperatura e deixou-se por 3h aguardando assim o tempo de sedimentação da argila, e de seguida foi pipetada 50 mL da solução em 5 cm de profundidade da proveta de 1000 mL, e colocada em bécher de 80 mL, levando-se assim à estufa durante uma noite.

De seguida, separou-se a areia grossa da fina mediante o uso de uma malha de 0,2 mm (n° 70) em um agitador elétrico.

O silte obteve-se pela diferença. O procedimento para obtenção da argila dispersa em água (ADA) foi empregue do modo similar da análise granulométrica, porém, utilizando-se para o efeito apenas água destilada como dispersante, e os valores obtidos foram usados para calcular o grau de floculação do solo, obtidos pela fórmula  $[GF\% = (Argila\ Total - Argila\ não\ Dispersa\ em\ Água) / Argila\ Total] \times 100$ . Os teores de silte e argila permitiram calcular a relação silte/argila.

Para a condutividade elétrica extrato de saturação, foi colocado 10 cm<sup>3</sup> de TFSA em erlenmeyer de 125 mL, adicionando-se-lhe 50 mL de água destilada. De seguida, agitou-se por 15 min e procedeu-se a filtragem, culminando assim pela sua leitura em um condutivímetro digital da bancada marca ORION, modelo 115.

#### 2.2.6.2. Análises Químicas

As determinações químicas consistiram em análises de rotina (pH em H<sub>2</sub>O e em KCl; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, P, K, Al<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup>) e Carbono Orgânico (C.O) conforme EMBRAPA (2011).

Para o pH em H<sub>2</sub>O colocou-se 10 cm<sup>3</sup> de TFSA em erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se-lhe 25,0 mL de água destilada na relação solo/solução 1:2,5, agitou-se a amostra com agitador horizontal por 5,0 min a 200 r.p.m. De seguida, deixou-se em repouso por 1h. Ulteriormente, agitou-se manualmente e fez-se a leitura do pH com um peagâmetro calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. No que tange ao pH em KCl, procedeu-se da mesma maneira descrita em pH em H<sub>2</sub>O, substituindo-se a água pela solução de KCl, 1,0 mol L<sup>-1</sup> (74,6 g/L).

Para a extração de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, colocou-se 10 cm<sup>3</sup> de TFSA em erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 100 mL de extrator KCl 1,0 mol/L. Ulteriormente, agitou-se por 5 min em agitador circular horizontal a 200 rpm e deixou-se em repouso por 16h. Posteriormente, retirou-se uma alíquota de 0,5 mL e colocou-se em tubo de ensaio, adicionando-lhe 10 mL da solução de SrCl<sub>2</sub> contendo 1.680 mg/L de Sr. Por último, agitou-se o tubo de ensaio e fez-se a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica devidamente calibrado.

O Al<sup>3+</sup> extraiu-se por titulação com solução de NaOH 0,02 mol<sup>-1</sup>, enquanto que K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> trocáveis foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>, e quantificados por fotometria de chama.

A acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) foi extraída com a solução de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  ajustada a pH 7,0 e determinada por titulação com solução de Na OH  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  quantificados por fotometria de chama. O fósforo foi extraído com solução de HCl  $0,05 \text{ mol L}^{-1} + H_2SO_4 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  (Mehlich-1), e determinado por clorometria.

O Carbono Orgânico foi quantificado pelo método de Walkley & Black, com oxidação da matéria orgânica por via úmida. Sua determinação consistiu na transferência em erlenmeyer de 125 mL de 0,5 g de amostra de TFSA triturada em gral de porcelana (almofariz).

Adicionou-se de seguida 10 mL de solução  $1/6 \text{ mol/L}$  de  $K_2Cr_2O_7$ , misturando solo-solução. Posteriormente, adicionou-se 20 mL de  $H_2SO_4$  concentrado e agitou-se o erlenmeyer para garantir a mistura íntima do solo com o reagente. Deixou-se em repouso por 30 min, dentro da capela de exaustão. Posteriormente, adicionou-se à amostra 40 mL de  $H_2O$  destilada, 10 mL de  $H_3PO_4$ , 0,2 g de NaF e 6 gotas de difenilamina. Titulou-se com solução de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O 1 \text{ mol/L}$ , até que a coloração escura se alterasse para azul e desta para verde.

Com base nas determinações acima descritas e os valores advindos destas, foram calculados os valores da soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V), porcentagem de sódio trocável (PST) e índice de saturação por alumínio (m).

### 2.2.7. Mapas de solos e aptidão agrícola de terras

De posse dos resultados analíticos (físico-químicos) e das descrições morfológicas dos solos em campo foram classificados os solos da bacia até ao terceiro (3º) nível categórico em conformidade com o Sistema FAO-WRB (2014). Com estas informações, efetuou-se o cruzamento de dados culminando, assim, pela espacialização das classes dos solos inventariadas no perímetro da área estudada, bem como a elaboração dos respectivos mapas pedológicos através do auxílio da ferramenta ArcMap 10.3.

Os mapas de solos foram produzido na escala semidetalhada de 1:50.000, a partir da base topográfica já criada e, conjugadas com as informações obtidas durante o trabalho de campo, gabinete e laboratório. Refira-se que neste processo, foram utilizados mapas preliminares elaborados para as caminhadas transversais (croquis e esboços), mapa planialtimétrico, de declividade e hipsométrico (MDE) com perfis esquemáticos dos solos, visando orientar o trajeto a ser percorrido e, que foram utilizados para anotações acerca das características dos solos identificados.

Após o levantamento de dados em campo as informações foram sistematizadas visando organizar por temas para facilitar a análise. A análise desses dados permitiu a confecção da



chave de estratificação dos ambientes em unidades de paisagem de acordo com as características do meio físico, principalmente as referentes à geologia e geomorfologia (altitude e declividade). Além disso, foram utilizados receptores de Global Position System (GPS) para coletar pontos nos locais dos perfis descritos, possibilitando o confronto dos dados no ambiente de SIG, culminando, portanto, na confecção de mapas de solos.

Por sua vez, o mapa de aptidão agrícola das terras da área em estudo foi produzido a partir das características e propriedades dos solos (atributos morfológicos, físicos e químicos) oriundas do trabalho de campo e do laboratório. Para além dessas informações tivemos em consideração inclusive os mapas de uso e conflito de terras e, o mapa de solos da área descrita. Todavia, a partir do MDE e as camadas (classes de solos, limite da área, declividade, hidrografia, ZPP e classes de uso de terras) em formatos *shapfiles* já criados anteriormente, adotou-se a técnica de superposição das camadas (*over layers*) introduzindo-se, assim, seus dados no ArcGis.

É pertinente destacar também que, para a confecção deste mapa, baseou-se nos critérios estabelecidos pelo Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) expostos por Ramalho Filho e Beek (1995).

A exemplo do mapa de solos, o mapa de aptidão agrícola de terras obedeceu a mesma escala 1:50.000. Este resultou da base topográfica já criada e, conjugadas com as informações obtidas durante o trabalho de campo (descrição morfológica de solos) e de gabinete (declividade, curvas de nível, pontos cotados, solo, geologia, vegetação, MDE, uso da terra, e conflito de uso das terras) e laboratório (análises físico-químicas). Posteriormente, aplicou-se a técnica de superposição das camadas (*over layers*) dos formatos *shapfiles* já criados anteriormente.

Com base na classificação do solo e do mapa pedológico já elaborado, e na avaliação das classes de aptidão agrícola foi elaborado o mapa final de aptidão agrícola das terras da área estudada. Neste processo, *a priori*, procurou-se diagnosticar as informações referentes a potencialidades e limitações das terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue em função dos seus usos e manejos. Assim, seu desenho metodológico, compreendeu três (3) etapas: a) levantamento de dados da área estudada e preparação de mapas básicos (solo, geologia, relevo, hidrografia, clima, uso da terra, declividade e MDE); b) avaliação das terras com base em tabelas de critérios e; c) elaboração do mapa final de aptidão agrícola das terras da área estudada em consonância com as características e propriedades físico-químicas e morfológicas dos solos estudados.

O enquadramento das terras nas classes e subclasses de avaliação de aptidão agrícola das terras também se baseou nas informações do levantamento de solos em campo e nas declividades já armazenadas no banco de dados de SIG. Vale ainda salientar que, na avaliação de aptidão agrícola das terras foram considerados seis (6) parâmetros: deficiência de fertilidade (f), deficiência de água (h), excesso de água (o), impedimentos à mecanização (m), susceptibilidade a erosão (e), e profundidade efetiva (p) em função dos três níveis de manejos desenvolvidos em conformidade com o Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) exposto por Ramalho Filho e Beek (1995), e adaptados ao contexto local.

Para além destas informações, foram levadas também em consideração o complexo sortivo: soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), porcentagem de sódio trocável (PST), potencial hidrogeniônico (pH) e características granulométricas dos solos.

### 3. CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS DOS SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAUE

#### 3.1. Localização geográfica da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Maue, situada no Posto Administrativo de Ulónguè, a sudeste do Distrito de Angónia, na Província de Tete em Moçambique. Com uma área de aproximadamente 46 km<sup>2</sup>, ao correspondente a 4.592,56 ha, esta se localiza entre os paralelos 14° 39' 0" e 14° 44' 30" de Latitude Sul, e nos meridianos 34° 19' 0" e 34° 24' 30" de Longitude Este (Figura 1).

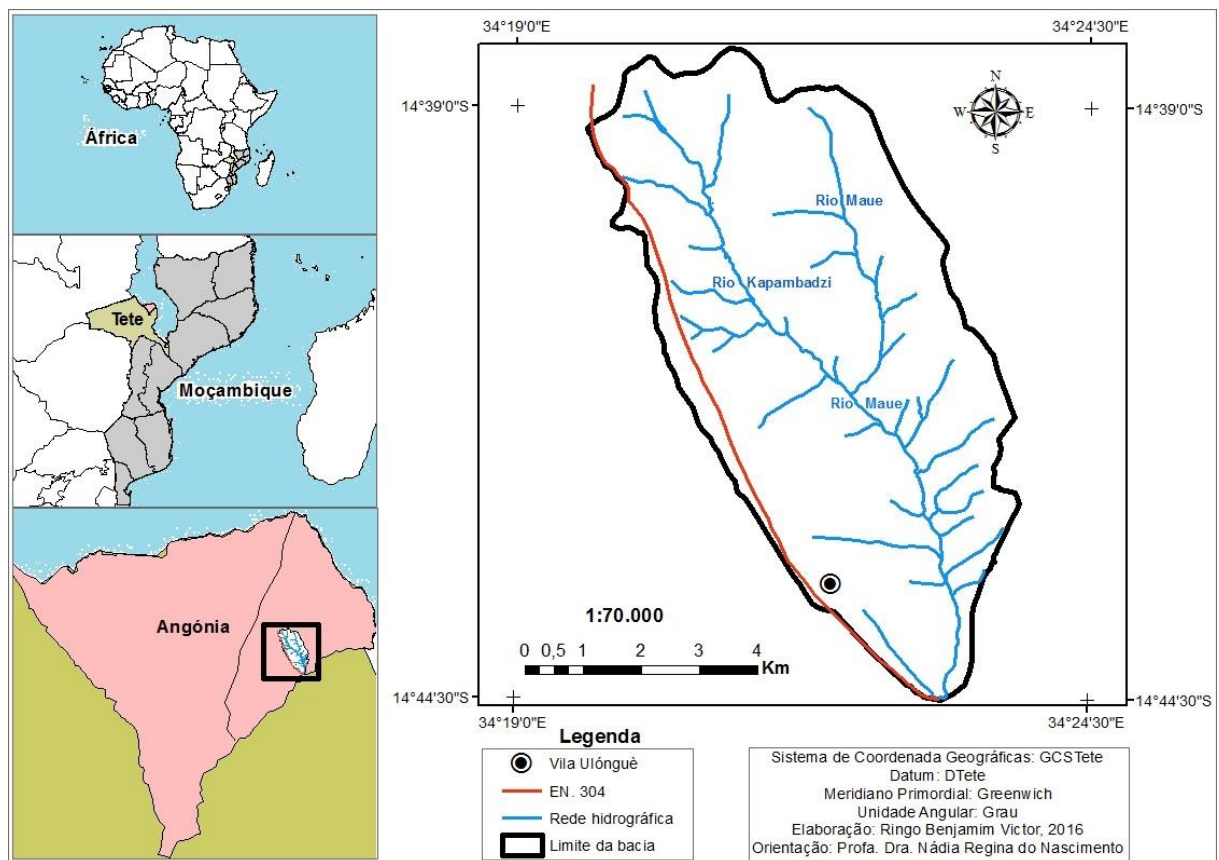


Figura 1 - Mapa de Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Maue

#### 3.2. Geologia

Sob ponto de vista estrutural, o Distrito de Angónia pertence ao Sôco Cristalino da Província nortenha de Tete, compreendendo elementos do Gondwana Este, do Gondwana Oeste e do Gondwana Sul. É no Terreno do Gondwana Este que assenta a área de estudo.

As rochas que ocorrem no Distrito de Angónia, a nordeste da Província de Tete, foram tradicionalmente atribuídas ao Complexo de Angónia (Hunting, 1984 apud Afonso et al., 1998). A reinterpretação do Complexo de Angónia *sensu* Hunting (1984) pelo Consórcio GTK, resultou na criação do Grupo de Angónia, composto pelos gnaisses mesoproterozóicos e pela *Suite* de Ulonguè, composta por rochas plutónicas neoproterozóicas.

De acordo com Afonso et al., (1998) o Distrito de Angónia enquadra-se no Complexo Axial Granulítico Moçambicano. As rochas deste complexo ocupam a zona axial da cadeia moçambicana e englobam, de sul para norte, os seguintes conjuntos litológicos: mafitos, ultramafitos e granitóides da Série Ígnea de Tete e Chipera; granulitos do Grupo do Luia; marmotitos da Formação do Chíduè; rochas do Grupo de Unango (Séries mangnerítica de Cuamba e enderbítica de Unango).

A Série Ígnea de Tete e Angónia, conhecida por Complexo gabro-anortosítico de Tete, é constituída por maciços intrusivos de Tete e Chipera e por numerosos afloramentos, intrusivos no Grupo de Luia. As rochas dominantes deste Complexo são gabros e noritos leucocráticos. Os outros litotipos que ocorrem são: dioritos leucocráticos, anortositos, rochas com óxidos de ferro, titânio e vanádio, piroxenitos, diques básicos e granulitos com piroxênio. Quanto à idade do episódio magmático que deu origem a esta intrusão magmática, ela é de 1100- 1000 M.a. (AFONSO et al., 1998).

Conforme a Folha Geológica n.º. 1434, escala 1:250.000 (DNG, 2006) a área em estudo integra-se em dois complexos, a saber: Neoproterozóico e Mesoproterozóico. O Neoproterozoico é essencialmente formado de Anortositos, gnaisses de Meteugo-Balame, Sienitos e Gnaisse sienítico de Dedza. Esse material ocupa a maior parte da área da bacia, sendo predominantemente composto por rochas magmáticas do tipo plutónicas. Por sua vez, o Mesoproterozóico constitui-se de rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas do tipo vulcânicas, designadamente: gnaisse quartzo-feldspático com granadas, biotita- hornoblenda, bandeado (figura 2).

Com relação a formações, segundo a fonte acima citada a área pertence maioritariamente a Suite/Grupo Ulónguè, a qual consiste dos Gnaisses Máficos de Tomo-Gimo, dos Anortositos de Meteugo-Balame e dos Sienitos de Dedza, dos quais apenas uma pequena porção dos Gnaisses Máficos de Tomo-Gimo se estende para o interior da área. Os litotipos incluem gnaisses ortopiroxenico anfibólicos, gnaisses hornblendico-plagioclásicos (metagabros), piroxenitos, gnaisses granatífero-hornblendico-plagioclásicos com níveis de hematita e magnetita, supostamente pertencentes a uma intrusão bandada metamorfozizada.

A menor parcela da área é coberta por *Suite/Grupo Angónia*, cujo agrupa uma grande variedade de termos litológicos, dos quais se salientam: gnaisses granulíticos fortemente bandados, gnaisses com tendência migmatítica, gnaisses leucocráticos, metaanortositos e mangeritos. Todo este conjunto apresenta níveis de mármore, quartzitos, anfibolitos, piroxenitos, periodotitos, gabros, gnaisses grafitosos e gnaisses nefelínicos.

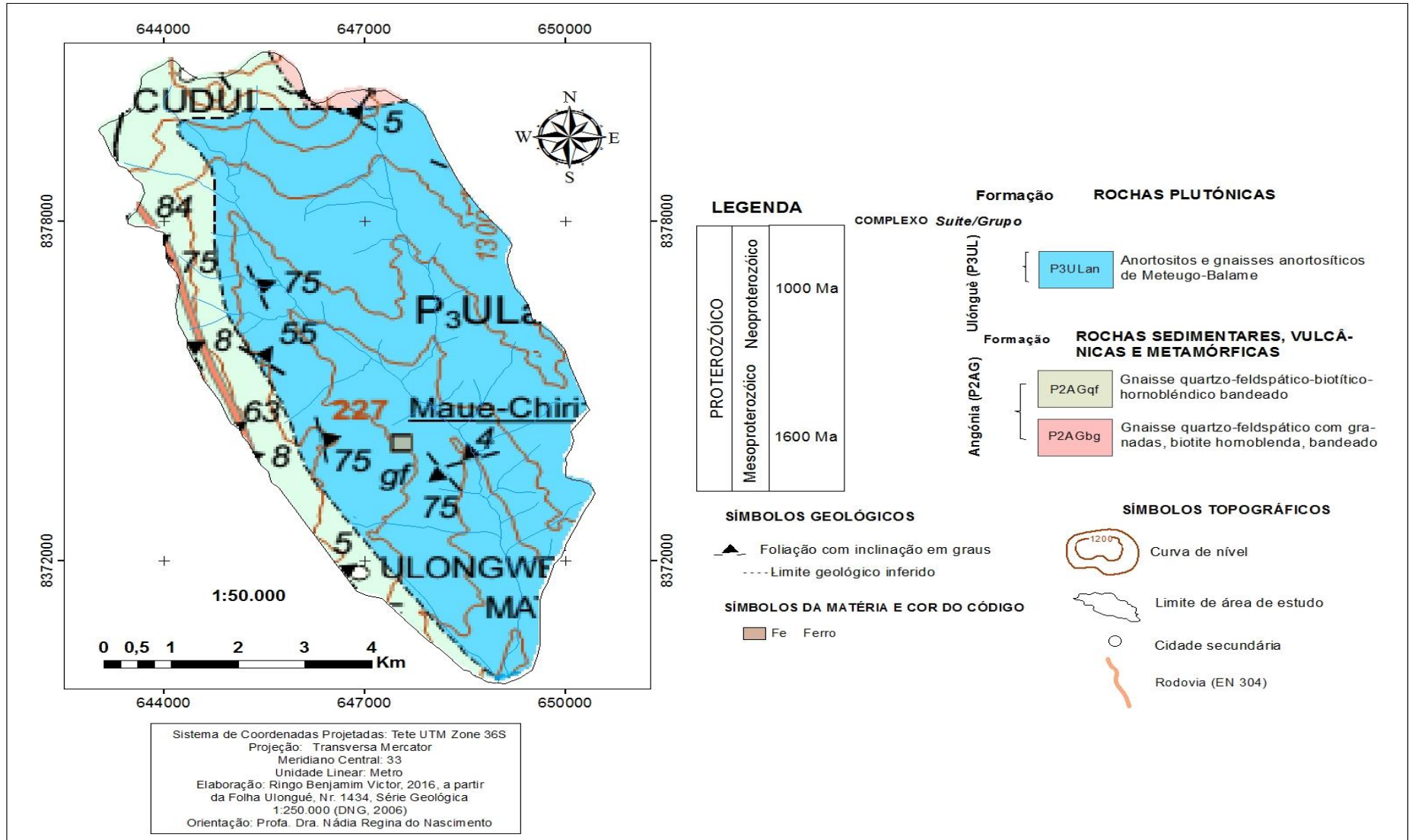


Figura 2- Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Ma

### 3.2.1. Neotectônica

A neotectônica da Bacia Hidrográfica do Rio Maue enquadra-se na da região oriental da África, a qual é controlada pelo Sistema de Falhas do Rifte Este-Africano - SFREA (East African Rift System-EARS), caracterizado por um sistema de falhas de cinemática predominantemente normal, correspondendo a uma zona de fronteira de placas em evolução, que divide o continente africano em dois grandes blocos (Núbia e Somália). O mesmo estende-se desde o Golfo de Éden, a norte, até Moçambique, a sul. O seu desenvolvimento iniciou-se no Cretáceo, prolongando-se até a atualidade (GTK, 2006).

Segundo Pacheco (1967), estudos sísmicos e morfoestruturais do Sistema de Falhas do Rifte do Leste Africano mostram que este se compõe de um ramo setentrional que atravessa a Etiópia na direção NE-SW (Rifte da Etiópia), bifurcando-se a norte do Lago Vitória em dois outros ramos (ocidental e oriental), expressos por zonas de rifting, atividade vulcânica e atividade sísmica<sup>2</sup>. O ramo ocidental estende-se do Norte de Uganda até ao Sul de Moçambique. Integra uma sucessão de vales de rifte constituindo depressões tectônicas onde ocorrem os principais lagos da região, como os lagos Albert, Eduard, Tanganyika e Niassa.

De acordo com a mesma fonte, o Sistema de Falhas do Rifte do Leste Africano, também denominado por sistema de riftes da África Oriental, prolonga-se para Sul, entrando no território Moçambicano através do lago Niassa, entre os paralelos 10° 0' 0" e 14° 30' 0" de latitude Sul e, nos meridianos 33° 0' 0" e 36° 0' 0" de longitude Este. Por uma análise mais minuciosa, constata-se que esta região, engloba, portanto, a área de estudo que corresponde a Bacia Hidrográfica do Rio Maue entre as coordenadas geográficas 14° 39' 0" e 14° 44' 30" de Latitude Sul, e 34° 19' 0" e 34° 24' 30".

Seu episódio está estritamente ligado ao Pós-Gondwana equivalente ao período entre 157 e 0 Ma - correspondente à fase ativa da fragmentação do Gondwana<sup>3</sup> em que ocorre a separação do bloco Este, compreendendo Madagáscar, a Índia, a Antártida e a Austrália, com criação de crosta oceânica e expansão do oceano Índico. Nesta fase geraram-se bacias

<sup>2</sup> Movimentos sísmicos recentes de Tete, Niassa, Cabo Delgado, Sofala e Manica mostram que estes movimentos tectônicos ainda hoje são ativos (MUCHANGOS, 1999).

<sup>3</sup> “A Fase Gondwana, corresponde ao período que vai do Carbónico Superior ao Jurássico Médio/Superior (Supergrupo do Karoo). Neste estágio, devido à fase distensiva formaram-se riftes ao longo das zonas de fraqueza, coincidentes com as estruturas da Cadeia Moçambicana. Nestes riftes alargados, acumularam-se sedimentos terrígenos de que são exemplos os litotipos dos Grupos de Ecça e Beaufort. O prosseguimento da atividade do “hot spot” intracontinental e os movimentos verticais posteriores relacionados com o sistema de falhas do Rifte são responsáveis pelo início do desmembramento do Gondwana em blocos separados. Este evento é marcado pela extrusão de lavas e rochas hipabissais, na parte afro-antártica do Gondwana. Esta atividade vulcânica do Stomberg (Karoo Superior) culmina com a instalação de uma fossa tectônica entre África e Madagascar” (AFONSO et al., 1998).

sedimentares e grabens que prefiguram o sistema de fraturas do Rifte do Leste Africano assim como a deposição marinha e continental de sedimentos.

Afonso et. al., (1998) consideram que a fase Pós-Gonduana teve início no Jurássico Superior e continua até o presente. Esta se subdivide em três fases, notadamente: de desmembramento, de estabilização e de neorifting. Segundo os autores a Fase de Desmembramento do continente Gonduana teve início no Jurássico Superior e culminou no Cretácico Inferior. Este evento está ligado à separação definitiva dos blocos Gonduana e à abertura do Oceano Índico, com a criação da crosta oceânica.

Paralelamente, o supercontinente Gonduana separou-se em dois grandes blocos: Gonduana Ocidental (África e América do Sul) e Gonduana Oriental (Antártico, Índia, Sri-Lanca, Madagascar, Seychelles e Austrália). A deriva destes blocos continentais ocorreu ao longo das falhas transformantes, localizadas paralelamente à dorsal Davie e à escarpa de Moçambique.

A expansão dos fundos oceânicos que ocorreu durante esta fase, foi acompanhada pelo desenvolvimento de transgressões marinhas, kimeridgiana e neocomiana, sobre a margem oriental do bloco africano. Este episódio transgressivo é responsável pelos depósitos sedimentares das Formações de Cucuni, Pemba e Maputo. Na mesma altura, devido ao sistema de falhas, deram origem às depressões tectónicas interiores onde se depositaram sedimentos terrígenos englobados nas Formações de Macondes, de Mágue e de Sena.

Na sequencia de fenómenos distensivos relacionados com esta fase, ocorre, também, atividade ígnea representada por basaltos alcalinos, fonolitos, traquitos, carbonatitos, riolitos, dacitos, granitos, sienitos, monzonitos, dioritos, gabros, quimberlitos e quartzolitos. Por sua vez, a Fase de Estabilização data de Cretácico Superior ao Eoceno. Corresponde à estabilização e consolidação da margem continental da África Oriental. Neste intervalo de tempo deu-se a separação da Índia e Seychelles, de Madagascar.

No Cretácico Superior desenvolveu-se a transgressão maestrichtiana ao longo da margem continental da África Oriental, responsável pelos depósitos marinhos das Formações de Condúcia, das margas com Globotruncanas, de Grudja e de Singuedeze/Elefantes. Esta fase termina no Eoceno com desenvolvimento de bacias marinhas de fraca profundidade onde se depositaram sedimentos que deram origem às Formações de Quisirrua/Repa e de Cheringoma.

Por último, a Fase de `Neorifting` corresponde ao período que vai do Oligoceno até ao presente. É a fase ligada essencialmente à instalação e desenvolvimento do Sistema do Rifte da África Oriental. Ainda nesta fase, deram lugar, também, eventos regressivos no Oligoceno

e transgressivo no Mioceno. Na mesma altura, ao longo da África Oriental desenvolveu-se um Sistema de Rifte que em Moçambique está representado pelo ramo Lago Niassa-Chire-Urema-Sofala e pelas ramificações ao longo do Rio Búzi e ao sul do Rio Save.

No Quaternário as formações sedimentares depositaram-se sobre uma plataforma miocénica desnivelada, devido ao avanço e recuo do mar, relacionadas com as fases frias e interglaciares da glaciação do Polo Sul. No interior de Moçambique estes movimentos eustáticos são responsáveis por terraços ao longo dos principais rios. (AFONSO et. al., 1998).

De um modo geral, percebe-se que, possivelmente, essa história geológica da região poderá contribuir no entendimento da pedogênese, principalmente, uma vez que predomina na área uma tectónica rejuvenescente e em fase ativa. Deste modo, constata-se que, os solos predominantes na área de estudo estão em consonância com os climas atuais, apesar de existirem na mesma, solos latossólicos que se formaram em climas úmidos dando origem aos latossolos, anteriores ao *Neorifting*. Isso evidencia que os climas pretéritos deixaram herança do passado para a formação dos solos da área.

Por um lado, vale destacar que, as rochas presentes na área são importantes por conterem minerais ferromagnesianos que contribuem na formação de solos férteis. Por outro, a influência da neotectónica influenciou a descida e subida do lençol freático, e, por conseguinte, interferiu na formação dos solos.

### 3.3. Geomorfologia

A fisionomia da região em estudo caracteriza-se pelos acidentes geográficos, tais como: planícies, planaltos, colinas, *inselbergs* e montanhas, dentre os quais se destacam as montanhas que pelas suas altitudes mais elevadas contribuem bastante no microclima do distrito.

Segundo Bondyrev (1983), do ponto de vista geomorfológico, o Distrito de Angónia compõe-se na sua totalidade por relevos básicos. As serras e maciços intrusivos encontram-se a norte e nordeste da província de Tete e estão compostos maioritariamente por gabros doleritos e mais raramente, por monzonitos (as intrusões do granito são referidas num grupo separado). De entre elas, salientamos: no distrito de Angónia, o maciço de Domué (2095 m), as vertentes ocidentais de Chirobue (2021m), os maciços de Mpepet (1795) e Camangobue (1610), os maciços de Fumbeze (1087) e Nhamande (857). Todas estas elevações estão afetadas, num grau significativo pelos processos de desnudação e erosão.

Para a mesma fonte, predomina ainda na região uma morfologia caracterizada por



fundos e vertentes dos vales com terraços rochosos e outros com aluviões pouco espessos, bem como depressões e colinas com cobertura de aluvião- pro-aluvião. Os sedimentos de material quaternário não se encontram em todo o lado. Em certos lugares, onde os rios correm sobre rochas duras e sólidas dos complexos graníticos, pode-se observar a presença de terraços de soco ocupando áreas extensas e planas sobre a superfície da rocha mãe, e formados no fundo do leito maior anterior.

A largura de terraços de soco oscila entre 10 m e 12.5 m (no Vale do Rovubue<sup>4</sup> até 22 m). A cobertura dos sedimentos aluviais não é grande nesta zona e poucas vezes ultrapassam 0,2- 0,3 m de espessura. Os declives são bastante bruscos (28° a 35°). Nestas morfoestruturas os mais característicos tipos de vales são os canhões e vales em “V”. Os sedimentos aluviais estão representados por areia, argila, aluvião não diferenciado etc. O declive destes rios atinge valores de 3.2 - 6.0 m/km.

Relativamente a depressões e colinas com cobertura de aluvião- pro-aluvião, tais morfoestruturas têm características totalmente distintas e aparecem mais frequentemente no sopé do planalto de Angónia. Estas superfícies estão ocupadas por camadas aluviais-proluviais, cuja espessura chega a 0,5-1,2 m (BONDYREV,1983).

Baseando-se nos limites para se determinar classes de declive em conformidade com Santos et al, (2013), as estimativas realizadas por classes de declive neste trabalho, obtidas em ambiente de geoprocessamento, permitiram classificá-las da seguinte forma:

Classe plana (0 a 3%) encontra-se com cota média de 1240 m de altitude, em ambientes de várzea atual dos rios, localizadas junto às linhas de drenagem. Essa classe representa 50.64% da cobertura da área e, equivale a 2326 ha da área total da bacia. Por sua vez, a classe suave ondulado (3 a 8%) distribui-se ao longo do terço inferior da vertente, com altitude média de 1260 m, representando, 40.71% (1870 ha) da bacia.

A classe ondulada (8 a 20%) está relacionada ao início do terço médio das encostas e está a uma altitude média de 1280 m, representando 6.54% (300,54 ha) do total da área. Ao passo que a classe fortemente ondulada (20 a 45%), representada por morros, colinas e montes ilhas, geralmente ocorre entre a metade e o final do terço médio das encostas, representando 1.75% (80.04 ha), com uma altitude média de 1320 m.

Por último a classe montanhosa (> 45%), ocorre no terço superior das encostas, com 0.36% e corresponde a 16.32 ha. Refira-se que essas classes, possuem uma cota média que varia de 1220 a 1400 m de altitude (Figura 3).

---

<sup>4</sup> O mesmo que Rio Maue.

Vale ainda lembrar que, a formação Mesoproterozóico assenta topograficamente ao longo das encostas, em declividade montanhosa (>45%) e forte ondulada (20 a 45%). Ao passo que a formação Neoproterozóico distribui-se sobre áreas de declividade variando de plano (0 a 3%), suave ondulado (3 a 8%) a ondulado (8 a 20%). São nestas últimas em que se integram as várzeas e os fundos dos vales, respectivamente.

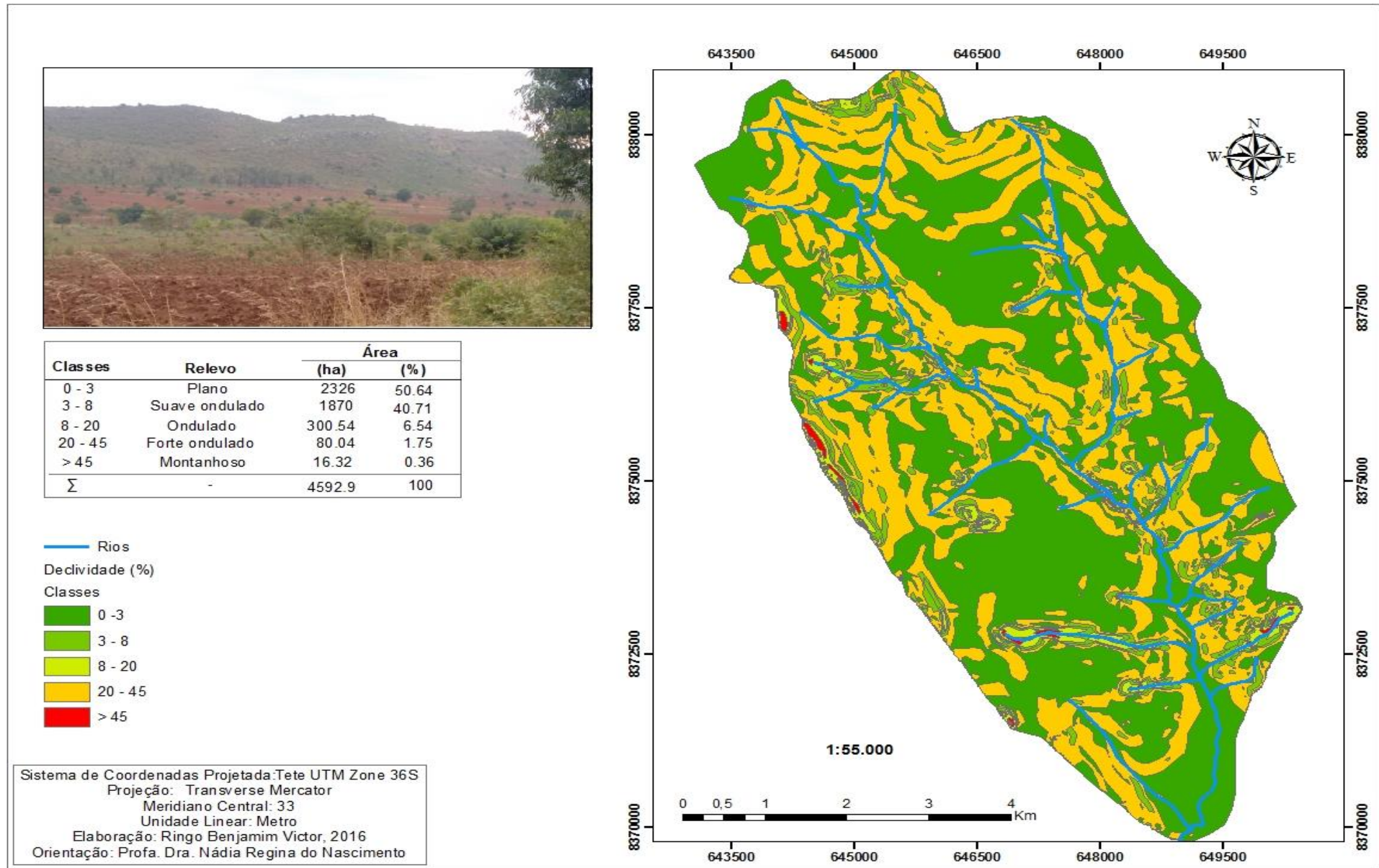


Figura 3- Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Maue.

### 3.4. Clima

A Bacia Hidrográfica do Rio Maue enquadra-se totalmente no clima do Distrito de Angónia, que é do tipo temperado influenciado fortemente pela altitude. Com duas estações bem distintas, uma chuvosa e quente, que vai de Novembro à Abril, e a outra seca e fresca que se estende de Maio a Outubro, o distrito tem um microclima temperado modificado pela altitude com somas pluviométricas anuais na ordem de 954.2 mm, distribuindo-se predominantemente de Dezembro à Março (FAO, 1978 e KASSAM et al.; 1982).

A temperatura média anual é de 19.14°C, com umidade relativa mensal em torno de 59.9%. A insolação no planalto de Angónia é intensa de Setembro até Dezembro com ventos moderados na direção Este-Oeste e uma velocidade variante de 13 à 16 nós (INAM, 2014).

O gráfico 1 é resultante da tabela de dados climáticos de uma série de 31 anos da estação climatológica de Maue (Tabela 1) e, mostra que a distribuição das chuvas no período em referência é heterogênea durante o ano. Essa distribuição, apenas com 6 meses com chuvas abaixo de 12 mm, aliadas a temperaturas amenas e ventos moderados sugerem maiores possibilidades para a atividade agrícola.

**Tabela 1-** Valores de temperatura e precipitação da Estação Meteorológica de Maue, Angónia.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abri	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Preci. (mm)	238.0	206.2	160.7	51.2	11.0	2.5	1.8	1.7	2.6	11.8	78.1	188.6
T. méd (°C)	21.4	21.2	20.7	20.8	16.8	13.6	13.7	15.8	18.7	22.0	23.0	22.0
T. Max (°C)	26.5	26.6	26.3	26.4	24.6	22.5	22.7	25.0	27.0	29.9	29.6	27.6
T. Min (°C)	15.9	15.7	15.1	15.1	8.9	4.7	4.5	6.5	10.4	14.2	16.5	16.4
T. Dia(°C)	23.3	23.1	22.7	26.4	19.6	16.8	16.9	19.1	21.7	24.8	25.4	24.0
T.Noite(°C)	18.9	19.0	18.6	18.8	14.2	10.7	10.6	12.6	15.7	19.0	20.4	19.7
H. relat.(%)	74.0	75.0	73.0	66.0	62.0	60.0	53.0	48.0	44.0	42.0	59.0	69.0
Insol. (%)	2.1	2.1	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.9	3.1	3.3	2.8	2.2
Radiação	425.1	454.9	421.3	397.5	403.2	361.5	371.5	439.9	512.2	510.3	503.5	417.9
Evapo(mm)	119.4	109.0	114.0	106.5	102.6	72.9	83.8	133.6	165.9	197.5	164.0	124.8

Fonte: Kassam et al.; (1982).

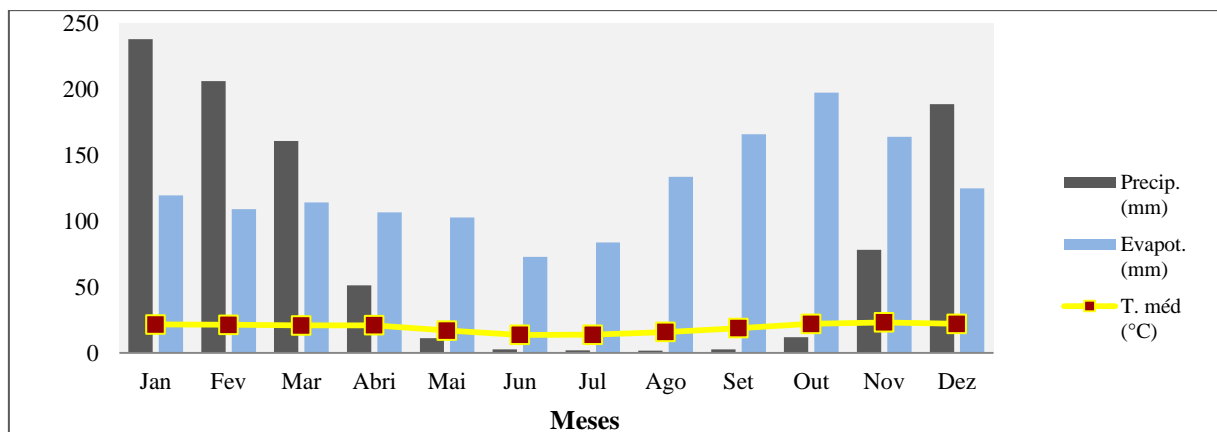


Gráfico 1- Dados termopluiométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Maue, Angónia.

### 3.5. Hidrografia

A região em estudo caracteriza-se por apresentar uma rica rede hidrográfica. O Maue um dos tributários do Rio Zambeze é um rio intermitente, sendo, portanto, o curso principal do Distrito de Angónia, com vários afluentes que nascem no extremo Norte do distrito, próximo da República do Malawi e, desaguam no mesmo, constituindo para tal a principal bacia hidrográfica do distrito com uma área de drenagem de 1814 km<sup>2</sup>.

Com padrão de drenagem do tipo paralela, o rio Maue, desde a nascente até a confluência com o rio Ncondedzi, é designado pelo nome de Maue. Entretanto, a partir deste ponto até a foz no Zambeze toma a designação de Revubwe.

Observa-se que muitas atividades relacionadas à utilização de uso da terra, tais como a mineração de ouro, práticas agropecuárias e crescente urbanização vêm sendo desenvolvidas de forma inadequada, trazendo consequências negativas sobre os corpos hídricos e, por conseguinte, da ictiofauna decorrentes da poluição e contaminação deste ecossistema.

Na área de estudo, destaca-se a existência de uma barragem que garante a captação, tratamento e abastecimento da água potável às populações da Vila Ulónguè sob a gestão de uma empresa privada designada por Collins Sistemas de Água, Ltda (Foto 1).



Foto 1- Barragem de captação de água na Vila Ulónguè. Fonte: Autor, Dezembro de 2015.

### 3.6. Solos

Os solos de Angónia variam consideravelmente de acordo com material parental, posição topográfica e a combinação entre a ação dos fatores climáticos, geomorfológicos e biológicos e, os processos físico-químicos ocorridos durante a sua gênese (MOURIK & RADCLIFFE, 1981).



De acordo com o Mapa de Solos do Distrito de Angónia, escala 1:1000.000 e a legenda explicativa da Carta de Solos produzidos pelo INIA (1993 e 1994), e MAE (2005) constata-se que na área de estudo predominam solos argilosos vermelhos, classificados pela FAO como Ferric, Lixisols e Luvisols, ao equivalente a solos ferralítico, argissolos e luvisolos<sup>5</sup> tipicamente vermelhos a castanho-avermelhados, caracterizando-se por maior profundidade efetiva. Estes estendem-se ao longo das encostas superiores e planaltos, em declividade de 0 a 10%, com textura franco-argilosa, boa drenagem e, acidez variando de ligeira a moderada (pH entre 5.0 - 6.5) e, uma variação de matéria orgânica de moderada a alta, assente sobre o embasamento rochoso do Pré-câmbrico.

Os solos vermelhos foram classificados nos estudos de Gouveia e Azevedo (1949), como sujeitos ao processo de laterização (Foto 2).



Foto 2- Visão geral de solos vermelhos na Vila Ulónguè. Fonte: Autor, Novembro, 2015.

Paralelamente, foram caracterizados por esses autores como solos profundos, de cor vermelha mais ou menos intensa em todo o perfil, com exceção do horizonte superficial que frequentemente é cor de chocolate, em geral de textura argilosa, friáveis, de pH baixo diminuindo com a profundidade, não se encontrando concreções ferruginosas ou, se elas aparecem, são muito raras e de pequenas dimensões. Estes solos predominam em regiões

---

<sup>5</sup> Na literatura brasileira correspondem aos Latossolos Vermelhos, que segundo EMBRAPA (2013), são solos muito intemperizados, com matriz 2,5YR ou mais vermelhos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) e, Luvisolos que correspondem a solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A (exceto A chernozêmico) ou sob horizonte E, e satisfazendo aos seguintes critérios: horizonte Plintíco, Vértico e Plânico, se presentes, não satisfazem aos critérios para Plintossolos, Vertissolos e Planossolos, respectivamente, ou seja, não são coincidentes com a parte superficial do horizonte B textural.

altas, muito chuvosas (com índice pluviométrico anual média em geral superior a 1.000 mm) e temperatura relativamente baixa (temperatura média anual cerca de 20 °C), formando-se a partir de material originário proveniente de rochas ígneas e metamórficas ácidas.

Para Muchangos (1999) os solos ferralíticos são típicos das regiões tropicais, com as duas estações do ano marcadamente distintas. Eles tanto se desenvolvem a partir de rochas eruptivas e metamórficas, assim como de rochas sedimentares. A sua fisionomia característica é a cor vermelha, que resulta dos intensos processos químicos de intemperização, que libertam óxidos de ferro.

### 3.7. Vegetação

A distribuição da vegetação na região em estudo resulta de uma longa e histórica influência humana sobre o meio ambiente. As florestas primárias nativas sobreviveram à constantes cortes e queimadas em algumas escarpas pouco acessíveis, das grandes áreas montanhosas. A vegetação secundária resultante, principalmente os bosques e, a floresta decídua recobre atualmente muitas das áreas.

Para Muchangos (1999), a área de estudo pertence ao domínio da região *Sudano-Zambeziaca* de África, que é de longe, a maior e mais heterogênea região natural. Portanto, ela integra imensamente um maior número de espécies.

De acordo com a DTA (1981) e FAO (1981) na área de estudo encontram-se três tipos de ecossistemas: florestas, bosques e pradarias. Por seu turno, MAE (2005), MINAG (2005) e PEDDII 2015-2024 (2014) consideram que a vegetação encontrada na maior parte da região em estudo, consiste em uma mistura de associações vegetais que incluem algumas espécies de florestas de “*miombo*”<sup>6</sup>. Desse modo, predominam as seguintes espécies: Umbila (*Pterocarpus angolensis*), Mbawa (*Khaya anthotheca*), Chanfuta (*Azelia quanzensis*), Acácia australiana (*Acacia manguim*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Caniço (*Phragmites australis*) e, Embondeiro (*Adansonia digitata L.*), Moringa (*Moringa oleifera*). Paralelamente, ainda observa-se frequentemente na área, uma diversidade de flora cultural, especialmente mangueiras (*Mangifera indica*), papaieiras (*Carica papaya L.*), pinheiros (*Pinus sylvestris*) e eucaliptos (*Eucalyptus spp*) ( Foto 3).

---

<sup>6</sup>É uma formação dominada por árvores decíduas caracterizada pela dominância de espécies de géneros *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia* (FROST, 1996 apud MINAG, 2005). Para Muchangos (1999), A floresta de ‘*miobo*’ é uma associação vegetal com estrato arbóreo caracterizado pela predominância de plantas de 10 a 20 m de altura, com folhas plumosas, sem espinhos, com caules normalmente estreitos e ossudos e raízes profundas.



Foto 3: Visão geral de floresta de miombo. Fonte: Autor, Outubro, 2016.

Historicamente, a agricultura tradicional e moderna, o desflorestamento para obtenção de combustível lenhoso e de carvão, as queimadas bem como a extração madeireira e demanda de material para construção de habitações constituíram as principais atividades que afetaram seriamente a vegetação local. Em face desta realidade, urge a necessidade de intensificar ações de reflorestamento de diversas espécies entre nativas e exóticas, com prioridade às de rápido crescimento para permitir o seu uso imediato pela própria população.

### 3.8. Fauna

A fauna da área de estudo pertence à denominada região *Etiópica* ou *Africano-Malgache*. Esta região alberga numerosas espécies típicas, algumas delas endêmicas e relíquias (Muchangos, 1999).

A fauna encontrada na área de estudo constitui-se de roedores, herbívoros, mamíferos e ave-fauna. São encontrados ainda ao longo do curso do rio Maue répteis como serpentes, crocodilos (*Crocodylus niloticus*) e hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*). De modo semelhante, se observa na região animais bravios como: gazela (*Gazella*), javali (*Phacochoerus aethiopicus*), lebres (*Lepus europaeus*), macacos (*Cercopithecus ascanius*) e, ictiofauna essencialmente, constituídas por peixes miúdos. As principais espécies domesticadas são: galinha (*Gallus gallus domesticus*), galinha do mato (*Formicarius colma*), pato (*Anas platyrhynchos*), cabrito (*Sylvicapra grimmia*), porco (*Sus scrofa domesticus*) e boi (*Connochaetes taurinus*). O conflito Homem - Fauna Bravia existe nos campos agrícolas próximo do rio Maue, onde tem se registado não corriqueiramente, invasão de hipopótamos às culturas e, ataques de crocodilos aos animais domésticos e, especialmente ao Homem.



#### **4. APLICAÇÕES DO SIG NA ANÁLISE DE COBERTURA E CONFLITOS DE USO DE TERRAS**

Batistella e Moran (2008) salientam que os impactos indesejáveis da dominação humana dos recursos naturais, associado a um modelo de desenvolvimento incompatível com a ética ecológica, têm se tornado cada vez mais visível. Essas transformações têm gerado níveis críticos de degradação ambiental em diversas áreas do globo terrestre. Uma das tendências verificadas na sociedade atual, por meio de seus avanços tecnológicos e políticas de desenvolvimento, é a crescente evolução dos processos de transformação das paisagens naturais em paisagens artificializadas, modificando ciclos de matéria, fluxos de energia e a biodiversidade.

Essa transformação tem ocasionado inúmeros prejuízos aos recursos naturais, com destaque para o corte indiscriminado das florestas tropicais, a degradação de solo, o assoreamento e contaminação dos recursos hídricos, a poluição industrial e o consequente aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, entre outros.

Assim, a necessidade de melhor compreender a dinâmica dos recursos naturais, tem colocado o ambiente como objeto de estudo em diversas áreas de conhecimento humano. Conhecer a distribuição geográfica desses recursos, das intervenções humanas e da dinâmica de uso e cobertura da terra é elemento imprescindível para subsidiar o planejamento, o monitoramento e a gestão ambiental.

A análise do uso e cobertura da terra permite a identificação das principais ocupações do solo em uma área de interesse e fornece informações importantes relacionadas às características ambientais da área. A partir das informações obtidas com a análise é possível avaliar as condições do ambiente nos locais estudados. Pode-se ainda identificar áreas com conflito entre uso atual e o ideal, como por exemplo, presença ou não de matas ciliares em áreas de preservação permanente e ocupação do solo em declividades maiores do que as recomendadas tecnicamente. Nesses casos, podem-se estabelecer estratégias para adequação das áreas em conflito (PIROLI e CAMPOS, 2010).

Venturieri e Santos (1998) advogam que em todas as atividades agrícolas e as ligadas a implantação de assentamentos humanos inicia-se com um bom planejamento conservacionista do uso da terra. Para tanto, o monitoramento de uma dada região é fator primordial no planejamento racional de utilização da terra, face principalmente à velocidade de ocupação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nela existentes.

O levantamento de uso das terras de uma região é fundamental para o planejamento regional, na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente em que vivemos. Os processos de erosão acelerada dos solos, a inundação cada vez mais frequente e o assoreamento de cursos de água e reservatórios são consequências do uso indevido das terras. Este pressuposto corrobora com McAllister (1973) ao considerar que “*o modo como o nosso ambiente físico e particularmente a terra é planejada (ou não é) influencia grandemente a qualidade do ambiente e, a qualidade da nossa vida verdadeiramente*”.

Para tanto, novas tecnologias têm sido largamente utilizadas para reduzir cada vez mais a degradação do capital natural. Assim, as geotecnologias, a exemplo de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) têm sido recorridas para auxiliar na organização espacial e análise ambiental dos territórios, pois, para Keller (1969), somente o registro dos fatos em mapas poderá mostrar as áreas e a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço rural.

#### **41. SIG aplicado a classificação da cobertura de uso das terras**

Segundo Florenzano (2002) e Castelani (2003), o Sistema de Informações Geográficas (SIG) como um dos componentes das geotecnologias, constitui-se hoje, numa importante ferramenta aplicável a análise ambiental, bem como para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento tanto em nível regional quanto municipal. Assim, o SIG define-se como um sistema de computadores e periféricos, programas, dados, pessoas, organizações e instituições com o propósito de coletar, armazenar, analisar e disseminar informações sobre áreas da Terra (CHRISMAN, 1997).

Mourão (2014) ressalta que, o uso de um SIG está relacionado à geração de um espaço heurístico, pois permite a extração seletiva de variáveis e o acompanhamento das variações ambientais.

Estudos desenvolvidos por Ponzoni (2001) evidenciam que a aplicação dessas tecnologias contribuíram para o mapeamento, monitoramento, fiscalização e controle da cobertura vegetal de extensas áreas da superfície terrestre. Por seu turno, Campos et al., (2004) e Weng (2006) fazem um profundo reconhecimento de que a aplicação de SIG combinadas a sensoriamento remoto digital são largamente utilizadas em estudos de problemas e monitoramento do uso das terras.

O planejamento dos recursos naturais necessita da elaboração de mapas de aptidão de uso, uso atual e de áreas de preservação permanente, que, por cruzamentos e sobreposição,

permitam determinar as áreas com conflitos de uso. Com estas informações, é possível planejar o uso das terras para obtenção de rendimentos economicamente e ambientalmente sustentáveis (Pedron et al., 2006). Klamt et al., (2000) recomendam gerar mapas de conflitos de uso de terras, cuja aplicação é de fundamental importância em projetos executivos, delimitando glebas em que os solos são super ou subutilizados e que necessitam da revisão do seu uso, para os quais podem ser utilizados.

Com os novos avanços geotecnológicos os estudos sobre o uso e ocupação das terras têm-se tornado cada vez mais precisos, demandando menor tempo para realização de tais estudos. Desta forma, as imagens de satélite com resolução espectral, espacial, radiométrica e temporal cada vez melhor revelam a situação em que se encontra a cobertura da terra, demonstrando, a depender do tipo de satélite, os diversos tipos de usos e cobertura do solo resultante ou não da ação antrópica (LONGLEY et al., 2013 e MIRANDA, 2015).

Essas informações adquiridas por meio das geotecnologias são instrumentos de grande importância para um planejamento do uso racional dos recursos naturais. Um diagnóstico preciso e confiável do uso e ocupação das terras é indispensável para que medidas de planejamento, independentemente da escala, sejam elaboradas aproveitando os recursos naturais de forma mais equilibrada. Com base nessas ferramentas, é possível chegar a resultados cada vez mais confiáveis sobre o objeto de pesquisa nas diversas áreas do meio científico.

Segundo Aguiar (2002), a cobertura revela os estados físicos, químicos e biológicos da superfície da terra (floresta, gramíneas, áreas construídas), tendo interesse nas ciências naturais. Deste modo, constata-se que a cobertura da terra é definida como sendo os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2013). Por sua vez, o uso é caracterizado pelo emprego da terra por meio do homem (reserva indígena, pecuária, área residencial), tendo interesse nas ciências sociais.

Entenda-se terra como um segmento da superfície do globo terrestre definido no espaço e reconhecido em função de características e propriedades compreendidas pelos atributos da biosfera, que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas de atmosfera, solo, substrato geológico, hidrologia e resultado das atividades futuras e atuais humanas até o ponto que estes atributos exerçam influência significativa no uso

presente ou futuro da terra pelo homem. Parcelas dessa superfície são conhecidas como glebas (FAO, 1976).

Para Lepsch et al., (1991), a noção de terra possui uma dimensão holística, pois inclui, entre suas características, não apenas o solo, mas também outros atributos físicos, como relevo, vegetação, tipo e grau de erosão, disponibilidade de água e impedimentos à mecanização.

Lepsch (1978) considera que o uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à agricultura correta. Para isso, deve-se empregar cada parcela de terra de acordo com a sua capacidade de sustentação e produtividade econômica de forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para seu melhor uso e benefício procurando ao mesmo tempo preservar estes recursos para gerações futuras.

#### **4.2. Cobertura de uso das Terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue**

Os recursos naturais da bacia Hidrográfica do Rio Maué, no Distrito de Angónia, Província de Tete em Moçambique, têm sido nas últimas décadas alvo de intensa utilização pelas populações anfitriãs e não só, em prol de sua sobrevivência. Esta situação tem sido feita sem o conhecimento prévio da adequabilidade dos usos, o que vem provocando enormes impactos ao meio ambiente. Assim, depreende-se que a utilização das terras e o crescimento econômico têm constantemente contribuído para a degradação ambiental desta parcela do país.

A tabela 2 e a figura 4 mostram os resultados sobre o uso e ocupação das terras na bacia do Rio Maue em termos de área que cada faixa abrange em hectares. Entretanto, identificaram-se na área oito (8) classes de usos, abrangendo assim, a agricultura mista, pastagem, área urbanizada, solo exposto, floresta nativa, floresta galeria, silvicultura e área degradada.

A classe mais importante segundo o tamanho da área é a agricultura mista, com culturas anuais e semiperenes, perfazendo 1418.16 ha correspondendo a 30.88% da área total (4592.56 ha), seguindo-se a área urbanizada com 1269.23 ha (27.63%).

Como geralmente a apropriação de espaços tem sido feitas de forma irregular, desordenada e muitas vezes sem planejamento, a tendência é que, nestas áreas, os solos se tornem pobres decorrentes da erosão por elas criadas em virtude das atividades distribuírem-se junto aos cursos de água e em área de declividade (> 45%).

Por sua vez, a floresta galeria é a terceira maior área ocupada com 504.75 ha (11%). O solo exposto representa um total de 412.83 ha (8.99%) e, a floresta nativa 452.53 ha (9.85%) da área total coberta, seguindo-se, portanto, a pastagem que perfaz 374.79 ha (8.16%). A área degradada que se caracteriza pela erosão, deposição de lixo e queimadas cobre um total de 114.42 ha (2.50%) e, por último a silvicultura, a qual ocupa a menor área de cobertura, sendo esta composta de eucaliptos e pinheiros com apenas 45.75 ha o que representa 1% da cobertura total.

**Tabela 2 - Classes de uso de terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia**

CLASSES DE USO DA TERRA	Área total	
	ha	%
Área urbanizada	1269.23	27,63
Floresta nativa	452.53	9,85
Floresta galeria	504.75	11,00
Área degradada	114.42	2,50
Pastagem	374.79	8,16
Solo exposto	412.83	8,99
Agricultura mista	1418.16	30,88
Silvicultura	45.75	1,00
<b>Total</b>	<b>4592.56</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

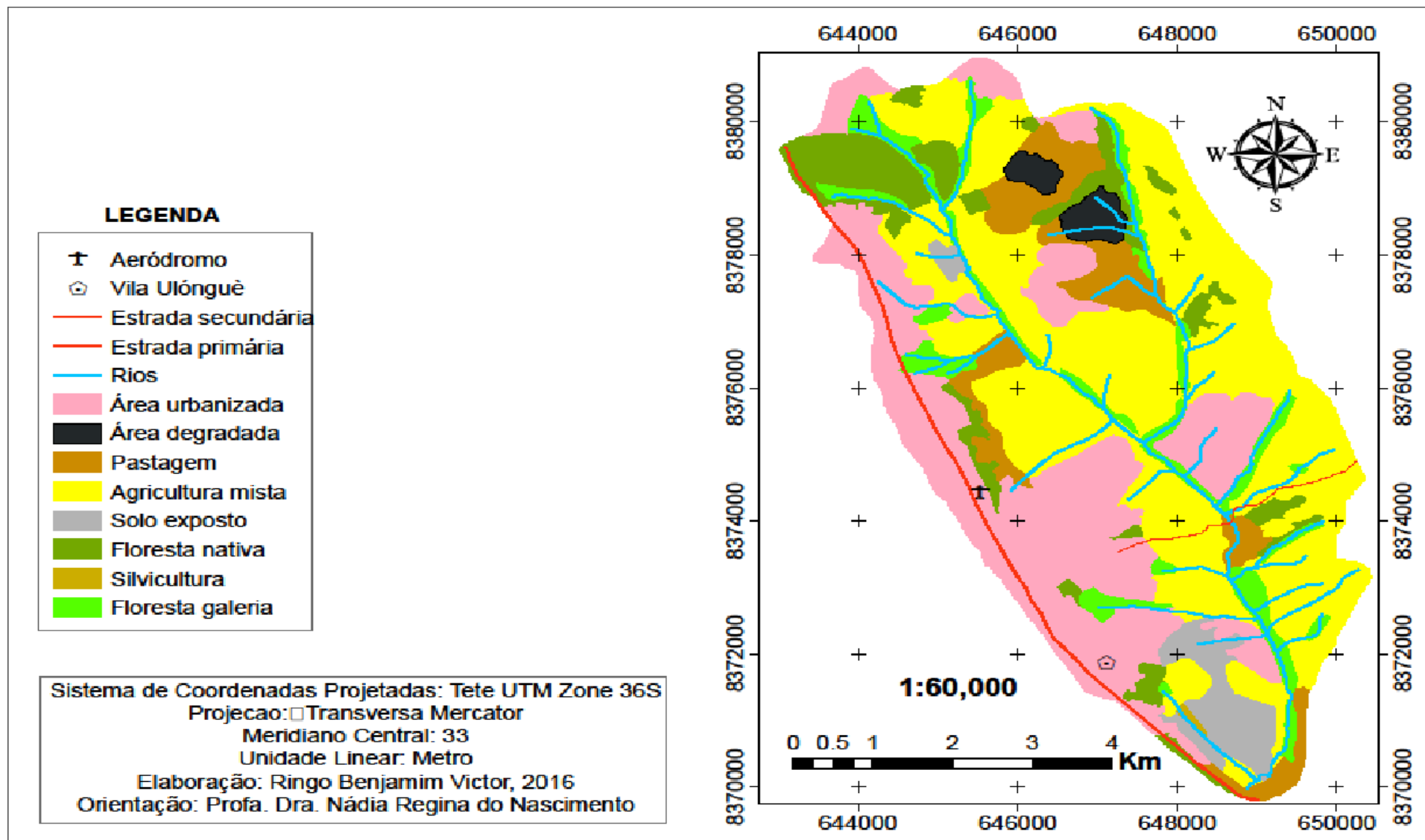


Figura 4- Mapa de uso atual de terras da área de estudo.

#### 4.3. Zonas de Preservação Parciais (ZPPs)

Com relação à delimitação das ZPPs, foram considerados os critérios pré-estabelecidos pela legislação ambiental vigente em Moçambique, a Lei de Terras, Lei nº 19/97, De 1 de Outubro, e o Regulamento da Lei de Terras, Decreto nº 66/98, de 8 de Dezembro (MINAP, 1997 e 1999). De acordo com as mesmas fontes, são do domínio público as Zonas de Proteção Total<sup>7</sup> e Zonas de Proteção Parcial ao abrigo do Artigo 6 da lei supra citada. Por seu turno, no Artigo 7, consideram-se Zonas de Proteção Total as áreas destinadas a atividade de conservação ou preservação da natureza e de defesa e segurança do Estado. Já no seu Artigo 8, a mesma avança que, consideram-se zonas de proteção parcial as seguintes:

“a) o leito das águas interiores, do mar territorial e da zona econômica exclusiva; b) a plataforma continental; c) a faixa da orla marítima e no contorno de ilhas, baías e estuários, medida da linha das máximas preia-mares até 100 metros para o interior do território; d) a faixa de terreno até 100 metros confinante com as nascentes de água; e) a faixa de terreno no contorno de barragens e albufeiras até 250 metros; f) os terrenos ocupados pelas linhas férreas de interesse público e pelas respectivas estações, com uma faixa confinante de 50 metros de cada lado do eixo da via; g) os terrenos ocupados pelas auto-estradas e estradas de quatro faixas, instalações e condutores aéreos, superficiais, subterrâneos e submarinos de electricidade, de telecomunicações, petróleo, gás e água, com uma faixa confinante de 50 metros de cada lado, bem como os terrenos ocupados pelas estradas, com uma faixa confinante de 30 metros para as estradas primárias e de 15 metros para as estradas secundárias e terciárias; h) a faixa de dois quilómetros ao longo da fronteira terrestre; i) os terrenos ocupados por aeroportos e aeródromos, com uma faixa confinante de 100 metros; j) a faixa de terreno de 100 metros confinante com instalações militares e outras instalações de defesa e segurança do Estado”.

Tendo em consideração o acima exposto, para a geração do *shapefile buffer* para as ZPP obedeceram-se 50 m de largura para rios, 100 m para nascentes, 30 m para a estrada primária e, 15 m para a estrada secundária (figura 5).

---

<sup>7</sup> Não são descritas especificamente as áreas que a constituem, fato que cria certa ambiguidade e, por conseguinte, deturpa sua interpretação, carecendo assim de uma revisão para o bom entendimento.

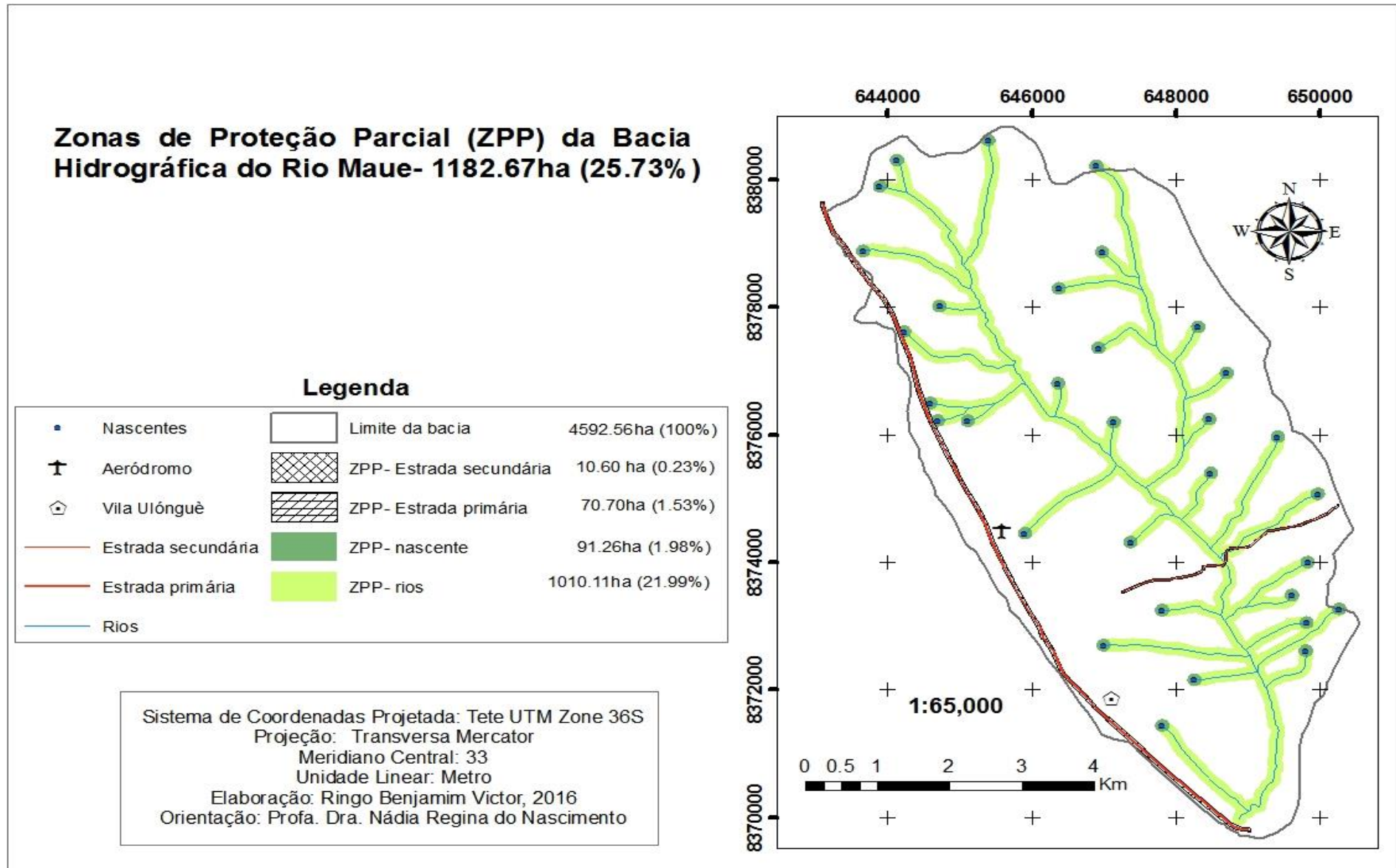


Figura 5- Mapa de delimitação e quantificação de ZPP da área de estudo.



#### 4.4. Conflito de uso de Terras

Após a delimitação e quantificação das áreas de cada classe de uso, adotou-se a sobreposição de camadas (*overlay*) de uso da terra e de ZPP, permitindo deste modo a elaboração do mapa de conflitos de uso de terras.

Neste mapa, verificou-se a sobreposição de determinadas atividades, isto é, algumas classes de uso das terras (área urbanizada, agricultura, solo exposto e pastagem) invadiram em ZPP. Ademais, observou-se que na região, a maior parte da cobertura vegetal nativa, inclusive a floresta galeria, foi e continua sendo devastada. Nem mesmo os fundos dos vales e as encostas escaparam a essa agressão. Este fenômeno nos remete a conflitos de usos entre o atual e o ideal, isto é, quando o uso que dela é feito não corresponde a sua aptidão (figura 6).

Isto se observou de tal modo na área pela sobreposição das áreas antrópicas agrícolas e não agrícolas (agricultura mista, áreas urbanizadas, pastagem e solo exposto) nas áreas de vegetação natural (floresta galeria e nativa) e, em ZPP (cursos de rios, nascentes e estradas), fato que representa uma autêntica insustentabilidade ecológica ao abrigo da Lei de Terras - Lei nº 19/97 De 1 de Outubro.

Portanto, para o uso a que se faz, esta área deveria ser abandonada, efetuando-se assim a recomposição da sua vegetação, pois, a legislação vigente impõe restrições sobre uso das ZPP, devendo estas ser mantidas intactas, tal como recomenda o Artigo 9 da lei anteriormente citada: *“Nas zonas de protecção total e parcial não podem ser adquiridos direitos de uso e aproveitamento da terra, podendo, no entanto, ser emitidas licenças especiais para o exercício de actividades determinadas”*.

Apesar disso, observa-se incongruência entre o que a lei preconiza e a prática no terreno.

De referir que, tanto em Maue, quanto em outras partes do distrito de Angónia e no país de modo geral, as áreas de vegetação natural vêm sendo suprimidas e ocupadas por diferentes sistemas de uso das terras. Estas atividades têm provocado desequilíbrios nos ecossistemas, e comprometido o solo, uma vez que as técnicas de manejo utilizadas influenciam os processos físicos, químicos e biológicos dos mesmos, modificando suas características naturais (MICOA, 1996).

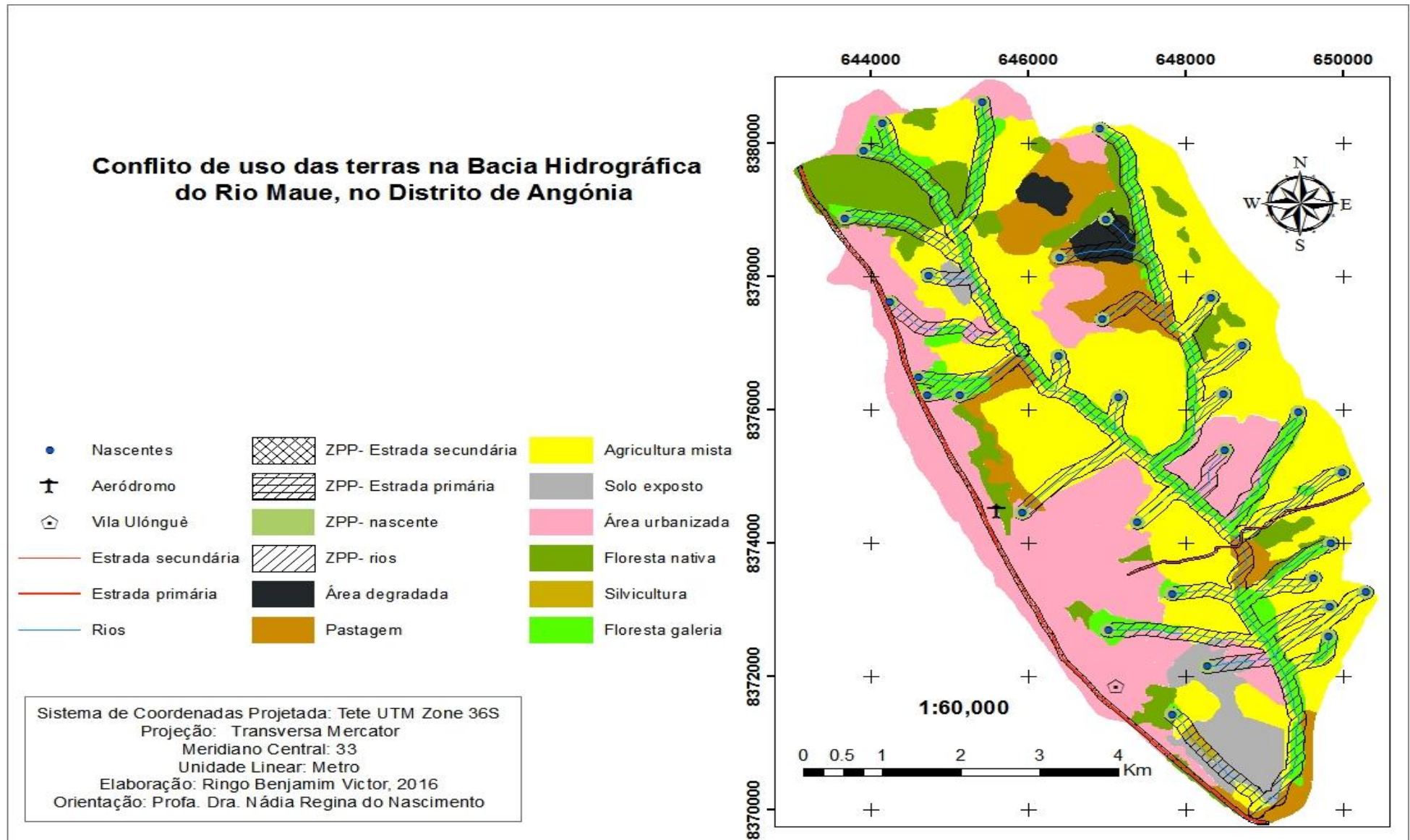


Figura 6- Mapa de conflitos de uso de terras da área de estudo.

A esse respeito, MAE (2005) aludindo sobre a problemática de conflito de uso da terra, refere que em Angónia a pressão sobre a terra e os recursos naturais é bastante elevada. Todas as terras aráveis, nas encostas mais baixas e nos vales ondulados do planalto, estão ocupadas por casas e machambas<sup>8</sup>.

A questão do desflorestamento na área em estudo particularmente e, em Angónia de modo geral, constitui indubitavelmente um dos sérios problemas socioambientais, pois, sua prática trouxe e tem trazido à região prejuízos que se repercutem até ao presente momento. Talvez um dos exemplos que consideramos paradigmático sobre os impactos do desflorestamento, seja o que a baixo se descreve:

O Complexo Agro-Industrial de Angónia (CAIA), Empresa que fez com que o Distrito fosse considerado como celeiro da nação na década de 80 do século passado, aliado ao sector privado e familiar derrubou extensas áreas de florestas na abertura de campos agrícolas, criou um deflorestamento no extremo Norte, Este e Sul do Distrito, ficando uma pequena área com cobertura florestal, no extremo Oeste na zona do limite com o Distrito de Macanga. Hoje a população que vive nestas áreas sem cobertura florestal vêm-se obrigados a comprar lenha no país vizinho Malawi, por falta deste recurso do lado moçambicano (PDUT, 2012).

Por outro lado, torna-se imperioso destacar que as queimadas são práticas tradicionais, largamente utilizadas pela população rural e verifica-se um pouco por todo lado na área em estudo, assim como por todo o distrito, principalmente na época seca do ano como uma maneira econômica de garantir a abertura de novas áreas para atividades agropecuárias bem como rotas para caça furtiva (foto 4).



Foto 4: Panorama geral de queimadas na área de estudo. Autor, Novembro (2016).

<sup>8</sup> O mesmo que roça no Brasil.

Estas práticas comuns e ineficazes contribuem para a degradação das florestas e, do capital natural de modo geral. Assim, entre tantos outros impactos ecológicos negativos advindos, salientam-se a destruição e fragmentação de habitats, perda da biodiversidade e sua extinção, perda de vários horizontes de solos por erosão e seu empobrecimento, descaracterização acentuada da paisagem e mau aspecto estético visual da mesma, desaparecimentos das nascentes, assoreamento dos rios ocasionando secas e inundações, alteração microclimática, redução da produtividade dos solos, fome, miséria e desertificação em lugar do bem-estar de que se desejam.

Devido às boas características topográficas, quase toda a baixada, com relevo plano (0 - 3%), vem sendo utilizada para a monocultura, policultura e pastagem. Um dos principais problemas causados por essas atividades é o avanço do cultivo sobre as áreas de cobertura vegetal, inclusive sobre a floresta galeria.

Ressalte-se que a vegetação natural além de minimizar os problemas denudacionais dessas áreas, tem o papel importante de preservar as nascentes de água, bem como as margens dos rios, elementos esses considerados áreas de proteção ecológica. Assim, depreende-se a ocorrência de dissecação e voçorocas, fato que está contribuindo com alta carga de detritos para assoreamento de cursos dos rios.

Semelhantemente, na sede da Vila Ulónguè, é prática corriqueira, observar-se depósitos de resíduos sólidos, e entulho de vária natureza a céu aberto, inclusive ao longo das planícies aluviais. Certamente, este fenômeno está causando contaminação das águas superficiais e subterrâneas, para além de contribuir para o assoreamento dos rios bem como proliferação de vetores transmissores de diversas doenças. Refira-se ainda, que muitas das vezes, tal entulho constitui-se por materiais que liberam metais pesados a exemplo de chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), para além de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), entre outros, os quais são altamente prejudiciais à saúde humana e, sobretudo ao meio ambiente.

O garimpo ao longo do curso do Maue, feito irregularmente, sem nenhum cuidado com o ambiente, em especial com os corpos hídricos, representa, autentico risco à saúde pública bem como da ictiofauna. De um modo geral, o total das ZPP perfaz 25,73%, o que justifica que  $\frac{1}{4}$  da área total está sendo predominantemente superutilizada pelos usos agrícola, urbano e pastagem. E, em decorrência desse fenômeno foi possível observar o processo de assoreamento de cursos de água na região em estudo decorrentes de remoção de vegetação e a conseqüente erosão. Assim os resultados desta pesquisa tornam-se instrumentos de avaliação e interpretação para gestão de cenários futuros, com efeitos ambientais e socioeconômicos.

## **5. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS**

### **5.1. Conceituação e importância de levantamentos de solos**

Existe uma carência de informações sobre os solos em Moçambique, sendo o seu mapeamento e classificação fundamentais na determinação do seu potencial de uso, visando subsidiar informações importantes na tomada de decisão pelo público e, Governo no que concerne ao planejamento ambiental desses espaços.

O solo possui propriedades intrínsecas que determinam sua aptidão e limitação de uso, as quais são muitas vezes desconsideradas durante as atividades agropecuárias, industriais, de construção civil entre outras. O mapeamento dos solos agregados ao funcionamento dos solos e ao conhecimento das suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas, aliados aos dados de cobertura, conflitos de uso de terras, e avaliação da aptidão agrícola das terras, permite determinar o potencial de uso. Estas informações são úteis ao planejamento de uso racional destes espaços.

Os levantamentos de solos são trabalhos executados no campo, escritório e no laboratório, e se destinam a registrar, analisar e interpretar observações do meio físico e as características e propriedades morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, bem como mapeá-los. Essas informações constituem dados base para a determinação do potencial de uso das terras, pois, são fundamentais ao planejamento de áreas agrícolas, urbanas, industriais, recreacionais, etc., permitindo a utilização adequada das terras, sem degradação do meio ambiente (EMBRAPA, 1995; DALMOLIN et al., 2004; e PEDRON, 2006).

A esse respeito, IBGE (2007) considera que os levantamentos pedológicos contribuem para o acervo de conhecimentos especializados na área de Ciência do Solo, bem como fornecem dados de aproveitamento imediato, sobretudo no que se relaciona à previsão de comportamento de uso dos solos em relação às práticas de manejo e conservação. Tais informações são essenciais para a avaliação do potencial ou das limitações de uma área, constituindo uma base de dados para estudos de variabilidade técnica e econômica de projetos e planejamento de uso, manejo e conservação de solos.

Os levantamentos pedológicos são, também, bases ideais para previsão de riscos de uso dos solos, podendo evitar que áreas inaptas para exploração agropecuária e outras atividades sejam desmatadas ou alteradas em suas condições naturais de equilíbrio, causando impactos negativos à natureza, sem o esperado retorno econômico. Vale considerar que o principal objetivo e utilização dos levantamentos de solos tem sido a sua interpretação

para uso agrícola, que fornece importantes subsídios que permitem a melhor decisão sobre a utilização do solo de maneira racional e eficiente. Mediante os dados constantes dos levantamentos, podem-se fazer recomendações sobre o comportamento dos solos, permitindo, por exemplo, previsões sobre o melhor manejo, quais culturas serão mais bem-adaptadas e qual a produtividade esperada para cada classe de solo sob determinadas condições climáticas.

## 5.2. Atributos morfológicos

O estudo da morfologia do solo é extremamente importante, uma vez que através dele se faz o julgamento dos diversos aspectos morfológicos visando à classificação do solo para posterior aproveitamento dos conhecimentos nas práticas agrícolas e estudo de gênese (PRADO, 1991). A descrição morfológica dos horizontes será realizada da base para o topo do perfil (Tabela 3 no apêndice A). Assim, suas características morfológicas encontram-se nas fichas das respectivas descrições nos apêndices 1 em anexo.

### Perfil 1

O perfil 1 está posicionado na várzea, em baixada com relevo plano, entre as coordenadas UTM 649463 E e 8371221 N. Embora em meio a segmento côncavo da encosta, este assenta basicamente no sopé da vertente. A superfície do solo apresenta-se com rachaduras (fendilhamento) de dimensões superiores a 2 cm, indicando deste modo predomínio de argilas expansivas e de alta atividade. A mesma é coberta por gramínea e estrato herbáceo (vegetação campestre) e savana arbustiva. Observa-se também, a presença de superfície de fricção ou “*slickensides*” ao longo do perfil. Vale ainda destacar que, o material de origem do solo é plutônico de formação anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

110-150+ cm, Cg2: na base do perfil, com 40 cm de espessura o horizonte tem a cor cinzenta úmida (Gley1 6/N) homogênea para o fundo, com justaposição de bruno-amarelada úmida (10YR 5/8), sendo esta última a cor do mosqueado. Esta cloração está associada ao processo de hidromorfismo (saturação de água e má drenagem), que envolve mecanismos de redução. No fundo da trincheira observa-se lençol freático que satura este horizonte.

Com estrutura maciça e blocos angulares, o horizonte possui consistência variando de firme a friável quando úmida e muito plástica e muito pegajosa molhada, o horizonte possui textura essencialmente argilosa. O limite entre o horizonte inferior e superior é difuso.

70-110 cm, Cg1: com a mesma cor do fundo: cinzento úmido (Gley1 6/N) do hori-



zonte anterior, este apresentou uma justaposição com mosqueado bruno-amarelado úmida (10YR 5/6). Vale destacar que sua estrutura foi predominantemente maciça. À semelhança do horizonte anterior, este também se apresenta saturado de água, e textura argilosa, tendo o limite difuso com o horizonte superior.

40-70 cm, o horizonte Bigv tem a cor preta úmida (Gley1 2.5/N) e cinzento-muito úmido (Gley1 3/N) e poros levemente maiores do que o horizonte anterior. Sua estrutura varia de blocos angulares, subangulares e grumosa. Submetida à pressão do dedo, sua consistência é muito dura a extremamente dura (seca), muito firme (úmida); e muito plástica e muito pegajosa (molhada). A passagem deste horizonte para o superior é abrupto com limite plano.

17-40 cm, BA<sub>gv</sub>: apresentou a cor cinzenta-muito-escura (Gley1 3/N) tanto na consistência seca, quanto úmida. A estrutura varia de colunar, prismática, a blocos angulares e subangulares grandes e pequenas. O horizonte é muito argiloso e, evidencia presença de muitas raízes. Litorelíquia com diâmetro de 6 cm é observada no limite com o horizonte inferior. O horizonte tem consistência dura (seca), firme (úmida) e muito plástica e pegajosa (molhada), indicação esta de predomínio de presença de argila do tipo 2:1. A passagem deste horizonte para o superior é plano e claro.

00-17 cm, Ag<sub>v</sub>: Com a cor cinzenta-escura seca (Gley 1 4/N) e preta úmida (Gley 1 2.5/N), este horizonte apresenta estrutura colunar, prismática e blocos subangulares, variando sua consistência de dura a extremamente dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada) (foto 5).



Foto 5: Perfil de Vertisol Gleic. Fonte: David Samuel (2016).

## Perfil 2

O perfil 2, segundo a sua localização no mapa (mapa de localização dos pontos), está posicionado em anfiteatro localizado em encosta de baixo declive de um platô levemente dissecado, no Município da Vila Ulónguè, Distrito de Angónia nas coordenadas UTM 647095 E e 8373083 N. A trincheira encontra-se na passagem do segmento convexo para o côncavo da encosta de baixo declive. A superfície do solo, fortemente compacto, é atualmente coberta por gramínea e estrato herbáceo (vegetação campestre) em meio a assentamento humano. Presença de crosta de batance na superfície indica erosão areolar. A rocha de origem do solo é do tipo plutônica de formação anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

152 – 213+ cm, Cg2: na base do perfil o horizonte, prospectado em 61 cm, tem cor (a seco) heterogênea, com justaposição de bruno-amarelado (10YR 5/8) dominante; vermelho-amarelado (5YR 4/6), com variegado em pequenos domínios alongados brancos (N 9.5/), possivelmente relacionados com a alteração de minerais primários; domínios cinzento-escuros (10YR 4/1) associados a canais deixados pelas raízes, e pequenos domínios amarelo-brunados úmida (10YR 6/8). A estrutura de aspecto maciço se desfaz em blocos angulares e subangulares, tem médio a fraco desenvolvimento, mas é dura a muito dura quando seca e friável a firme quando úmida. A textura é argilosa e confere muita pegajosidade e plasticidade ao horizonte. À lupa observa-se porosidade fina de arranjo de grãos; porosidade estrutural importante em forma de fissuras verticais ultrapassa o horizonte. A transição para o horizonte superior é gradual pelo avermelhamento da cor, e o limite é plano com o horizonte superior.

98-152 cm, Cg1: tem cor heterogênea com justaposição do amarelo-avermelhada úmida (7.5YR 7/8), que é dominante, com o bruno-amarelado úmida (10YR 5/8), com variegado amarelo-oliváceo seca (5Y 6/2) e vermelho-escuro seca (10R 2.5/1) em locais restritos e pontos esbranquiçados localizadamente. A estrutura de aspecto maciço desfaz-se em blocos pouco definidos revelando fraco a médio desenvolvimento, mas é dura à pressão dos dedos. A textura é argilosa, e confere muita plasticidade e pegajosidade. Apresenta porosidade similar ao horizonte inferior. A transição é gradual e o limite é plano com o horizonte superior.

60-98 cm, Btg2: A cor dominante é amarelo-avermelhada úmida (7.5YR 6/8) e apresenta variegado de vermelho-amarelado seca (5YR 5/6) em manchas locais, e de acinzentado-escuro seca (2.5Y 4/1) associado à porosidade e pontos esbranquiçados localizadamente. A estrutura é blocos subangulares e angulares com consistência ligeiramente dura a dura. A textura é de baixa pegajosidade e plasticidade. A porosidade é fissural vertical



e horizontal, e de arranjo dos grãos. As fissuras verticais são levemente mais alargadas. A passagem deste horizonte para o superior é gradual pelo amarelecimento da cor e o limite é plano.

20-60 cm, Btg1: O horizonte tem a cor cinzento-olivácea-clara seca (5Y 6/2) e acinzentada-escura seca (2.5Y 4/1) acompanha a porosidade mais larga. A estrutura é em blocos suangulares pequenos e fortes. À pressão do dedo é firme. A textura é argilosa conferindo baixa plasticidade e pegajosidade. A porosidade e arranjo dos grãos é fissural vertical e horizontal. A fissural é mais larga. A passagem deste horizonte para o superior é abrupta e o limite é festonado.

00-20 cm, Aeg: cinzento-escuro seca (2.5Y 4/1) com domínios cinzento-olivácea-clara seca (5Y 6/2) que correspondem a pedo-relíquias do horizonte inferior. A estrutura Tem aspecto maciço que desfaz em granular grande, ligeiramente dura a dura (seca). O horizonte é ligeiramente argiloso. É ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. Observou-se presença de raízes finas e alongadas com 15 cm de comprimento, com 2 a 3 mm de largura no horizonte A (foto 6).



Foto 6: Perfil de Plinthosol Pisolithic. Elídio Carvalho (2016).

### Perfil 3

O perfil 3, até a profundidade estudada, apresenta-se homogêneo quanto a textura, muito argilosa, exceto o horizonte Cv, cuja apresenta-se em franco-argilo-arenosa. O perfil, situa-se na paisagem em relevo suave ondulado, nas coordenadas UTM 648840 E e 8375092

N. Com superfície do solo adensada, é atualmente coberta por vegetação gramínea e estrato herbáceo campestre. A rocha é tipicamente plutônica, constituída por anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

107- 165+ cm, Cv: na base do perfil o horizonte prospectado com 58 cm de espessura, possui a cor de mosqueado: branco seca (White page 2.5Y\_/1/ 9/) e branco úmida (White page N/\_ 8.5/); e fundo: cinzento seca (Gley1 5/N) e amarelo-oliváceo úmida (2.5Y 6/8). Sua estrutura é maciça e laminar; com consistência friável e macia (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada).

Saliente-se que neste, se observa fendilhamento. O seu limite com horizonte superior é abrupto e irregular. Apresenta-se muito poroso com poros fissurais e bioporos, este último impelido pela forte atividade biológica (bioturbação).

68-107 cm, BCv: A cor dominante é variegada: bruno-amarelado-claro seca (2.5Y 6/4); preto seca (10YR 2/1); vermelho seca (2.5YR 5/8); amarelo-oliváceo seca (2.5Y 6/8) e; variegado: preto cinzento-muito-escuro úmida (Gley1 3/N); amarelo-oliváceo úmida (2.5Y 6/8); branco úmida (White page 7.5YR\_1 /9.5/); branco úmida (White page N/ 9.5/). Tem aspecto maciço que podem se desfazer em blocos angulares e subangulares, pequena, média a fraca a moderada; consistência ligeiramente dura a dura (seca), friável a macia (úmida), e os materiais são muito plásticos e muito pegajosos (molhada). Refira-se ainda que, sob pressão, os blocos da transição deste horizonte rompem-se de “lascas” finas mais ou menos paralelos à parede do perfil. A passagem deste horizonte para o superior é plana e difusa.

37-68 cm, Bt2v: A coloração deste horizonte é heterogênea com variegado: vermelho-amarelado seca (5YR 4/6) e vermelho úmida (2.5YR 4/8, úmida); e fundo: amarelo-avermelhado seca (7.5YR 7/8) e amarelo-brunado úmida (10YR 6/8); mosqueado: cinzento-escuro seca (Gley1 4/N); e cinzento- muito-escuro úmida (Gley1 3/N). Apresenta estrutura subangular, forte e consistência ligeiramente dura a dura (seca); macia e friável quando úmida e muito plástica e pegajosa (molhada), tendo como seu limite superior é abrupto. Dentro das fissuras observadas contata-se estrutura grumosa.

15-37 cm, Bt1v: com cloração heterogênea predominando mosqueado abundante: vermelho seca (2.5YR 4/6) e vermelho úmida (7.5R 4/6), justaposto ao fundo: cinzento seca (Gley1 5/N) e cinzento-muito-escuro úmida (Gley1 3/N). O horizonte possui estrutura colunar que se desfaz em blocos angulares e subangulares. A consistência é ligeiramente dura a dura (seca); macia (úmida), e muito plástica e muito pegajosa (molhada), indicação esta, presença de coesão de horizonte. O limite superior é interdigitada.

00-15 cm, Av: este horizonte evidencia uma coloração cinzento-escuro seca (Gley1 4/N) e preta úmida (Gley1 2.5/N). Para, além disso, se apresenta em estrutura granular, grumosa localmente nas regiões mais porosas e colunar nos ambientes que tem menos porosidade. A consistência é ligeiramente dura a muito dura (seca) e, firme e friável (úmida) e; os materiais são muito plásticos e muito pegajosos (molhada) (foto 7).

A presença de horizonte Bt1 e Bt2 é indicação de incremento da argila nestes horizontes em relação ao Av.



Foto 7: Perfil de Acrisol Eutric. Fonte: Elídio Carvalho (2016).

#### **Perfil 4**

O perfil 4 localizado nas coordenadas UTM 644570 E e 8375378 N, encontra-se hipsometricamente no segmento mais movimentado da paisagem, em relevo montanhoso. Com vegetação de altitude, este apresenta afloramentos de rochas vulcânicas e metamórficas do tipo gnaisse quartzo-feldspático-biotítico-hornobléndico bandeado à superfície. O solo apresenta ligeira endopedregosidade. Nas suas imediações, observam-se enormes blocos de rocha.

67-95 cm, 2C: O horizonte apresenta coloração vermelha seca (10R 4/8) e vermelho-escuro úmida (10R 3/6). Este horizonte conserva parcialmente a estrutura da rocha. Sua textura apresenta-se com litorelíquias cujos diâmetros variam de centímetros a milímetros e nódulos concrecionários de ferro indicando processo de laterização. Estas litorelíquias estão orientadas de maneira semelhante a estrutura bandada da rocha indicando autoctonedade dos materiais de origem. Sua consistência é ligeiramente dura a dura (seca), friável e firme



(úmida); plástica e pegajosa (molhada). Seu limite com o horizonte superior é abrupto pela mudança da cor.

41-67 cm, o horizonte 1C apresenta-se com cor vermelha seca (5YR 5/6) e com textura siltosa, indicando uma discordância entre o material original inferior e este acima<sup>9</sup>. Tem estrutura maciça e, consistência ligeiramente dura a dura (seca), friável e macia (úmida); pouco plástica e muito pouco pegajosa (molhada). Limita-se com horizonte superior pela passagem abrupta com limite plano.

20-41 cm, Bi: O horizonte registra cores vermelho-escuro seca (2.5YR 3/6) e bruno-amarelado-escuro úmida (10YR 4/6). O mesmo possui estrutura granular, blocos subangulares, médios, pequenos e fracos. A consistência é ligeiramente dura (seca); firme (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Observa-se litorelíquias levemente arredondadas a arredondadas e rachaduras desde o horizonte A até 2C, e bioporos em forma de câmara até 3 cm de diâmetro no Bi. O limite superior é abrupto.

00-20 cm, A: O horizonte apresenta coloração bruno-avermelhado-escuro seca (2.5YR 3/4) e vermelho-escuro úmida (2.5YR 3/6). Sua estrutura é do tipo blocos subangulares, fraca e pequena a moderada. A consistência é ligeiramente dura (seca), firme e friável (úmida) e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada) (foto 8).



Foto 8: Perfil de Cambisol Haplic1. Fonte: autor, 2016.

<sup>9</sup> As análises granulométricas evidenciam que este horizonte tem  $733 \text{ g kg}^{-1}$  de silte, enquanto que o horizonte anterior apresenta apenas  $194 \text{ g kg}^{-1}$  de silte e conteúdo de argila de  $567 \text{ g kg}^{-1}$ . Isto sugere duas hipóteses: Alteração diferencial sobre a mesma rocha que pode ter bandas mais dificilmente alteráveis, como é visto nas litorelíquias ou pode ser material transportado na encosta. Esta textura mais siltosa mostra que o material de origem presente no horizonte 2C alterou-se posteriormente ao 1C.

## Perfil 5

O Perfil 5 está localizado entre as coordenadas UTM 645200 E e 8375388 N, ao longo do relevo plano, com vegetação predominantemente do tipo savana. Este possui boa drenagem e elevada coesão dos materiais dos seus horizontes. Litologicamente, constitui-se por rochas plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortositicos de Meteugo-Balame.

130-170+ cm, Bw2: O horizonte possui coloração heterogênea com fundo amarelo-olivácea seca (2.5Y 6/8) e amarela úmida (2.5Y 7/6); e mosqueado cinzenta seca (Gley1 6/N, seca) e cinzento-clara úmida (Gley1 7/N). Apresenta-se com estrutura em blocos subangulares e granulares pequenas, e médias fraca a moderada. Possui consistência ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada). Seu limite com horizonte superior é difuso e gradual.

76-130 cm, Bw1: Apresenta cor do fundo vermelho-clara seca (10YR 7/8) e amarelo-brunado úmida (10YR 6/6); mosqueado cinzenta seca (10YR 6/1) e cinzento-claro úmida (10YR 7/1). Sua estrutura é em blocos angulares, subangulares e granulares. Por sua vez, sua consistência é ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada), tendo seu limite superior difuso. Outro ponto que carece destacar é o fato deste apresentar-se com rachaduras (retractilidade).

40-76 cm, AB: este horizonte se apresenta com a seguinte coloração: fundo bruno-amarelado-clara seca (10YR 6/4) e bruno-amarelado-claro úmida (10YR 6/4); mosqueado bruno-amarelado-seca (10YR 5/8) e vermelho úmida (2.5YR 5/8). A estrutura é grumosa e em blocos subangulares variando de pequena, grande a moderada. A consistência dura a muito dura (seca), friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada). O limite superior com outro horizonte faz-se sob transição plana e difusa.

14-40 cm, A12: Apresenta coloração amarelo-brunada seca (10YR 6/6) e bruna úmida (10YR 5/3), com estrutura granular, blocos angulares e subangulares, variando de pequena, fraca a moderada. Há presença de intensa atividade biológica, principalmente cupim intermeando a massa do solo. A consistência é ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); plástica e pegajosa (molhada), com limite superior abrupta.

00-14 cm, A11: Este horizonte se apresenta com a coloração bruna seca (7.5YR 4/4) e bruno-muito-escura úmida (7.5YR 2.5/3). A estrutura é granular e em blocos subangulares fraca e pequena a moderada. Sua consistência é ligeiramente dura (seca); firme a friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Observa-se intensa atividade biológica (bioturbação) (foto 9).



Foto 9: Perfil de Ferralsol Sodic. Fonte: Elídio Carvalho (2016).

### **Perfil 6**

O perfil 6 localiza-se nas coordenadas UTM 647878 E e 8375253 N, em vegetação campestre e topograficamente em relevo plano a suave ondulado. Com solo de maior profundidade efetiva e má drenagem, este possui um embasamento composto por rochas plutônicas de formação anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

De 141-200 cm, Cg3, observa-se a cloração de fundo cinzenta úmida (Gley1 6/N) e mosqueado bruno-amarelado úmida (10YR 5/8). Sua estrutura é maciça e, em blocos angulares e subangulares fraca, pequenas e médias. A consistência é friável quando úmida muito plástica e muito pegajosa (molhada). Vale destacar que não foi possível determinar a consistência seca, em virtude, do horizonte se apresentar saturado de água, decorrente da presença do lençol freático. Seu limite com horizonte superior é gradual e difuso.

O horizonte Cg2 em profundidade de 105-141+ cm registra uma cloração de fundo úmida: cinzenta úmida (Gley1 5/N) e, mosqueado úmida: amarelo-oliváceo (5Y 6/8). Possui estrutura em blocos angulares e subangulares, fraca, pequenas a média e, consistência friável (úmida), muito plástica e muito pegajosa (molhada) indicação esta de predomínio de materiais muito argilosa na massa do solo. Outro ponto que deve ser enfatizado é o fato deste horizonte apresentar-se completamente úmido, impossibilitando a determinação da consistência seca. Limita-se com o horizonte superior pela passagem gradual.

70-105 cm: O horizonte Cg1 se apresenta com coloração heterogênea, com a cor de fundo: cinzento-azulada seca (Gley2 5/5PB) e verde-claro-acinzentada úmida (Gley1 6/N); e mosqueado: amarela seca (5Y 7/8) e amarelo-olivácea úmida (5Y 6/8). Observa-se presença de raízes comuns muitas e finas e forte atividade biológica de cupim (bioturbação) essencialmente.

Possui estrutura prismática, blocos angulares e subangulares. A consistência é ligeiramente dura (seca); macia e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada) indicando deste modo predomínio de material muito argiloso. O Limite superior é plano e abrupto.

40-70 cm, CAg: Com coloração cinzento-azulado-escuro seca (Gley2 4/10B) e cinzento-azulada úmida (Gley2 5/5PB), tendo sua estrutura blocos angulares e subangulares. Sua consistência é dura a muito dura (seca), firme e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada) indicação de predomínio de materiais argiloso. Limita-se com o horizonte superior pela passagem plana e clara.

De 14-40 cm, AC: este horizonte possui cor cinzento-escuro seca (Gley1 4/N) e cinzento-azulado-muito-escuro úmida (Gley2 3/5PB). Sua estrutura é colunar, blocos angulares e subangulares variando de médio a grande. A consistência varia de dura a muito dura (seca); firme a friável (úmida) e; muito plástica e muito pegajosa quando molhada. A transição plana e difusa caracteriza o limite com horizonte superior. O mesmo registra rachaduras (fendilhamento) com 0.5 a 1 cm de largura, quartzo e material cimentado sílica de 1 a 2 cm de diâmetro.

00-14 cm, A: o horizonte apresenta-se com coloração cinzento-muito-escuro seca (Gley1 3/N) e branca úmida (Gley1 8/N). Sua estrutura é prismática, blocos angulares e subangulares, pequenas e média a moderada. A consistência é ligeiramente dura a dura (seca), firme a friável (úmida) e, muito plástica e muito pegajosa (molhada) indicação esta de teores de argila nestes materiais. Vale lembrar que, observa-se presença de fendilhamento e raízes comuns, e abundantes anunciando, portanto, a manifestação da atividade biológica (foto 10).





Foto 10: Perfil de Gleysol Eutric. Fonte: Elídio Carvalho (2016).

### **Perfil 7**

O perfil 7, com coordenadas UTM 645942 E e 8375718 N, caracteriza-se por menor profundidade efetiva e, drenagem moderada a má. Este se situa topograficamente no terço médio da encosta, em relevo plano, sob vegetação campestre e pastagem. Sua litologia compõe-se por rochas plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

81-105+ cm, C: o horizonte apresenta coloração heterogênea: fundo: bruno-amarelada seco (10YR 5/6,) e cinzenta úmido (10YR 6/1) úmida; e mosqueado: cinzento-escuro seco (10YR 4/1) e úmida (10YR 6/6); e variegado: branca seca (White page N\_9.5/) e branca úmida (White page 7.5YR \_/1 9/ úmida). Sua estrutura é colunar, blocos angulares e subangulares, variando de fraca a forte. Quando seca é dura a extremamente dura, ao passo que quando molhada é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. Seu limite com horizonte superior é gradual.

BC encontra-se entre 60-81 cm de profundidade, apresentando a coloração heterogênea, com fundo: bruno-acinzentado seco (10YR 5/2) e amarelo-avermelhado úmida (7.5YR 6/8) e mosqueado: branca seca (White page N\_9.5/) e cinzento úmida (2.5Y 5/1); e por último variegado bruno-amarelado seco (7.5YR 5/8) e branco úmida (White page N\_ 9/). Sua estrutura é em blocos angulares, subangulares e prismática. Os materiais apresentam consistência muito dura a extremamente dura (seca), macia a friável (úmida); ligeiramente



plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Limita-se com horizonte superior através da passagem gradual.

36-60 cm, Bt2: este horizonte possui uma coloração de fundo: bruno-acinzentado seca (10YR 5/2) e cinzento úmida (10YR 6/1); e mosqueado: bruno-amarelada seca (10YR 5/6) e fundo:) e cinzenta-amarelada úmida (10YR 4/6). A estrutura é prismática, blocos angulares e subangulares. A consistência é muito dura a extremamente dura (seca), firme e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada), limitando-se do horizonte superior pela passagem gradual.

O Bt1, na faixa dos 10-36 cm de profundidade, evidencia cores distintas, sendo que o fundo: preto seca (2.5Y 5/1) e bruno-forte úmida (7.5YR 4/6); e mosqueado: bruno-forte seca (7.5YR 5/8) e cinzenta úmida (7.5Y 6/1). A estrutura é prismática, blocos angular e subangulares. Sua consistência é muito dura a extremamente dura (seca), firme a fiável (úmida), muito plástica e muito pegajosa (molhada). O seu limite superior é feita sob passagem abrupta.

00-10 cm, A: o horizonte tem a cor preta seca (2.5Y 2.5/1) e cinzento-muito-escura úmida (2.5Y 3/1). Sua estrutura é em blocos granulares, angulares e subangulares; fraca e média a moderada. A consistencia é dura a dura (seca), friável e macia (úmida); plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Refira-se que, em todos horizontes observam-se raízes abundantes, finas e pequenas bem como, presença de sílica (foto 11).



Foto 11: Perfil de Solonetz Eutric. Fonte: Elídio Carvalho (2016).

### Perfil 8

O perfil 8 localizado nas coordenadas UTM 647870 E e 8371604 N, assenta sobre o terço médio da encosta, em relevo forte ondulado sob vegetação savana. Apresenta drenagem imperfeita, rochividade e cascalhos. Quanto a sua formação geológica, este assenta sobre rochas plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

O horizonte 2C1 estende-se de 92-120+ cm de profundidade, com distintas cores, notadamente: variegado: bruno-amarelado seca (10YR 5/6); preto seca (10YR 2/1) e branco seca (white page 2.5Y\_1 9.5/) e vermelho-amarelado úmida (5YR 5/8); e preto úmida (10YR 2/1, úmida) e branco (white page 10YR\_1 8.5/, úmida). A estrutura é maciça, e apresenta consistência dura a muito dura (seca), firme (úmida) e, não plástica e não pegajosa (molhada) indicação está de predomínio de materiais arenosos. O limite com o horizonte superior é descontínuo, indicação esta de uma descontinuidade litológica.

50-92 cm, C: Este horizonte se apresenta com coloração variegada: rosa-amarelado-muito-clara seca (white page 7.5YR\_2 9.5/), preto-avermelhada seca (7.5 R 2.5/1), bruno-forte (7.5YR 5/6, seca) e; amarelo-muito-clara úmido (white page 2.5Y\_2 9.5/); bruno-forte úmido (7.5YR 4/6) e preto-avermelhada úmido (10R 2.5/1). A estrutura é do tipo subangular e angular, pequena a moderada e, consistência friável (úmida) e não plástica e não pegajosa (molhada) o que nos indica a presença de materiais arenosos. Limita-se com o horizonte superior por passagem irregular.

30-50 cm, Bi: Apresenta-se com coloração heterogênea variegada: preta seca (5YR 2.5/1); amarelo seca (10YR 7/6) e branca seca (White Page 10YR\_1 9.5/); e branca úmida (White Page N 8.5/); amarelo (10YR 8/6, úmida) e preto (10YR 2/1 úmida). A estrutura varia de blocos angulares, subangulares e granular. Sua consistência é muito dura a extremamente dura (seca), friável a firme (úmida); não plástica e não pegajosa (molhada). Embora em menor proporção, observa-se presença de nódulos concrecionários ferruginosos nesta camada. O limite com o seu horizonte superior é irregular.

15-30 cm, ABcf: Apresenta cores heterogêneas, com variegado: amarelo seco (10YR 7/6, seca); preto seco (10YR 2/1); vermelho seco (2.5YR 5/8, seca); e bruno-avermelhado-claro úmido (2.5YR 3/6); amarelo-avermelhado úmido (7.5YR 8/6) e, bruno-escuro úmido (7YR 3/1). A estrutura é grumosa, bloco angular e subangular, pequena, média e fraca a moderada, e uma consistência dura a ligeiramente dura (seca); fiável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Possui nódulos concrecionários ferruginosos. O limite do horizonte com o superior é abrupto.

00-15 cm, Acf: O horizonte apresenta coloração bruno-escura seca (10YR 3/3) e bruno-amarelo-escura úmida (10YR 3/4). A estrutura é granular e grumosa; pequena, fraca a moderada e uma consistência ligeiramente dura (seca); friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Semelhantemente, observa-se no perfil presença de nódulos concrecionários ferruginosos desde ABcf; Bi e muito pouco no C e 2C1 (figura 12).



Foto 12: Perfil de Cambisol Haplic2- Perfil 8. Fonte: autor (2016).

### Perfil 9

O perfil 9, com as coordenadas UTM 644698 E e 8378166 N encontra-se no terço médio da encosta, em relevo plano e com má drenagem. Sua vegetação é predominantemente coberta por savana arbustiva e pastagem. O solo assenta sobre rochas plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

104-150+cm, C2: O horizonte apresenta coloração heterogênea de: fundo seco: amarelo muito claro-acinzentado (White Page 2.5Y<sub>2</sub>/2 9/) e amarelo claro-acinzentado úmido (White page 2.5Y<sub>2</sub>/2 8.5/); e mosqueado: preto seco (Gley 1 2.5/N) e mosqueado: amarelo-avermelhado úmido (7.5YR 7/8); e variegado: amarelo-brunado seco (10YR 6/6) e variegado: preta úmida (Gley 1 2.5/N).

A estrutura é em blocos angulares e subangulares, fraca e consistência ligeiramente dura a muito dura (seca), friável (úmida) e ligeiramente plástica e muito pegajosa (molhada), limitando-se com o horizonte superior por passagem ondulada.

67-104 cm, C1: possui cor variegada de fundo: preta seca (2.5Y 5/2) e cinzenta úmida (2.5Y 5/1). Paralelamente, apresenta-se com mosqueado: bruno-amarelada seca (10YR 5/6) e mosqueado: bruno-forte úmida (7.5YR 4/6); e variegado: amarelo-claro-acinzentada seca (White Page 10YR\_2 8/, seca); e variegado: amarelo muito claro-acinzentada úmida (White Page 10YR\_2 9/). A estrutura é do tipo prismática, blocos angulares e subangulares; e uma consistência ligeiramente dura a dura (seca); firme (úmida) e, muito plástica e ligeiramente plástica (molhada). Estabelece seu limite superior com a transição plana e ondulada.

40-67 cm, Bt3: Apresenta coloração variegada de fundo: cinzento-escura seca (2.5Y 4/1) e cinzento-esverdeada úmida (Gley 1 5/10Y); mosqueado: amarelado-avermelhada seca (7.5YR 6/8) e amarelado-avermelhada úmida (7.5YR 6/6). De modo semelhante, se-nos evidencia variegado preta seca (Gley 1 2.5/N) e cinzento-azulada úmida (Gley 2 2.5/5PB). Apresenta-se com domínio localizadamente contendo concreções maciças e concreções de sílica preenchendo a porosidade do solo.

A estrutura é prismática, blocos angulares e subangulares. Sua consistência varia de dura a muito dura (seca), firme e friável (úmida) e muito plástica e muito pegajosa (molhada). O limite superior do horizonte é difuso.

20-40 cm, Bt2qm: O horizonte apresenta coloração heterogênea de fundo: cinzenta seca (Gley 1 5/N) e cinzento-escura úmido (Gley 1 4/N); e mosqueado: amarelo-olivácea seca (2.5Y 6/8) e bruno-amarelada úmida (10YR 5/6, úmida). Semelhantemente, registra a cor de variegado: preta seca (Gley 1 2.5/N, seca). A estrutura é colunar, em cunha e, possui consistência solta (seca e úmida), e não plástica e não pegajosa (molhada). O horizonte possui concreções maciças de sílica ocupando a porosidade e cimentação dos materiais do solo. Limita-se do horizonte superior pela passagem irregular.

10-20 cm, Bt1qm: O horizonte apresenta coloração do fundo seco: bruno-oliváceo-escura (2.5Y 3/1) e cinzento-escuro úmido (Gley 1 4/N, úmida); e mosqueado: bruno-amarelado seca (10YR 5/8) e bruno-amarelado úmida (10YR 5/6) e; variegado cinzento muito-escuro úmida (Gley1 3/N, úmida). A estrutura é colunar, em bloco angular e subangular grandes e médio, forte a moderada. Sua consistência é dura a muito dura (seca), firme (úmida), muito plástica e pegajosa (molhada). O mesmo possui concreções maciças de sílica ocupando a porosidade e cimentação dos materiais do solo. Limita-se do horizonte superior pela passagem irregular e ondulada.

00-10 cm, AEqm: Com coloração de fundo: cinzento muito escuro seca (2.5Y 3/1)



e preta úmida (Gley1 2.5/N); e mosqueado: amarelo-avermelhado seca (7.5YR 6/6) e bruno-escura úmida (7.5YR 3/4). A sua estrutura é do tipo granular e, em blocos angulares e subangulares, médias e pequenas; e uma consistência ligeiramente dura a dura (seca), friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada). Este possui também, concreções maciças de sílica ocupando a porosidade e cimentação do material do solo (foto 13).



Foto 13: Perfil de Solonetz Sodic. Fonte: Elídio Carvalho (2016).

### **Perfil 10**

O perfil 10 localiza-se entre as coordenadas UTM 645750 E e 8378631 N, no terço médio da encosta, em declividade de 3- 8%. A vegetação predominante é savana arbustiva. O mesmo assenta sobre o embasamento de rochas plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame. Apresenta-se bem drenado e com boa profundidade efetiva.

149-205+ cm, Bw2: O horizonte apresenta coloração heterogênea com fundo de cor amarelo-avermelhada seco (5YR 5/8) ou bruno-forte úmida (7.5YR 5/6) e, mosqueado de cor bruno-oliváceo, seco (2.5Y 4/4) ou bruno-amarelado-escuro úmido (10YR 4/4). Sua estrutura é em bloco angular e subangular fraca, e consistência ligeiramente dura (seca); friável (úmida), e muito plástica e muito pegajosa (molhada). Limita-se pelo horizonte superior pela passagem difusa.

93-149 cm, Bw1: possui cor vermelho-amarelada seca (5YR 5/8) e vermelho-amarelada úmida (5YR 4/6). Apresenta estrutura é granular e em bloco subangular variando de média, pequena a fraca a moderada. A argila possui consistência ligeiramente dura a dura

(seca), friável (úmida) e, muito plástica e muito pegajosa (molhada). A passagem para o horizonte superior é plana e gradual.

70-93 cm, BA: Este horizonte apresenta coloração amarela seca (2.5Y 4/8) e vermelha úmida (2.5YR 4/6). A estrutura é granular e em blocos angulares e subangulares. A consistência varia de dura a muito dura (seca); firme a friável (úmida) e, muito plástica e muito pegajosa (molhada). O limite com horizonte superior é difuso.

40-70 cm, AB: O horizonte possui coloração vermelha seca (2.5YR 5/8) e vermelho-amarelada úmida (5YR 5/8), com estrutura em blocos angulares e subangulares pequenas e médias. A consistência é dura a muito dura (seca), friável (úmida); plástica e pegajosa (molhada). Limita-se do horizonte superior pela passagem plana e gradual.

15-40 cm, A12: Apresenta a cor vermelho-amarelada seca (5YR 4/6) e vermelha úmida (2.5YR 4/6). Todavia, sua estrutura predominante é em blocos angulares e subangulares fraca a média a moderada. A consistência é ligeiramente dura a muito dura (seca), friável (úmida) e ligeiramente plástica e pegajosa (molhada). Limita-se pelo horizonte superior pela passagem plana e clara. Presença de concreções de ferro nesta secção de horizonte.

Por último, o horizonte superficial A11 encontra-se à profundidade de 00-15 cm, com coloração bruno seca (10YR 5/3) e bruno-acinzentado-muito-escura úmida (10YR 3/2). Apresenta-se com estrutura granular pequenas a média, e consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida) e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada) (foto 14).



Foto 14: Perfil de Ferralsol Yellow-Red. Fonte: David Samuel (2016).

### 5.3. Atributos Físicos

Os resultados das análises físicas da caracterização dos perfis dos solos são apresentados na tabela 4 que doravante se segue.

A despeito da granulometria, os perfis 1; 2 e 3 (P1; P2 e P3) apresentam comportamento similar quanto a fração argila, exceto o horizonte C do P3 que evidenciou 229 g kg<sup>-1</sup> de argila, justificando deste modo, o predomínio da classe textural franco-argilo-arenosa e conseqüentemente, fraca plasticidade e pegajosidade. Entretanto, todos os horizontes subsuperficiais destes perfis apresentam na sua generalidade teores de argila > 600 g kg<sup>-1</sup> de solo, indicação esta de predomínio de classe textural muito argilosa de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 2013).

Lani et al., (2011) e IBGE (2015) consideram que, solos com textura muito argilosa, de maneira geral, deparam-se com problemas de ordem física, em sua maioria, relacionadas com restrições de drenagem, pois quando secos, geralmente são duros e muito duros, e quando úmidos as características de plasticidade e pegajosidade expressam-se com mais intensidade, principalmente em razão de minerais de argilas expansíveis. Dado a essa característica, esses solos costumam expandir-se quando umedecidos e a contrair-se quando secos, ocasionando o aparecimento de fendas que podem vir danificar o sistema radicular das plantas. Devido a esse comportamento, tornam-se solos de difícil manejo, principalmente no tocante a mecanização agrícola. Isso dificulta sobremaneira o uso do solo tanto na estação chuvosa quanto na seca.

Por sua vez, as classes texturais dos solos do perfil 4 (P4), na sua generalidade tiveram uma variação desuniforme ao longo dos seus horizontes, sendo que, o mesmo comportou-se com decréscimo de teores de argila em função da profundidade, registrando assim a textura muito argilosa a argilosa, exceto o horizonte Bi que se apresentou com a textura franco-siltosa. A maioria dos horizontes deste perfil mostram-se com teores de argila >360 g kg<sup>-1</sup>, indicação esta de uma textura argilosa, conferindo, portanto, a presença de plasticidade e pegajosidade, exceto o horizonte Bi que se apresentou com valores de 161 g kg<sup>-1</sup> de argila e, 733 g kg<sup>-1</sup> de silte, valores estes que nos indicam o predomínio de textura franco-siltosa e, por conseguinte, uma consistência plástica a ligeiramente pegajosa.

Este fato deve-se em parte ao incipiente desenvolvimento pedogenético do horizonte diagnóstico, conferindo assim a presença de horizonte B incipiente. De acordo com Embrapa (2013), o horizonte B incipiente trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para

o desenvolvimento de cor ou de unidades estruturais, e no qual mais da metade do volume de todos os sub-horizontes não devem consistir em estrutura da rocha original.

O perfil 5 (P5) comporta-se com teores de argila na ordem de 420 a 643 g kg<sup>-1</sup> justificando a isso variação na sua distribuição ao longo do perfil, o que confere uma variação textural de argilosa a muito argilosa. O seu horizonte diagnóstico- AB apresenta valores de argila > 600 g kg<sup>-1</sup>, o que nos permite deduzir a predominância de uma classe textural muito argilosa.

Por sua vez, o perfil 6 (P6) teve comportamento similar ao dos perfis 1; 2 e 3, registando assim, teores de argila na ordem dos 674 a 752 g kg<sup>-1</sup>, indicação esta de predomínio de uma classe textural muito argilosa. Para Ker et al., (2012); Embrapa (2013) e Santos et al., (2013) solos com teores de argila > 600 g kg<sup>-1</sup> conferem sê-lhes a classe textural muito argilosa e, por conseguinte uma consistência seca (dura a muito dura) e molhada (muito plástica e muito pegajosa).

O perfil 7 (P7) evidencia nos seus horizontes teores de argila entre 349 a 676 g kg<sup>-1</sup>. Apesar disso, constata-se uma mudança textural abrupta associada à translocação vigorosa de argila do horizonte A para Bt1, caracterizando assim a formação do horizonte horizonte plânico, neste caso sem descontinuidade litológica. Nesta perspectiva, Embrapa (2013) considera:

“O horizonte plânico é um tipo especial de horizonte B textural, com ou sem caráter solódico, subjacente a horizonte A ou E, apresentando mudança textural abrupta ou transição abrupta associada à relação textural com valor dentro do especificado para o horizonte B textural, porém calculado entre o primeiro sub-horizonte B e o horizonte imediatamente acima (A ou E). Apresenta estrutura prismática, colunar ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios e, às vezes, estrutura maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução com ou sem mosqueados. Este horizonte pode ser responsável pela formação de lençol de água suspenso, de existência temporária e, normalmente, apresenta teores elevados de argila dispersa”.

Os perfis 8 e 9 (P8 e P9), comportam-se de forma relativamente heterogênea quanto a classe textural, pois, ao longo dos seus horizontes apresentam poucos teores de argila, com valores médios em torno de 335,4 g kg<sup>-1</sup> de solo para o P8, e 498,8 g kg<sup>-1</sup> para o P9, respectivamente. Portanto, no primeiro caso depreende-se que, os horizontes superficiais deste apresentaram teores de argila bastante variável, com valores na faixa de 122 a 539 g kg<sup>-1</sup> de solo, indicando deste modo à predominância das classes texturais franco-argilo-arenosa e



arenosa. No segundo, verifica-se uma preponderância da textura franco-argilosa variando para muito argilosa decorrente da presença do Bt, com valores de argila entre os 387 a 681 g kg<sup>-1</sup> de solo.

Por último, o perfil 10 (P10) quanto a classe textural comporta-se de forma uniforme, pois ao longo de todos seus horizontes apresentam teores de argila > 600 g kg<sup>-1</sup> de solo, que conferem a classe textural muito argilosa para este perfil.

Ao se analisar as proporções das diferentes frações granulométricas, observam-se que os perfis 1; 2; 3; 6 e 10 se apresentam com teores elevados de argila justificando assim a textura muito-argilosa, enquanto que, os perfis 4 e 5 comportam-se com teores intermédios de argila, predominando deste modo, uma textura argilo-arenosa. Por último, os perfis 7; 8 e 9 se apresentam com comportamento variável, isto é, com textura essencialmente franco-argilo-arenosa a argilo-arenosa.

De um modo geral, verifica-se em todos os perfis estudados o predomínio da fração muito-argilosa em relação à argila e areia, respectivamente. Ademais, foi observada coesão de horizontes em alguns perfis, o que de certo modo constitui uma das restrições físicas destes solos. Nesta perspectiva, Aguiar Netto et al., (1988); Rezende (1997); e Rezende (2000) referem que, a presença dos horizontes coesos no perfil do solo afeta as relações entre a drenagem, teor de água disponível, aeração, penetração radicular e absorção de nutrientes, o que constitui limitações ao uso agrícola. Porém, a sua utilização requer atenção especial quanto ao seu manejo, com o objetivo de melhorar a sua produtividade e conservação.

Com relação à fração silte e a relação silte/argila, esta se mantém num padrão normal de distribuição entre os diversos horizontes, apresentando assim, tendo uma variação inversamente proporcional ao longo dos perfis.

Conforme EMBRAPA (2013), a relação silte/argila pode ser usada para avaliar o estágio de intemperismo em solos de regiões tropicais. É empregada em solos de textura franco-arenosa ou mais fina. A mesma indica baixos teores de silte e, portanto, alto grau de intemperismo quando apresenta, na maior parte do horizonte B, valor inferior a 0,7 nos solos de textura média ou valor inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa ou muito argilosa.

Relativamente aos valores de condutividade elétrica no extrato de saturação, para todos os horizontes dos perfis analisados mostram-se com valores muito baixos, pois são > 1,0 dS/m<sup>-1</sup> os quais não satisfazem o carácter sálico, salino e, nem tampouco solódico. Apesar disso, a exceção dos perfis 4 e 10 (P4 e P10), todos os restantes perfis estudados se apresentam com carácter sódico, pois, registram elevadas concentrações de sódio (Na<sup>+</sup>).

Segundo Oliveira (2001) e Embrapa (2011) o caráter sódico é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentam saturação por sódio ( $100 \text{ Na}^+/\text{T}$ )  $>15\%$  em alguma seção de controle que defina a classe.

Embrapa (2013) define os critérios para os atributos anteriormente descritos, sendo que, o caráter sálico é a propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidades tóxicas à maioria das culturas, indicada por condutividade elétrica no extrato de saturação igual ou maior que  $7 \text{ dSm}^{-1}$  (a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), em alguma época do ano.

Já o caráter salino diz respeito à propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, indicada por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que  $4 \text{ dSm}^{-1}$  e menor que  $7 \text{ dSm}^{-1}$  (a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), em algumas épocas do ano. Por último, o caráter solódico, é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódio ( $100 \text{ Na}^+/\text{T}$ ) variando de  $6\%$  a  $< 15\%$  em alguma parte da seção de controle que defina a classe.

Tabela 4- Atributos físicos

HORIZONTE		Composição granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )					Classe textural	ADA	GF (%)	CE(dS/m) (1 x 10 <sup>-5</sup> )	S/A	Af/At
Simb.	Prof. (cm)	Grossa	Areia Fina	Total	Silte	Argila						
<b>Perfil 1- VERTISOL GLEIC EUTRIC</b>												
Agv	00-17	86	62	148	222	630	Muito-Argilosa	0,336	99,9	00083,0	0,35	0,04
BAGv	17-40	50	31	81	190	729	Muito-Argilosa	0,450	99,9	65,0	0,26	0,38
Bigv	40-70	46	52	98	179	733	Muito-Argilosa	0,454	99,9	70,0	0,24	0,53
Cg1	70-110	96	78	174	142	684	Muito-Argilosa	0,424	99,9	46,0	0,20	0,44
Cg2	110-150+	76	57	133	165	702	Muito-Argilosa	0,381	99,9	38,0	0,23	0,42
<b>Perfil 2- PLINTHOSOL PISOLITHIC EUTRIC</b>												
Aeg	00-20	58	44	102	451	447	Argilosa	0,274	99,9	113,0	1,0	0,43
Btg1	20-60	23	23	46	141	813	Muito-Argilosa	0,324	99,9	47,0	0,17	0,5
Btg2	60-98	21	19	40	200	760	Muito-Argilosa	0,219	99,9	32,0	0,26	0,47
Cg1	98-152	15	18	33	244	723	Muito-Argilosa	0,310	99,9	32,0	0,33	0,54
Cg2	152-213+	31	46	77	356	567	Argilosa	0,253	99,9	33,0	0,62	0,59
<b>Perfil 3- ACRISOL EUTRIC SODIC</b>												
Av	00-15	50	62	112	208	680	Muito-Argilosa	0,343	99,9	40,0	0,30	0,55
Bt1v	15-37	14	16	30	122	848	Muito-Argilosa	0,442	99,9	30,0	0,14	0,53
Bt2v	37-68	10	14	24	162	814	Muito-Argilosa	0,389	99,9	27,0	0,19	0,58
BCv	68-107	41	30	71	241	688	Muito-Argilosa	0,298	99,9	24,0	0,35	0,42
Cv	107- 165+	369	264	633	138	229	Franco-argilo-arenosa	0,081	99,9	29,0	0,60	0,41
<b>Perfil 4- CAMBISOL EUTRIC HAPLIC1</b>												
A	00-20	137	96	233	140	628	Muito-Argilosa	0,204	99,9	22,0	0,22	0,41
Bi	20-41	172	131	303	173	524	Argilosa	0,168	99,9	22,0	0,33	0,43
1C	41-67	48	58	106	733	161	Franco-siltosa	0,114	99,9	22,0	4,5	0,54
2C	67-95	142	97	239	194	567	Argilosa	0,121	99,9	23,0	0,34	0,40
Cr <sup>(1)</sup>	95-140+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Perfil 5- FERRALSOL SODIC YELLOW</b>												
A11	00-14	351	134	485	95	420	Argilo-arenosa	0,153	99,9	25,0	0,22	0,27
A12	14-40	276	121	397	101	502	Argilosa	0,228	99,9	29,0	0,20	0,30
AB	40-76	201	65	265	125	610	Muito-Argilosa	0,262	99,9	26,0	0,20	0,24
Bw1	76-130	206	76	282	130	588	Argilosa	0,280	99,9	25,0	0,22	0,26
Bw2	130-170+	115	51	266	191	643	Muito-Argilosa	0,331	99,9	27,0	0,29	0,19

ADA- Argila Dispersa em Água; CE- Condutividade Elétrica; GF- Grau de Dispersão S/A- Relação Silte e Argila; Af/At- Relação Areia fina e Area total.

...Continuação.

HORIZONTE		Composição granulométrica (gkg <sup>-1</sup> )					Classe textural	ADA	GF %	CE(dS/m) (1 x 10 <sup>-5</sup> )	S/A	Af/At
Simb.	Prof. (cm)	Areia		Silte	Argila	Grossa						
<b>Perfil 6- GLEYSOL EUTRIC HAPLIC</b>												
A	00-14	60	107	167	160	674	Muito-Argilosa	0,319	99,9	69,0	0,23	0,64
AC	14-40	48	88	138	111	752	Muito-Argilosa	0,390	99,9	66,0	0,14	0,63
CAg	40-70	43	71	114	148	739	Muito-Argilosa	0,378	99,9	30,0	0,18	0,62
Cg1	70-105	58	100	158	155	687	Muito-Argilosa	0,401	99,9	64,0	0,22	0,63
Cg2	105-141	74	115	189	137	674	Muito-Argilosa	0,405	99,9	45,0	0,20	0,60
Cg3	141-200+	59	88	147	163	690	Muito-Argilosa	0,389	99,9	33,0	0,23	0,58
<b>Perfil 7- SOLONETZ EUTRIC DURIC</b>												
A	00-10	302	237	539	112	349	Franco-argilo-arenosa	0,090	99,9	45,0	0,32	0,43
Bt1	10-36	127	74	201	123	676	Muito-Argilosa	0,318	99,9	43,0	0,18	0,36
Bt2	36-60	102	56	159	179	664	Muito-Argilosa	0,297	99,9	33,0	0,26	0,35
BC	60-81	220	109	329	182	490	Argilo-arenosa	0,219	99,9	37,0	0,33	0,37
C	81-105+	278	125	403	127	470	Argilo-arenosa	0,205	99,9	43,0	0,27	0,31
<b>Perfil 8- CAMBISOL EUTRIC HAPLIC2</b>												
Acf	00-15	211	152	363	152	484	Argilo-arenosa	0,164	99,9	35,0	0,31	0,41
ABcf	15-30	214	103	317	143	539	Argilosa	0,230	99,9	26,0	0,26	0,32
Bi	30-50	409	122	531	142	327	Franco-argilo-arenosa	0,121	99,9	34,0	0,04	0,22
C	50-92	509	142	651	139	209	Franco-argilo-arenosa	0,062	99,9	29,0	0,66	0,21
2C1	92-120+	571	166	637	141	122	Franco-arenosa	0,035	99,9	29,0	1,15	0,26
<b>Perfil 9- SOLONETZ SODIC EUTRIC</b>												
AEqm	00-10	308	180	488	125	387	Franco-argilosa	0,132	99,9	36,0	0,32	0,36
Bt1qm	10-20	387	107	494	73	434	Argilo-arenosa	0,210	99,9	36,0	0,16	0,21
Bt2qm	20-40	349	41	390	56	553	Argilosa	0,319	99,9	37,0	0,10	0,10
Bt3	40-67	117	48	165	154	681	Muito-Argilosa	0,295	99,9	34,0	0,22	0,29
C1	67-104	138	81	219	202	579	Argilosa	0,267	95,3	47,0	0,34	0,36
C2	104-150+	350	157	507	134	359	Franco-argilo-arenosa	0,113	96,8	48,0	0,37	0,30
<b>Perfil 10- FERRALSOL YELLOW-RED EUTRIC</b>												
A11	00-15	62	61	123	122	755	Muito-Argilosa	0,299	99,9	63,0	0,16	0,49
A12	15-40	59	38	97	129	774	Muito-Argilosa	0,330	99,9	54,0	0,16	0,39
AB	40-70	30	25	55	168	778	Muito-Argilosa	0,099	99,9	33,0	0,21	0,45
BA	70-93	25	26	51	183	765	Muito-Argilosa	0,314	99,9	38,0	0,23	0,50
Bw1	93-149	20	20	40	193	767	Muito-Argilosa	0,039	99,9	39,0	0,25	0,4
Bw2	149-205+	21	24	45	213	743	Muito-Argilosa	0,011	99,9	28,0	0,28	0,53

#### 4. Atributos químicos

Os resultados das análises químicas para os perfis dos solos estudados estão apresentados na tabela 5. Deste modo, o perfil 1 apresenta-se com valores de pH em água entre 6,83 - 7,26, indicando quimicamente, uma acidez fraca a alcalinidade fraca em conformidade com a CFSEMG (1999). Em virtude do pH estar acima de 6, o alumínio por ventura existente nesses solos está sob forma insolúvel, não tendo sido, portanto, encontrado nas análises executadas, o que permite afirmar que esta faixa do pH no solo é considerada ideal para o bom crescimento e desenvolvimento de culturas.

Do ponto de vista agrônômico pode-se considerar que a maioria dos valores observados em pH em água variaram entre alto (6,1 - 7,0) e muito alto ( $> 7$ ), classificação esta, estabelecida em conformidade com a fonte anteriormente descrita.

O pH é, portanto, uma das propriedades químicas do solo mais importantes para a determinação da produção agrícola (Fageria, 2000). Assim, seu conhecimento é um indicador relevante que nos fornece informações úteis para a compreensão do comportamento dos elementos no solo, os quais são indispensáveis ao crescimento das plantas, pois a acidez do solo também se relaciona com a disponibilidade de Ca; Mg e Mn, e de outros elementos (CFSEMG, 1999).

A esse respeito, Ker et al., (2012) referem que o conhecimento do pH é extremamente importante, uma vez que solos com acidez elevada ( $\text{pH} < 5,0$ ) tendem a solubilizar maior quantidade de minerais, liberando sobretudo alumínio e manganês, elementos que, em alta concentração, prejudicam o crescimento das plantas e a ação das bactérias importantes do solo.

Percebe-se ainda que, tanto o perfil 1, quanto aos demais, o pH em água foi maior do que o pH em KCl, resultando em valores de  $\Delta\text{pH}$  negativos, o que é um indicativo de predomínio de cargas negativas na superfície dos colóides do solo. Neste contexto, Prado (1991) afirma que, sempre que o valor de delta  $\Delta\text{pH}$  se apresentar com sinal negativo, o solo tem predominância de carga negativa, ou seja, maior capacidade de reter cátions que ânions.

Os resultados calculados para CTC (T) estão entre 39,66 a 55,12  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , os quais de acordo com CFSEMG (1999) encontram-se na faixa de classificação muito bom. EMBRAPA (2013) considera que altos valores de CTC estão normalmente associados aos argilominerais 2:1, especialmente quando na presença de argilas de alta atividade ( $>27 \text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ). Paralelamente, observou-se que a soma de bases esteve na faixa da classificação muito boa, com teor médio no perfil de 46,76  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ .

Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  são muito altos, apresentando valores na ordem dos 34,79 a 49,59  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , indicação esta de predomínio da classe muito bom. Por sua vez, o  $\text{Mg}^{2+}$  também se comporta alto, entre 3,15 a 4,69  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , encontrando-se assim na faixa de classificação muito bom.

O potássio (K) mostra-se muito baixo, com teores entre 8 e 33  $\text{mg dm}^{-3}$  ao longo do perfil, e o fósforo (P) também registra-se muito baixo por encontrar-se na faixa de 0,0 a 2,0  $\text{mg dm}^{-3}$ . Não foram registrados valores para a saturação por alumínio (m) bem como para  $\text{Al}^{3+}$  trocável. Contudo, foram observados altos valores de sódio, e, por conseguinte elevadíssimo PST (72,38 a 97,9%). Por sua vez, a acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) foi baixa (1,3 a 4,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ).

A matéria orgânica (MO) se apresenta com elevado teor neste perfil comparativamente aos demais. Portanto, seu comportamento registra um decréscimo gradual em função da profundidade. Ainda assim, à luz dos critérios estabelecidos pela CFSEMG (1999) esta se apresenta com teores altos, variando entre muito bom a bom (8,89 a 0,66  $\text{dag kg}^{-1}$ ) nos horizontes superficiais e subsuperficiais, respectivamente. Em geral, é pertinente salientar que, o elevado teor de MO neste perfil 1 deve-se ao fato do maior aporte de serrapilheira, presença da vegetação e esterco de animais que por lá tem se observado durante a pastagem, bem como a sua localização na baixada.

A esta posição na topografia fazem-no com que os solos sejam receptáculo de matéria orgânica por adição proveniente do topo pelo escoamento superficial e deflação em áreas de pastagens e cultivo, favorecidas pela forma convexa da superfície na meia encosta, o que de certa forma lhe proporciona alto teor de MO em relação aos restantes perfis estudados.

Paralelamente, observam-se valores elevados no complexo sortivo (SB, T, V, m, PST e MO), pois, estes evidenciaram elevadas somas de base (SB), alta capacidade de troca catiônica (T), alta saturação por bases com média de 95,42%, permitindo, portanto, caracterizá-los em solos eutróficos em conformidade com Embrapa (2013).

Comportamento similar foi observado no perfil 2 P(2), em que seus valores de pH em água registram-se na faixa dos 6,17 - 7,09, indicando quimicamente acidez fraca a neutra e, em conformidade com a CFSEMG (1999).

De igual modo, observam-se altas somas de bases (SB), alta capacidade de troca catiônica (T), alta saturação por bases com valor médio de 92,72%, indicação esta de elevada fertilidade natural destes solos (eutrófico). A CTC (T) se apresentou elevada, com valores entre 27,15 e 30,32  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , indicação esta de uma classificação muito boa.

Vale salientar que, os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável em todo o perfil são consideráveis (22,13 a 25,21  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ), legitimando assim uma classificação muito alta. Para  $\text{Mg}^{2+}$  os níveis de sua concentração (3,05 a 3,38  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ) são elevados, o que lhe permite classificá-lo de muito alta. Contudo, os teores de P foram inexpressivos, com valores entre 0,0 a 0,9  $\text{mg dm}^{-3}$ , conferindo-lhe a classe de muito baixa. Ressalte-se ainda que, a redução dos teores desse elemento, provavelmente esteja associada a menor riqueza na constituição mineralógica do material parental.

Os valores de índice de Saturação por Alumínio (m) para todos os horizontes deste perfil não foram detetados (0 %), fato que lhe confere neutralidade deste elemento na solução coloidal do solo e, por conseguinte, maior disponibilidade dos macronutrientes. Ao passo que, os valores de sódio são altíssimos, conferindo assim elevado PST (50,68 a 167,87%). Contudo, o potássio (K) apresenta-se baixo (10 a 53  $\text{mg dm}^{-3}$ ). Por sua vez, a MO regista considerável redução do seu teor, variando de médio (2,9  $\text{dag kg}^{-1}$ ) no horizonte superficial e muito baixo (0,53 a 0,26  $\text{dag kg}^{-1}$ ) para os restantes horizontes subsuperficiais. Esta situação é uma indicação de pobreza em termos do seu aporte.

O perfil 3 registra valores de pH em água entre 6,17 e 7,32 permitindo classificá-lo em acidez fraca a neutra, pois, Oliveira et al., (1979) consideram que, sob pH entre 6 a 7 todo o  $\text{Al}^{3+}$  do solo é neutralizado, permitindo deste modo maior disponibilidade de nutrientes na solução coloidal do solo e, por conseguinte, maior CTC.

Estudos desenvolvidos por Echart e Cavalli-Molina (2001) evidenciam que, um dos fatores que causam maiores problemas de toxicidade em solos com pH abaixo de 5,0 é a elevada concentração de alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) disponível, constituindo um fator limitante ao crescimento das plantas. A presença do  $\text{Al}^{3+}$  reduz o crescimento e o desenvolvimento das raízes e diminui a absorção de nutrientes, o que é desfavorável para o desenvolvimento das plantas. Isso afeta a produção agrícola que, para obter altos rendimentos, necessita de substratos que possibilitem o desenvolvimento das raízes sem obstáculos químicos e/ou físicos.

Portanto, depreende-se que para todos os horizontes a acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) se apresenta muito baixo (1,5 a 4,1  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ), enquanto que os valores  $\text{Al}^{3+}$  não foram registrados (0). Os valores de atividade da fração argila (AA) foram superiores a 27  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  de argila, caracterizando assim, argila de atividade alta (Ta). A soma de bases (SB) se apresenta alta para todos os horizontes (12,87 a 30,97)  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ . Por seu turno, os valores de

saturação por bases estão entre 87,1 a 94,4%, fato que assegura o carácter eutrófico destes solos.

Os resultados calculados para capacidade de troca catiônica (T) registram-se entre 35,57 a 13,57  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , os quais, de acordo com CFSEMG (1999) encontram-se na faixa de classificação muito bom a baixo. Com relação a  $\text{Ca}^{2+}$ , apresentara-se de 11,60 a 27,49  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , representando assim, na sua generalidade teores muito altos. Por seu turno, o  $\text{Mg}^{2+}$  esteve na ordem dos 1,26 a 3,45  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , indicando a classificação muito bom.

O potássio (K) evidencia valores muito elevados, pois sua média foi em torno de 0,9 a 11  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , justificando assim a classificação de muito alto. O fósforo disponível (P) comporta-se em níveis muito baixos (0,0 a 0,9  $\text{mg dm}^{-3}$ ). Entretanto, a PST foi elevadíssimo (34,29 a 301,4%). Ao passo que, os valores de saturação por alumínio (m) bem como o  $\text{Al}^{3+}$  trocável não foram registrados (0).

Quanto a M.O esta evidencia um acentuado decréscimo em função da profundidade. Nos primeiros dois horizontes superiores Av e Bt1v seus teores variaram de bom (4,28  $\text{dag kg}^{-1}$ ) a médio (2,11  $\text{dag kg}^{-1}$ ) respectivamente, enquanto que nos demais horizontes subsuperficiais na sua generalidade se apresentam com valores inferiores a 0,70  $\text{dag kg}^{-1}$ , justificando deste modo, níveis muito baixos. De modo geral, o perfil evidencia teor médio de M.O (1,64  $\text{dag kg}^{-1}$ ) categorizando-o de baixo.

O perfil 4 apresenta-se com pH em água em torno de 6,13 a 6,6, classificando-se em acidez fraca. Já o pH em KCl está na faixa dos 4,65 a 5,41. Por sua vez, a soma de bases mostra-se elevada, tendo apresentado valores de 11,62 a 12,00  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , classificando-se deste modo em muito bom. A Capacidade de Troca Catiônica (T) está entre 13,7 a 15,72  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , o que confere uma classificação de bom. Dada a elevada saturação por bases (73,9 a 80,6%) imputa-se ao perfil o carácter eutrófico.

A disponibilidade de  $\text{Ca}^{2+}$  apresenta-se na faixa de 9,47 a 10,23  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , enquanto que o  $\text{Mg}^{2+}$  esteve entre 1,5 a 1,89  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , valores esses que conferem-sê-lhe a classificação de muito bom. O potássio (K), também se evidencia com valores elevados (62 a 106  $\text{mg dm}^{-3}$ ), justificando a isso a classificação de muito bom. Por sua vez, o fósforo disponível (P) se comporta muito baixo (0,6 a 1,3) em relação aos teores de argila no solo, pois na sua generalidade foram  $\leq 2,7 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Quanto ao sódio  $\text{Na}^+$  e PST, os valores foram nulos (0). Ao passo que a condutividade elétrica extrato de saturação, mostram-se com baixíssimos teores ( $< 1 \text{ dS/m}$ ), não legitimando, portanto, o carácter sódico, salino, sálico e nem tampouco solódico. A acidez potencial ( $\text{H}^+ +$



$Al^{3+}$ ) está na faixa de classificação médio em virtude de apresentar valores entre 1,7 a 4,1  $cmol_c dm^{-3}$ . Por sua vez, não foram registrados valores (0) para acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e índice de saturação por alumínio (m). Finalmente, a MO mostra-se uma variação gradual em função da profundidade, apresentando, deste modo, valores classificados de baixo (1,19  $dag kg^{-1}$ ) a muito baixo (0,40  $dag kg^{-1}$ ), respectivamente.

Para o Perfil 5, embora com pH em água variando entre acidez média (5,75) e acidez fraca (6,87), o mesmo se apresenta com elevada soma de bases (9,11 a 26,08  $cmol_c dm^{-3}$ ). Todavia, em virtude de seus valores serem  $> 6,00 cmol_c dm^{-3}$ , confere-se-lhe a classificação de muito bom ao abrigo da CFSEMG (1999).

Relativamente a Capacidade de Troca de Cátions denota-se inclusive, elevada atividade do complexo coloidal desses solos, face o registro de valores que legitimaram a classificação de bom a muito bom (11,21 a 27,82  $cmol_c dm^{-3}$ ). Quanto à saturação por bases os valores estão entre 76,9 e 93,9%, qualificando-o de eutrófico.

O  $Ca^{2+}$  apresenta-se na classificação de muito bom (7,65 a 20,04  $cmol_c dm^{-3}$ ). Os valores de  $Mg^{2+}$  também são muito bons, pois estão entre 1,56 a 6, e 1,38  $cmol_c dm^{-3}$ , justificando para tanto, a classificação de bom. Por sua vez, o potássio (K) evidencia-se também, elevado (13 a 30  $mg dm^{-3}$ ), conferindo assim, a classificação de muito bom e, muito baixo (0,1 a 1,3) para fósforo (P) tendo em conta o teor de argila do solo.

Sua acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) é baixa (1,7 a 3,3  $cmol_c dm^{-3}$ ), enquanto que, a acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e índice de saturação por alumínio (m) não foram registrados (0). Os valores de sódio são altos, e, por conseguinte, elevadíssima PST (64,34 a 70,05%).

A MO comporta-se de forma quase que variável em profundidade do perfil, com valores oscilando de baixo (1,84  $dag kg^{-1}$ ) a muito baixo (0,26  $dag/kg$ ), respectivamente. Este perfil sê-nos apresenta com teores muito baixos 0,72 de M.O, em virtude de possuir uma média de 0,76  $dag kg^{-1}$ .

O perfil 6 apresentou valores de pH na faixa de 7,35 a 7,83, espelhando deste modo, uma classificação química de alcalinidade fraca e, por conseguinte, maior disponibilidade de cátions básicos. Isto se evidencia de tal modo a partir de sua soma de bases (SB) cujos valores são bastante elevados, variando de 37,91 a 46,00  $cmol_c dm^{-3}$ , representando, portanto, a classificação de muito bom, pois, seus valores foram  $> 6,00 cmol_c dm^{-3}$  conforme a CFSEMG (1999). Por sua vez, a CTC (T) também mostra-se com altos valores (38,88 a 46,70  $cmol_c dm^{-3}$ ) o que representa uma classificação muito boa.

De modo semelhante, a saturação por bases (V) registra valores muito próximos de 100%, caracterizando assim, solos de eutróficos (96,9 a 99,3%).

Portanto,  $\text{Ca}^{2+}$  foi quem mais contribuiu para os valores de saturação por bases (V), estando na faixa dos 35,96 a 44,19  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , valor considerado elevado e, por conseguinte, muito bom à luz da CFSEMG (1999). O  $\text{Mg}^{2+}$  está entre 1,54 a 1,94  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , classificando-se na faixa de muito bom, em virtude dos valores terem sido superiores a 1,50  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . Por sua vez, o potássio (K), apresenta valores muito elevados (5 a 12  $\text{mg dm}^{-3}$ ) justificando assim o predomínio de classe muito bom. Ao passo que o fósforo disponível (P) se apresenta na classe muito baixa (0,2 a 1,5  $\text{mg dm}^{-1}$ ), pois segundo a fonte anteriormente citada, considera que para valores  $\leq 2,7 \text{ mg dm}^{-3}$  indica níveis muito baixos, em relação aos exigidos em função dos teores de argila.

Com relação à acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ), mostra-se na faixa de muito baixo a baixo em virtude de seus valores terem estado entre 0,3 a 1,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , enquanto que, para os acidez trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) e índice de saturação por alumínio (m) não foram registrados (0). No entanto, o sódio registra teor muito alto, assegurando assim a elevada PST (69,18 a 86,42%), o que interfere para a toxidez das plantas.

A MO decresce gradualmente em profundidade, apresentando-se com teores baixos (0,13 a 1,71  $\text{dag kg}^{-1}$ ), o que demonstra uma classificação baixa.

O Perfil 7 apresenta-se com valores de pH em água entre 6,32 - 7,47, indicando quimicamente uma acidez fraca a alcalinidade fraca, respectivamente. Portanto, evidenciam-se altas somas de base (17,38 a 29,41  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ), pois para CFSEMG (1999) os valores de soma de bases  $> 6,00 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$  são considerados de muito bom. Verifica-se, ainda, alta capacidade de troca catiônica (T), estando esta na faixa dos 21,98 a 29,41  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  o que permitiu estabelecer a classificação de muito bom, pois tais valores satisfazem os exigidos para esta classe ( $> 15,00 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ).

A saturação por bases evidencia-se muito alta (91,02%), permitindo caracterizá-lo como eutrófico.

Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável em todo o perfil são  $> 4,00 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , estando na faixa de 16,14 a 26,89  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , legitimando, portanto, a classe muito bom. A disponibilidade de  $\text{Mg}^{2+}$  entre 1,17 a 1,57  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  encaixa o solo nas classes bom a muito bom. Contudo, os teores de fósforo (P) são muito baixos (0,0 a 4,0  $\text{mg/dm}^{-3}$ ). Por sua vez, o potássio (K) também se apresenta muito baixo a baixo, em virtude de se registrar com valores na ordem de 4 a 27  $\text{mg dm}^{-3}$ . Segundo a CFSEMG (1999) considera que para os valores de K  $\leq$  a 15  $\text{mg/dm}^{-3}$ , consideram-se muito baixo.

Com relação à acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ), esta mostra-se na faixa de muito baixo a médio, em virtude de seus valores terem-se registado entre 0,7 a 4,6  $cmol_c dm^{-3}$ . Por seu turno, a acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e índice de saturação por alumínio (m) não foram registrados (0), enquanto que o PST registra teores muito elevados na ordem dos 63,23 a 308,73%, o que confere o carácter sódico ao perfil.

A matéria orgânica (MO) mostra com menor teor, variando de bom (4,61  $dag kg^{-1}$ ) no horizonte superficial AEg e médio a muito baixo (2,90 a 0,13  $dag kg^{-1}$ ), respectivamente, para os horizontes subsuperficiais. Se se comparar este perfil com o perfil 6, deduz-se que o primeiro (P6) possui baixos teores de MO. Não obstante, o teor elevado de MO no P7, deve-se essencialmente pelo fato da topografia em que o mesmo se insere, caracterizada por domínio em relevo plano, com declividade de 0 - 3%, pois, esta feição contribui menos para sua remoção pelos agentes externos durante o processo de transporte de sedimentos ao longo da vertente, facilitando deste modo sua deposição na área. Aliado a isso, o pedo-ambiente de má drenagem interfere no processo de lentidão da sua decomposição desta no sistema.

O perfil 8 está incluído na classe de pH bom, classificado quimicamente de acidez fraca (6,20 – 6,82). Por sua vez, a soma de bases mostra-se elevada, por apresentar-se em torno de 20,14 a 27,42  $cmol_c dm^{-3}$ , fato que se lhe confere a classificação de muito bom.

A capacidade de troca catiônica (T) registra-se na faixa dos 22,41 a 28,56  $cmol_c dm^{-3}$ , o que segundo a CFSEMG (1999) representa a classe bom. A saturação por bases (V) está entre (81,4 a 96,4%), legitimando assim elevada fertilidade natural destes solos.

Os teores de  $Ca^{2+}$  mostra-se na faixa ideal, de 14,32 a 20,17  $cmol_c dm^{-3}$ , indicando assim valores elevados e por conseguinte são classificados como muito bom. Entretanto, o  $Mg^{2+}$  está entre 5,74 a 7,22  $cmol_c dm^{-3}$ , imputando ao solo a classificação de muito bom. Por sua vez, o potássio (K) apresenta-se com teor alto, pois seus valores estão em torno de 1 a 30  $mg dm^{-3}$ , justificando a classe de muito bom. O fósforo disponível (P) se mostra muito baixo variando de 0,4  $mg dm^{-3}$  no horizonte superficial e 0,0  $mg dm^{-3}$  ao longo dos horizontes subsuperficiais do perfil.

Com relação à acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ), mostra-se muito baixa a médio (0,8 a 4,6  $cmol_c dm^{-3}$ ). Os valores de acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e índice de saturação por alumínio (m) não foram registrados (0), enquanto que a PST é muito alto, com teores na ordem dos 19,8 a 84,86% conferindo deste modo o carácter sódico ao perfil. Finalmente, os teores de MO são relativamente baixos, porém, diminuem gradativamente em profundidade, variando assim de

médio ( $2,63 \text{ dag kg}^{-1}$ ) horizonte superficial a muito baixo ( $0,13$  a  $0,92 \text{ dag kg}^{-1}$ ) nos horizontes subsuperficiais.

Os valores na faixa de 6,21 a 7,65, respectivamente, para as camadas superficial e subsuperficial, qualificam quimicamente o pH do perfil 9, conferindo deste modo, uma acidez fraca e alcalinidade fraca. Para a soma de bases (SB) observam-se níveis elevados tanto em superfície ( $24,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) quanto em subsuperfície ( $16,95$  a  $29,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), conferindo a classificação muito bom.

Os valores de CTC (T) variam entre  $28,64$  e  $27,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para as camadas superficial e subsuperficial, imputando ao solo a classe de muito bom. De modo semelhante, a saturação por bases (V) caracteriza-se por ser muito alta, variando de  $83,9$  a  $94,9\%$ , o que permite categorizá-lo em solo eutrófico.

O  $\text{Ca}^{2+}$  registra valores entre  $15,41$  a  $28,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , indicação esta de concentração muito alta e por conseguinte, uma classificação de muito bom. Ao passo que, o  $\text{Mg}^{2+}$  comportou-se com valores médios na ordem de  $1,52$  a  $3,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , permitindo assim classificá-lo de muito bom.

Quanto ao potássio (K), registra variação em todos os horizontes, com valores na ordem de  $9$  a  $30 \text{ mg dm}^{-3}$ , faixa classificada de muito baixo a baixo em conformidade com a CFSEMG (1999). Comportamento similar foi observado para fósforo disponível (P), pois, este se apresenta com níveis muito baixos ( $0$  a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ ), tendo em conta os teores de argila no solo, justificando a isso déficit deste elemento.

O potássio (K) apresenta-se com variação em todos os horizontes, estando na faixa de  $9$  a  $30 \text{ mg dm}^{-3}$ , valores estes classificados como muito baixo a baixo em conformidade com a CFSEMG (1999). Comportamento similar foi observado para fósforo disponível (P), pois, este se apresenta com níveis muito baixos ( $0$  a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ ), tendo em conta os teores de argila no solo, justificando a isso deficit deste elemento.

A acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) variou na razão inversa da profundidade, tendo atingido valores em torno dos  $1,2$  a  $4,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , ao correspondente a classificação baixa, enquanto que os valores de acidez trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) e o índice de saturação por alumínio (m) não foram registrados (0). A PST mostra-se elevada com teores variando de  $11,09$  a  $274,93\%$ , o que assegurou o carácter sódico.

Quanto a MO observa-se seu decréscimo gradual em profundidade, apresentando-se com valores entre  $3,62$  e  $0,13$  a  $2,30 \text{ dag kg}^{-1}$  tanto para as camadas superficial quanto subsuperficiais, respectivamente, conferindo assim a classe média a baixa.

Por último, o perfil 10 apresentou-se na faixa ideal de pH em água. Portanto, seus valores observam-se na faixa 6,41 a 7,65, legitimando, quimicamente uma classificação de acidez fraca e, agronomicamente acidez alta, pois esta faixa é considerada adequada para a maioria das culturas. A saturação por bases (V) é elevada ao longo do perfil, tendo-se apresentado de 77,5% a 94,7%. Por sua vez, a soma de bases também mostra-se alta, com valores variando entre 10,77 a 19,25  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , representando a classificação muito bom.

Os valores de CTC (T) estão na faixa de bom a muito bom (11,47 a 24,85  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ). Apesar disso, constata-se que o perfil possui uma atividade baixa da fração argila, pois seus valores (15,4 a 24,8) são  $> 27 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$  de argila, salvo o horizonte superficial que se apresenta com 32,9  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ .

Com relação à saturação por bases, este comporta-se com valor em torno de 77,5 a 94,7%, traduzindo-se, deste modo, o caráter eutrófico. O teor de  $\text{Ca}^{2+}$  está na faixa de muito bom, em virtude de se apresentar entre 10,06 a 17,96  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , enquanto que os valores de  $\text{Mg}^{2+}$  estão na faixa dos 0,40 a 0,89  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , representando, portanto, a classificação de médio. Por sua vez, o potássio (K) evidencia-se, também com valores muito bom, tendo sido o segundo elemento que mais contribuiu para a soma de bases bem como, a saturação por bases, com valores na ordem dos 38 a 155  $\text{mg dm}^{-3}$ , o que permite integrá-lo na classificação de muito bom.

De modo semelhante, observa-se que a disponibilidade de fósforo (P) de acordo com o teor de argila do solo neste perfil foi maior que de quaisquer outros elementos, verificando-se um decréscimo com a profundidade. O horizonte superficial apresenta-se com 566,9  $\text{mg dm}^{-3}$ , enquanto que, os horizontes subsuperficiais estiveram em torno dos 0,7 a 185,8  $\text{mg dm}^{-3}$ . Ainda assim, seus valores estiveram na faixa de muito bom. A maior disponibilidade de fósforo (P) imputam-se provavelmente, à natureza e/ou composição mineralógica da rocha mãe, ou ao frequente uso de fertilizantes químicos por parte da comunidade durante a atividade agrícola.

Quanto à acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) mostra-se baixo (0,7 a 5,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ). Não obstante, para a acidez trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) e o índice de saturação por alumínio (m) não foram observados nenhum valor (0). Ao passo que, a PST mostra-se muito baixo ( $>15\%$ ).

Por fim, os teores de MO decrescem drasticamente em função da profundidade. Observa-se ainda que, o horizonte superficial foi o que mais apresenta aporte de matéria orgânica, resultante da serrapilheira advinda da floresta secundária predominantemente e, de restos de materiais vegetais provenientes do cultivo. Assim, seu teor apresenta-se bom na camada superficial (4,28  $\text{dag kg}^{-1}$ ) e, baixo nas camadas subsuperficiais (0,40 a 1,71  $\text{dag kg}^{-1}$ ).

Tabela 5- Atributos Químicos

COMPLEXO SORTIVO																		
Hor.	Prof.(cm)	pH (H2O)	pH (KCl)	ΔpH	P	K mg/dm <sup>3</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	T	AA cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	V	m %	PST	MO dag kg
<b>Perfil 1- VERTISOL GLEIC EUTRIC (VGE)</b>																		
Agv	00-17	6,32	5,1		2,0	33	39,9	46,59	4,15	0,00	4,3	50,82	55,12	88,4	92,2	0,00	72,38	8,89
BAGv	17-40	6,83	5,3		0,7	15	47,9	49,59	4,69	0,00	2,5	54,32	56,82	77,9	95,6	0,00	84,3	4,61
Bigv	40-70	7,26	5,6		0,7	8	52,9	48,21	4,10	0,00	1,7	52,33	54,03	73,7	96,9	0,00	97,9	2,63
Cg1	70-110	7,35	5,54		0,1	10	32,9	34,84	3,17	0,00	1,3	38,04	39,34	57,5	96,7	0,00	83,62	1,05
Cg2	110-150+	7,47	5,49		0,0	8	29,9	34,79	3,15	0,00	1,7	37,96	39,66	56,4	95,7	0,00	75,39	0,66
<b>Perfil 2- PLINTHOSOL PISOLITHIC EUTRIC</b>																		
Aeg	00-20	6,17	4,94		0,9	53	14,9	22,13	3,03	0,00	4,1	25,30	29,40	65,7	86,1	0,00	50,68	2,90
Btg1	20-60	6,69	5,2		1,3	15	13,9	22,26	3,15	0,00	1,7	25,45	27,15	33,3	93,7	0,00	51,19	0,53
Btg2	60-98	7,08	5,3		1,2	12	15,9	22,97	3,26	0,00	1,5	26,26	27,76	36,4	94,6	0,00	57,27	0,40
Cg1	98-152	7,09	5,31		0,8	12	17,9	23,92	3,29	0,00	1,5	27,24	28,74	39,7	94,8	0,00	59,81	0,26
Cg2	152-213+	7,03	5,2		0,0	10	50,9	25,21	3,38	0,00	1,7	28,62	30,32	53,4	94,4	0,00	167,87	0,26
<b>Perfil 3- ACRISOL EUTRIC SODIC</b>																		
Av	00-15	6,33	4,74		0,5	11	15,9	27,49	3,45	0,00	4,6	30,97	35,57	52,2	87,1	0,00	44,7	4,28
Bt1v	15-37	6,50	4,72		0,0	10	8,9	20,10	2,52	0,00	3,3	22,65	25,95	30,6	87,3	0,00	34,29	2,11
Bt2v	37-68	6,56	4,91		0,2	9	7,9	18,65	2,78	0,00	2,1	21,45	23,55	28,9	91,1	0,00	33,54	1,19
BCv	68-107	7,05	5,05		0,0	6	22,9	20,35	2,92	0,00	1,7	23,29	24,99	36,3	93,2	0,00	91,63	0,53
Cv	107- 165+	7,32	5,25		0,9	0,9	40,9	11,60	1,26	0,00	0,7	12,87	13,57	59,2	94,8	0,00	301,4	0,13
<b>Perfil 4- CAMBISOL EUTRIC HAPLIC</b>																		
A	00-20	6,13	4,65		0,9	75	0,0	9,54	1,89	0,00	4,1	11,62	15,72	25,0	73,9	0,00	0,0	1,19
Bi	20-41	6,19	4,85		1,3	62	0,0	9,47	1,64	0,00	2,6	11,27	13,87	26,4	81,3	0,00	0,0	0,79
1C	41-67	6,50	5,2		1,2	78	0,0	9,86	1,68	0,00	3,0	11,74	14,74	91,5	79,6	0,00	0,0	0,66
2C	67-95	6,60	5,41		0,6	106	0,0	10,23	1,50	0,00	1,7	12,00	13,70	24,1	87,6	0,00	0,0	0,40
Cr <sup>(1)</sup>	95-140+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Perfil 5- FERRALSOL SODIC YELLOW</b>																		
A11	00-14	5,89	4,25		1,3	30	0,0	7,65	1,38	0,00	2,1	9,11	11,21	26,6	81,3	0,00	0,0	1,84
A12	14-40	5,75	4,44		0,1	20	0,0	9,38	1,56	0,00	3,3	10,99	14,29	28,4	76,9	0,00	0,0	1,05
AB	40-76	5,90	4,72		0,1	13	10,9	11,17	2,06	0,00	2,3	13,26	15,56	25,5	85,2	0,00	70,05	0,26
Bw1	76-130	6,73	5,2		0,2	15	10,9	11,56	3,06	0,00	1,7	14,66	16,36	27,8	89,6	0,00	66,62	0,40
Bw2	130-170+	6,87	5,14		0,1	14	17,9	20,04	6,00	0,00	1,7	26,08	27,78	43,2	93,9	0,00	64,34	0,26

<b>COMPLEXO SORTIVO</b>																		
Hor.	Prof.(cm)	pH (H2O)	pH (KCl)	ΔpH	P	K	Na <sup>++</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	T	AA	V	m	PST	MO
<b>Perfil 6- GLEYSOL EUTRIC HAPLIC</b>																		
A	00-14	7,35	5,78		1,5	12	26,9	36,89	1,66	0,00	0,3	38,58	38,88	57,6	99,2	0,00	69,18	1,71
AC	14-40	7,66	5,99		0,4	9	32,9	39,40	1,54	0,00	0,3	40,96	41,26	54,8	99,3	0,00	79,73	0,92
CAg	40-70	7,76	6,06		0,2	9	37,9	44,19	1,79	0,00	0,7	46,00	46,70	63,1	98,5	0,00	81,15	0,66
Cg1	70-105	7,83	6,13		0,4	8	35,9	39,41	1,61	0,00	0,5	41,04	41,54	60,4	98,8	0,00	86,42	0,40
Cg2	105-141	7,83	5,96		0,4	5	31,9	38,57	1,80	0,00	0,8	40,38	41,18	61,0	98,1	0,00	77,46	0,40
Cg3	141-200+	7,78	5,82		0,3	5	32,9	35,96	1,94	0,00	1,2	37,91	39,11	56,6	96,9	0,00	84,12	0,13
<b>Perfil 7- SOLONETZ EUTRIC DURIC</b>																		
A	00-10	6,22	4,6		2,4	27	13,9	16,14	1,17	0,00	4,6	17,38	21,98	62,9	79,1	0,00	63,23	4,61
Bt1	10-36	6,31	4,5		0,4	13	32,9	23,84	1,40	0,00	3,0	25,27	28,27	41,8	89,4	0,00	113,19	2,90
Bt2	36-60	6,78	5,08		0,1	14	67,9	25,48	1,57	0,00	2,0	29,09	29,09	43,8	93,1	0,00	233,41	1,19
BC	60-81	7,00	5,48		0,0	4	90,8	26,75	1,45	0,00	1,2	29,41	29,41	60,0	95,9	0,00	308,73	0,40
C	81-105+	7,62	5,77		0,3	7	59,9	26,89	1,44	0,00	0,7	29,05	29,05	61,8	97,6	0,00	267,29	0,13
<b>Perfil 8- CAMBISOL EUTRIC HAPLIC</b>																		
Acf	00-15	6,20	4,5		0,4	30	4,9	14,32	5,74	0,00	4,6	20,14	24,74	51,1	81,4	0,00	19,8	2,63
ABcf	15-30	6,48	4,58		0,0	11	9,9	18,76	7,17	0,00	2,6	25,96	28,56	52,9	90,9	0,00	34,66	0,92
Bi	30-50	6,82	4,85		0,0	5	20,9	20,17	7,24	0,00	1,0	27,42	28,42	86,9	96,5	0,00	73,53	0,13
C	50-92	7,16	5,1		0,0	3	22,9	18,85	6,83	0,00	1,3	25,68	26,99	129,1	95,2	0,00	84,86	0,13
2C1	92-120+	7,30	5,1		0,0	1	11,9	16,03	5,58	0,00	0,8	21,61	22,41	183,6	96,4	0,00	53,1	0,13
<b>Perfil 9- SOLONETZ SODIC EUTRIC</b>																		
AEqm	00-10	6,21	4,5		1,0	27	14,9	20,63	3,34	0,00	4,6	24,04	28,64	74,0	83,9	0,00	52,02	3,62
Bt1qm	10-20	6,34	4,67		0,5	24	15,9	19,63	3,27	0,00	3,3	23,10	26,40	60,8	87,5	0,00	68,83	2,30
Bt2qm	20-40	6,60	4,99		0,6	30	2,9	20,33	3,22	0,00	2,5	23,63	26,13	47,2	90,4	0,00	11,09	1,58
Bt3	40-67	7,25	5,55		0,0	22	13,9	25,87	3,68	0,00	1,7	29,61	31,31	45,9	94,6	0,00	44,39	0,92
C1	67-104	7,41	5,94		0,0	20	44,9	28,12	3,48	0,00	1,7	31,65	33,35	57,5	94,9	0,00	134,63	0,66
C2	104-150+	7,65	6,07		0,0	9	49,9	15,41	1,52	0,00	1,2	16,95	18,15	50,5	93,4	0,00	274,93	0,13
<b>Perfil 10- FERRALSOL YELLOW-RED EUTRIC</b>																		
A11	00-15	6,41	5,35		566,9	155	1,9	17,96	0,89	0,00	5,6	19,25	24,85	32,9	77,5	0,00	7,64	4,28
A12	15-40	6,58	5,4		185,8	83	0,0	14,98	0,52	0,00	3,5	15,71	19,21	24,8	81,8	0,00	0,0	1,71
AB	40-70	6,84	5,6		21,1	67	0,0	11,54	0,40	0,00	1,7	12,11	13,81	17,8	87,7	0,00	0,0	0,79
BA	70-93	7,02	5,76		13,0	43	0,0	13,57	0,47	0,00	1,3	14,15	15,45	20,1	91,6	0,00	0,0	0,53
Bw1	93-149	7,13	5,96		2,9	38	0,0	12,02	0,49	0,00	0,7	12,61	13,31	17,3	94,7	0,00	0,0	0,40
Bw2	149-205+	7,10	6,02		0,7	38	0,0	10,06	0,61	0,00	0,7	10,77	11,47	15,4	93,9	0,00	0,0	0,40

### 5.5. Classificação de Solos

Com base nos dados da descrição morfológica dos perfis em campo e de posse dos resultados analíticos físico-químicos de solos, foi efetuada a classificação dos solos em conformidade com o sistema FAO-WRB (2014)<sup>10</sup>.

O perfil 1 foi classificado como *Vertisol Eutric Gleic*. O mesmo, atendeu aos critérios de presença de horizonte vértico, caracterizado pela existência de superfícies de compressão em quantidade normal e presença de rachaduras com largura maior ou igual 1 cm, para além de ter atendido espessura mínima necessária para esta classe, o que conferiu ao 1º nível categórico. No 2º nível a presença de horizonte glei dentro da secção de controle, precedido por horizontes de cores acinzentadas garantiu a denominação hidromórfico.

O PST > 15 %, conferiu para sódico no 3º nível taxonômico, conjugado com predomínio de alta atividade da argila e carácter eutrófico decorrente da alta saturação por bases (>50%). Além disso, apresentou uma classe textural muito argilosa, em virtude de seus teores de argila ter sido superiores a 600 g kg<sup>-1</sup>, valor mínimo exigido para essa classe de solo.

Deste modo, este perfil corresponde ao *Vertisol*<sup>11</sup> ou Vertissolo na língua portuguesa, que segundo a FAO-WRB (2014) são solos com argila pesada com forte *turnover* dos materiais dos solos e alta proporção de argilas expansivas. Esses solos possuem profundas rachaduras tanto à superfície, quanto em profundidade quando secos e, expandem-se quando

---

<sup>10</sup> Ao contrário da Chave de Classificação Nacional de Solos, que é de abrangência nacional (Moçambique), o atual sistema adoptado pela FAO (World Reference Base for Soil Resources- WRB) (2014) é um padrão de referência internacional para classificação e correlação de solos. Ele foi desenvolvido por um grupo de cientistas colaboradores de vários países, coordenados pelo International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), com o endosso da International Union of Soil Science (IUSS), e pela divisão de Land & Water Development da FAO. O WRB (IUSS, 2006) substitui o documento original- FAO Legend for the Soil Map of the World FAO, 1974) e a sua versão revisada em 1994.

Segundo Cunha et al., (2012) citados por Ker et al., (2012) o WRB inclui conhecimentos científicos recentes e expande a aplicação a aplicação de sistemas de classificação dos solos, partindo da agricultura para um conceito ambiental amplo. O WRB proporciona um meio de comunicação, identificando, caracterizando e nomeando os principais grupos de solos, em uma escala global; permitindo, portanto, correlação com solos definidos a partir de sistemas locais. O WRB não pretende substituir sistemas de classificação nacionais, mas, sim, ser um denominador comum, viabilizando a transferência de informações técnicas e científicas e experiências diversas em nível internacional. O WRB é um sistema hierárquico baseado, principalmente, em atributos morfológicos do solo, os quais, presume-se, expressam os efeitos da intensidade pedogenética. O WRB apresenta somente dois níveis categóricos. O primeiro é a base de referência e contém 32 Grupos de Solos de Referência. O segundo nível, equivalente ao subgrupo, é formado pela combinação de uma série de prefixos e sufixos que identificam atributos qualificadores (ou modificadores) e são adicionados aos grupos de solos de referência.

No nível hierárquico mais elevado, as classes no WRB são diferenciadas, principalmente, com base nos processos pedogenéticos dominantes, que resultam em atributos marcantes nos solos. No segundo nível, as classes diferenciam-se por processos de formação secundária ou, em alguns casos, características do solo que têm efeito significativo no seu uso. Vale destacar que o sistema não é recomendado para uso em mapeamentos de solos semidetalhados ou detalhados. Portanto, muitos atributos importantes para interpretar o comportamento do solo, diante de manejos diversos, não são apresentados em detalhe suficiente nos dois níveis do WRB.

<sup>11</sup> A tradução é da inteira responsabilidade do autor.



úmidos em algumas épocas do ano. O nome Vertisol (do latim, *vertere*, inverter ou virar) refere-se a constante movimentação interna do material do solo.

Apesar de fértil, com bons teores de cálcio e magnésio, e baixos teores de fósforo e potássio, apresentam-se com problemas de ordem física, tais como: consistência muito plástica e muito pegajosa quando molhados, e muito duro a extremamente duro quando secos decorrentes de altos teores de argila, representando deste modo restrições ao uso de maquinarias motoras e implementos agrícolas, pois isto se constitui em grande dificuldade durante o trabalho.

Devido a sua textura muito argilosa, esta classe possui baixa capacidade de infiltração de água bem como deficiência nas trocas gasosas devido à má aeração e drenagem, o que é uma limitação ao crescimento e desenvolvimento eficiente do sistema radicular das plantas, em particular as espécies arbóreas. Por outro lado, a relação  $100\text{Na}^+/\text{T}$  está a 84,3%, o que de acordo com a CFSEMG (1999); Embrapa (2011) e Embrapa (2013) representa uma faixa alta por ser >15% representando, assim, um fator limitante.

A esse respeito, Amorim et al., (2002) referem que, para além de afetar a disponibilidade dos macronutrientes, a presença de  $\text{Na}^+$  no solo em concentrações acima dos recomendados, constitui um fator que interfere negativamente na produção agrícola, pois, seu excesso interfere no potencial osmótico da solução do solo, dificultando, portanto, a absorção de água pela planta, e conseqüentemente, desbalanço nutricional o que afeta o desenvolvimento das culturas.

Na área de estudo a maior parte desses solos é ocupada por agricultura e pastagens.

Segundo EMBRAPA (2013), os Vertissolos compreendem solos constituídos por material mineral apresentando horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, nunca suficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de água no solo, e fendas profundas na época seca e evidências de movimentação da massa do solo sob a forma de superfícies de fricção (*slickensides*). De acordo com a mesma fonte esses solos podem apresentar microrrelevo tipo gilgai e estruturas do tipo cuneiformes inclinadas e formando ângulo com a superfície horizontal. Estas características resultam da grande movimentação da massa do solo que se contrai e fendilha quando seca e se expande quando úmida. São de consistência muito plástica e muito pegajosa devido à presença comum de argilas expansíveis ou mistura destas com outros argilominerais.

Por sua vez, o perfil 2 foi classificado como *Plinthosol Pisolithic Eutric* ou Plintossolo Eutrófico Pisolítico que são solos que apresentam materiais minerais endurecidos tais como: plintita, petroplintita e pisolitos, designados também, por solos lateríticos.

A plintita é um material enriquecido em ferro (Fe) ou manganês (Mn), empobrecidos de argilas ou presença elevada de gibbsita resultante do intemperismo. Por sua vez, a petroplintita é uma concreção resultante do endurecimento irreversível da plintita. Esta, contém quartzo e outros constituintes que migram irreversivelmente nas camadas expressando-se com nódulos endurecidos, duripã ou agregados irregulares expostos a contínuo ciclo de umedecimento e secagem. Ao passo que o pisolito corresponde a grãos arredondados constituídos por nódulos fortemente endurecidos e cimentados desenvolvidos a partir da plintita.

Assim, no 1º nível categórico pesou a presença de horizonte plíntico na secção de controle que define a classe, com cores pálidas e variegadas exigidos para esta classe de solos. Foi inserido ao 2º nível pelo fato de ter apresentado pisolitos caracterizado pela presença de grãos arredondados ou nódulos fortemente endurecidos e cimentados. A alta saturação por bases (>50%) aliado a alta atividade da argila definiu o caráter eutrófico no 3º nível taxonômico. Apesar destes atributos, o perfil evidenciou o caráter sódico, pois, a PST é 47,9 %, evidenciando, portanto, uma concentração de sódio (Na<sup>+</sup>) muito elevada.

Os Plintossolos são agrupamentos de solos de expressiva plintização com ou sem formação de petroplintita. O critério para a sua identificação é a preponderância e profundidade de ocorrência da plintita, definindo horizonte diagnóstico subsuperficial como plíntico, concrecionário ou litoplíntico (KER et al., 2012).

O perfil 3 classificado como *Acrisols Eutric sodic* correspondente ao *Acrisols* ou Solos Acrícos que são solos com maior conteúdo de argila no horizonte subsuperficial, em relação ao toposolo (horizonte superficial) resultante de processos pedogenéticos (especialmente a migração de argila) conduzindo a um horizonte argiloso (B textural). Estes solos foram classificados no 1º nível pelo fato de apresentar horizonte Bt com teores de argila superiores ao valor requerido (813 g kg<sup>-1</sup> de solo) para esta classe. Paralelamente, observou a espessura de que atende ao mínimo exigido de 100 cm da superfície do solo, estando localizado acima de horizonte C. No 2º nível categórico levou-se em consideração o predomínio de argila de alta atividade, e elevada saturação por bases (90,7 %), caracterizando o solo como eutrófico e, no 3º o alto teor de sódio, indicado pela PST igual a 33,55% assegurando, portanto, o caráter sódico.

Esta classe de solo ocorre em áreas de declive suave ondulado, com boa drenagem, elevada fertilidade natural, embora com restrições químicas decorrentes do carácter sódico nestes solos. Apesar disso, adequa-se à lavoura, embora necessitem pela implementação de algumas técnicas de manejo visando melhorar sua produtividade e conservação.

Normalmente, os Acrissolos têm em certas profundidades argilas de baixa atividade e com baixa saturação por bases. Muitos Acrissolos correlacionam-se com solos Podzólicos Vermelhos Amarelo (ex: Indonésia), Argissolos (Brasil), solos ferralíticos fortemente ou medianamente dessaturados (França), Terras Vermelhas e Amarelas, e Ultissolos com argilas de atividade baixa (Estados Unidos da América).

Para FAO-UNESCO (1977) os Acrissolos ocorrem, também, frequentemente nas savanas da região Sudano Zambeziaca em África, onde as condições ecoclimáticas tendem a ser desfavoráveis ao desenvolvimento agrícola. Tais regiões, com pluviosidade abaixo de 1200 mm, pertencem à zonas ferrissialíticas.

Os perfis 4 e 8 foram classificados de *Cambisols* (combissolos). O primeiro, *Cambisol Eutric Haplic1* e, o segundo *Cambisol Eutric Fluvi2*, correspondem, respectivamente, a Cambissolo Hálico Eutrófico 1 e Cambissolo Hálico Eutrófico 2.

Para o perfil 4, o horizonte incipiente ou melhor, a presença de horizonte Bi, o qual sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, definiu o 1º nível categórico “cambisol” cambissolo, e no 2º, o carácter “*haplic*” háplico. No 3º nível foi considerado a saturação por bases, conferindo-lhe, portanto, o carácter “*eutric*” eutrófico por possuir soma por bases superior a 50%.

Já o perfil 8 foi assim classificado, no primeiro nível (cambissolo) por possuir o horizonte incipiente. Integrou-se ao 2º nível “*eutric*” eutrófico por possuir soma por bases superior a 50%, e no 3º o carácter “*Haplic*” háplico o fato de não se enquadrar em outras classes de solos das classes anteriores. Ainda assim, este solo apresentou-se com carácter sódico (PST>15%).

Para FAO-UNESCO (1977) os cambissolos são solos característicos de estágio recente de formação (incipiente). Estes possuem um grande potencial de fertilidade. Contudo, seu uso depende essencialmente das condições topográficas e ecológicas, e sua sustentabilidade necessita de adoção de técnicas de exploração, gestão e manejos mais adequados.

Outros sistemas de classificação de solo consideram que muitos cambissolos tomam variada designação tais como: *Braunerden* (Alemanha), Solos Castanhos/brunos (França), Solos castanhos/solos castanhos de floresta (antigo sistema de Estados Unidos), ou *Burozems*

(Federação Russa). Cunhados por *cambisol* pela FAO, adoptados por cambissolos por Brasil e; *Incep* (Taxonomia de Solo dos Estados Unidos) estes solos são também chamados por incipiente em português (FAO-WRB, 2006).

Os cambissolos eutróficos ocorrem geograficamente, nas zonas de transição entre clima tropical subúmido e semi-árido principalmente, ex: As savanas arbóreas de Camarões, Ghana, Costa do Marfim, Guiné, Alto Volta, África Central Etiópia, Kenya, Angola, África do Sul e Sul do Madagascar.

Estes solos são utilizados principalmente para pastagem extensiva. De acordo com a mesma fonte, os Cambissolos Eutróficos ocorrem em rochas ricas em minerais ferromagnesianos nas florestas equatoriais, em topografia dissecada ao longo da Costa do Marfim ou em recentes aluviões no Vale do Rifte Oriental Africana (Zaire, por exemplo). Por sua vez, existem paralelamente, os cambissolos crômicos, os quais possuem um grande potencial, mas em muitos lugares em relevos montanhosos, com pedregosidade ou presença de horizontes petrocálcicos rasos o que constitui fator limitante ao desenvolvimento agrícola.

Foi observado maior umidade no perfil 8 devido, provavelmente, a oscilação de lençol freático e/ou percolação da água pelas fissuras/diáclases, por conseguinte os processos associados a redução. De igual modo, observou-se no a presença de endorochosidade e material plíntico, para além da sua diminuta espessura (solo raso).

Outro aspecto de digna menção é a presença de material mineral extremamente resistente subjacente ao *solum* (material constituído por rochas duras e fracamente alterado, bem como concreções ferruginosas) cuja consistência foi de tal ordem que tornou a escavação impraticável mesmo com a pá reta e enxada, o que impede sobremaneira o livre crescimento e desenvolvimento de sistema radicular e, a circulação da água. Estas características, certamente, representam restrições físicas ao desenvolvimento das culturas e, especialmente ao uso de implementos agrícolas.

O perfil 5 classificou-se por *Ferralsol Sodic Yellow* (Latossolo Amarelo Sódico), e perfil 10 *Ferralsol Yellow-Red Eutric* (Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico) ambos correspondendo aos ferralsols ou ferralissolos/solos ferralíticos a luz da FAO-WRB (2014).

Os *Ferralsols* representam os clássicos solos amarelo ou vermelho profundamente intemperizados dos climas tropicais úmidos. Estes solos possuem limites de horizonte difuso, uma mistura de argilas dominada por argilas de baixa atividade (principalmente caulinita) e alto conteúdo de sesquióxidos. Usualmente os nomes locais referem a cloração solo. Muitos solos ferralíticos são conhecidos como: *Oxisols* (Estados Unidos das Américas); *Latossolos*

(Brasil); *Alítico*, *Ferrítico* e *Ferralítico* (Cuba); Solos *ferralitiques* (França); e Solos *Ferralíticos* (Federação Russa) (FAO-WRB, 2014).

De modo geral, são solos tropicais vermelhos e amarelos com alto conteúdo de sesquióxidos. Do latim *ferrum*, ferro, e *alumen*, alumínio, com material fortemente intemperizado, resultante de rochas básicas como de materiais siliciosos, ocorrendo em ambientes em paisagens Pleistocênicas onduladas ou mais antiga. Menos frequentes sobre rochas jovens e facilmente alteradas; próprios de áreas perúmidas e úmidas, sem outras faixas climáticas são considerados as relíquias de eras passadas cujos climas eram mais quentes e mais úmidos que na atualidade.

Muitos solos ferralíticos possuem boas propriedades físicas, a saber: maior profundidade efetiva, boa permeabilidade e drenagem, friáveis e de fácil trabalho. O baixo pH e mineralogia estável explicam a coloração da microestrutura do solo (pseudo areia) e amarela (goethita) ou vermelha (hematita). A fertilidade química dos solos ferralíticos é baixa; os minerais alteráveis são escassos ou ausentes, e a retenção de cátions pelos minerais na fração argila é fraca (FAO-WRB, 2006 e FAO-WRB, 2014).

Os perfis 5 e 10 apresentaram avançado estágio de intemperização, textura fina e baixos teores de silte, conferindo, portanto, a presença de horizonte Bw o que permitiu definir o 1º nível taxonômico “*ferralsol*”. A presença de sódio conferiu no 2º nível em virtude do  $PST > 15\%$ . Por sua vez, a coloração amarelada “*yellow*” fez com que levasse ao 3º nível, no primeiro caso e a cor vermelha-amarela “*yellow-red*” no segundo caso. O 3º nível “*eutric*” baseou-se no fato do solo apresentar atividade alta da fração argila  $> 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , especialmente para o segundo caso, e alta saturação por bases ( $> 50\%$ ), bem como o caráter sódico caracterizado pelo elevado teor de sódio,  $PST \geq 70,05\%$ .

Estas unidades de solos encontram-se distribuídas nas áreas de topo plano e terço médio de encostas com declive plano a suave ondulada. Para Embrapa (2013), estes solos reúnem melhores características físicas para uso intensivo, sendo constituídos por material mineral com horizonte B latossólico (Bw), imediatamente abaixo de horizonte A moderado. Portanto, são solos profundos e permeáveis, que apresentam características químicas que refletem os intensos processos pedogenéticos e geomorfológicos por que passou o material de origem desses solos.

O perfil 6 foi classificado por *Gleysol Eutric Haplic* (Gleissolo Háptico Eutrófico). Nesta classificação, integrou-se ao 1º nível como Gleissolo em virtude de apresentar o horizonte *gley* caracterizado pela presença de condições de redução e, 25% ou mais de

material mineral de solos bem como, cloração gléicas padronizadas dentro dos 100 cm. Por sua vez, incluiu-se no 2º nível (háptico) por expressar apenas certas feições típicas (características) relativas à ausência de qualificadores ou atributos que não integram nas classes anteriores. No 3º nível categórico (eutrófico) pesou a elevada saturação por bases acima de 50% em todos os horizontes.

A comunidade científica considera que *Gleysols* ou Gleissolos são solos de terras úmidas, mal drenados, saturados e com lençol freático em períodos suficientemente longos para desenvolver características de padrões de cores de solos hidromórficos. Estes solos são essencialmente compostos por camadas de coloração heterogêneas justapostas, a saber: cor amarela, vermelha ou castanha, em combinação com cores cinzento-azulada e/ou esverdeadas no interior dos agregados no perfil do solo (KER et al., 2012 e FAO-WRB, 2014).

Para Embrapa (2013), os Gleissolos são solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Não apresenta horizonte vértico ou B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei ou textura exclusivamente areia ou areia fina em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

As denominações para a maioria dos *gleysols* de acordo com os distintos países são: *meadow soils* ou solos pardos (Ex-URSS); *Gleyzems* (Federação Russa); *Gleye* (Alemanha); *Gleissolos* (Brasil); e solos de ambientes encharcados que se correlacionam com áquicos na subordem da US Soil Taxonomy (*Aqualfs*, *Aquents*, *Aquepts*, *Aquolls*, etc).

Na área estudada esses solos estão associados às zonas mais rebaixadas da paisagem. Apesar de eutróficos, com teores mais elevados de matéria orgânica na superfície, apresentam fortes limitações agrícolas ao nível físico, por se apresentarem mal drenados, com frequente inundação nos períodos mais úmidos do ano, o que leva a uma aeração inadequada. Além disso, a má drenagem dificulta ou impede as trocas gasosas e líquidas, constituindo assim uma limitação ao desenvolvimento da maioria das culturas agrícolas, exceto aquelas adaptadas a esses pedoambientes (plantas hidrófilas, a exemplo do arroz). Ademais, se apresentam com mosqueados, variegados e cores de redução. Quimicamente, possuem restrições em razão de

apresentarem-se com elevada sodicidade (PST>15%) o que representa uma limitação às plantas.

Os perfis 7 e 9 foram classificados de *Solonetz* a luz da FAO-WRB (2014). Deste modo, o primeiro foi classificado de *Solonetz Eutric duric* (Planossolo Eutrófico dúrico) pelas razões que se seguem: No 1º nível *Solonetz* (Planossolo) por possuir horizonte plânico e, no 2º *Eutric* (eutrófico) pela alta saturação por bases (>50%) e, finalmente ao 3º nível *duric* (dúrico) por possuir um horizonte dúrico dentro dos 100 cm desde a superfície do solo. Ao passo que o perfil 9 foi classificado de *Solonetz Sodic Eutric* (Planossolo Eutrófico Sódico). Integrou-se ao 1º nível taxonômico (*Solantez*) por possuir gradiente textural (Bt), e no 2º nível em virtude da elevada sodicidade (*sodic*) ou seja, o PST>15%. Definiu-se ao 3º nível pela elevada saturação por bases (*eutric*) >50%.

FAO-WRB (2014) cita que *Solonetz* são solos que possuem alta concentração de sais solúveis em alguns períodos do ano. Estes se confinam largamente nas zonas de clima semiárido, árido e regiões litorâneas. Na designação internacional são chamados por solos salinos e/ou solos afetados por sais. No Sistema de classificação da FAO os *Solonetz* pertencem a: *halomorphic soils* ou solos halomórficos (Federação Russa), *Halosols* (China), e *Salids* (United States of America).

Os *Solonetz* são solos com horizonte subsuperficial argiloso, adensados e fortemente estruturados. Tem alta proporção de íons de Sódio (Na) e Magnésio (Mg) adsorvidos no complexo sortivo. Os *Solonetz* (Planossolos) que contém soda livre (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) são fortemente alcalinos (pH>8.5). Internacionalmente, as designações frequentes que estes solos tomam, são: solos alcalinos e solos sódicos. Na Austrália ele corresponde o nível da subordem de *Sodosols*, *Solonetzic order* (Canada), *Solonetz types* (Federação Russa) e, *natric Great Groups of several Orders* (United States of America).

Na área estudada estes solos estão localizados em ambiente de baixada plana, muitas vezes ocorrendo em Zonas de Proteção Parcial (ZPP), especialmente em ao longo das linhas de drenagem e das nascentes. De um modo geral, esta classe apresenta grandes limitações físicas (maior coesão e adensamento de seus horizontes e, encharcamento) fato que lhe confere alta resistência à penetração de implementos agrícolas no nível de manejo A.

Na mesma perspectiva, juntam-se a isso, a baixa aeração e, má e/ou moderada drenagem em períodos de inundação. Paralelamente, do ponto vista químico, a elevada concentração de teores de Na<sup>+</sup> constitui uma grande limitação destes.

Apesar das restrições acima apresentadas, possui carácter eutrófico. Porém, é pertinente considerar que, o este fato de serem eutróficos não propicia-lhe elevada fertilidade química natural, em virtude como já se referiu a presença de  $PST > 15\%$ .

Fisicamente, caracterizam-se por boa profundidade efetiva, são bem drenados, permeáveis, de elevada fiabilidade, e uma classe textural que varia de argilosa a muito argilosa evidenciando assim, maior coesão dos seus horizontes em decorrência de uma consistência dura a muito dura quando seco, muito plástica e pegajosa quando úmido.

#### **5.5.1. Fertilidade e correção dos solos afetados por sodicidade**

Tratar de aspectos relacionados com a fertilidade de solos afetados por sais é relativamente delicado, visto que os sais contem teores elevados da maioria dos elementos químicos que se encontram em pequenas concentrações nos solos em geral, chegando a ser considerados limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas. (Kelley, 1951; Richards, 1954; Bernstein, 1974; Ferreira et al., 2001). Segundo esses autores, os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas não só pelos efeitos diretos sobre o potencial osmótico da solução do solo e pelos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações, mas também pela degradação de algumas propriedades físicas dos mesmos, reduzindo a infiltração da água, trocas gasosas, crescimento de raízes e, com isso dificultando o crescimento das plantas.

Os processos de acumulação de sais em solos são decorrentes por lado da riqueza do material de origem, além das condições ambientais reinantes, principalmente no que se refere ao clima e relevo. A salinização torna-se bastante pronunciada em locais de clima árido e semiárido, onde a precipitação pluvial é reduzida e mal distribuída e a elevada taxa de evapotranspiração propicia um déficit hídrico durante quase todo o ano, não permitindo a lixiviação dos sais do perfil do solo. Problemas de drenagem promovidos pelo relevo plano ou algum impedimento subsuperficial também contribuem para a acumulação de sais (FREIRE e FREIRE, 2007).

As áreas afetadas pela sodicidade na região de estudo correspondem, em sua maioria, a solos de boa fertilidade natural, localizadas nas proximidades de mananciais de águas, com facilidade de acesso a irrigação e, portanto, com boa aptidão agrícola, sendo bastante representativas para a economia local. Entretanto, tornam-se subutilizadas pelas limitações ao crescimento vegetal, pelas elevadas concentrações salinas na solução do solo resultantes do uso intensivo de fertilizantes químicos (foto 15 a 18), e pelas condições físicas que dificultam



a circulação de água e ar no perfil resultante da coesão, adensamento dos horizontes.

Outra característica de capital relevância encontrada na gênese dos solos da área em estudo é a presença de camadas de impedimento, limitando a drenagem profunda do perfil dos solos e, portanto, tornando-os propensos à salinização, pois alguns perfis estudados a exemplo dos solonetz são caracterizados em profundidade pela presença de duripans e, ou horizontes plínticos, maciços para o cambisol eutric haplic 2, e de consistência firme a muito firme para os ferralsols.

Os solos da área de estudo fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Maue, submetidos a um clima temperado, com precipitação média anual de 954,2 mm, temperatura média anual de 19,14 °C e evapotranspiração potencial anual de 1494 mm, o que representa um déficit hídrico de 539,8 mm, caracterizando deste modo um balanço hídrico negativo. Vale lembrar ainda que, este comportamento climático torna também os solos da área estudada propenso à salinização.

Freire e Freire (2007) citam que o comportamento dispersivo dos colóides em presença de Na em termos das propriedades físicas dos solos merece ser mais bem compreendido. O Na é um cátion que promove a expansão da dupla camada difusa e, conseqüentemente, acarreta a dispersão dos colóides do solo, seguida de sua movimentação ao longo do perfil do solo. Uma vez dispersos e em movimento, os colóides podem obstruir os poros, o que interfere sobre as propriedades físicas (condutividade hidráulica, infiltração, aeração) e, desta forma, sobre a capacidade produtiva dos solos. De acordo com os autores, altos valores de PST influenciam negativamente as propriedades físicas dos solos, sobretudo quanto à estrutura, condutividade hidráulica e infiltração da água.

Os autores anteriormente referenciados, citam que, quando o controle de salinidade e sodicidade não é efetivo, a degradação deverá ser revertida por meio da correção dos excessos de sais solúveis e de Na trocável em particular. Esta correção, geralmente, é bastante onerosa e nem sempre atinge os objetivos almejados, pelas dificuldades de incorporação dos corretivos em solos com problemas físicos. Portanto, técnicas de recuperação de solos com sais em excesso são de grande importância, à medida que possibilitam o seu retorno ao processo de produção. Contudo, para que a questão seja realmente solucionada, é preciso que os sais sejam removidos do solo e subsolo para a profundidade bem abaixo da zona de penetração das raízes das culturas e haja uma prevenção ao retorno dos sais à camada de solos cultivados.

A correção e o manejo de solos afetados por sais vão depender do tipo de problema ao qual estão associados, em termos de sais solúveis e Na trocável. Quando o solo é apenas salino, a correção limita-se à lixiviação dos sais associada a um sistema de drenagem adequada que propicie a retirada dos sais em excesso do perfil do solo, ou seja, uma redução nos teores de sais na solução do solo.

Bernstein (1974) citado por Freire e Freire (2007), admoesta que para manter os níveis de sais solúveis do solo em uma faixa tolerável, ou mesmo para retirar seu excesso, é utilizada uma lâmina adicional de água, além do uso consultivo da cultura, para promover a retirada destes sais do perfil do solo, a chamada lâmina de lixiviação. Entretanto, para que esta prática obtenha sucesso, faz-se necessária a existência de um sistema de drenagem eficiente, natural ou artificial. Como essa remoção de sais é efetivada por lixiviação, a drenagem interna do solo torna-se extremamente importante para a dessalinização e para o controle da salinidade.

Richards (1954) considera que no cálculo da lâmina de irrigação sobre uma área salina por corrigir, devem ser observados os teores de sais na água de irrigação, os teores tolerados pela cultura e o consumo de água pela planta. Segundo o autor, no caso de os teores de Na trocável estarem elevados (solos sódicos), faz-se necessária a substituição deste por outro cátion, sendo o Ca o mais utilizado. A correção baseia-se no fornecimento de um sal de Ca ao solo para que este possibilite a saída do Na do complexo de troca, que será lixiviado com uma lâmina de irrigação excedente. Assim, é necessário o uso de um corretivo químico associado a uma lâmina de lixiviação e de um sistema de drenagem para a retirada do Na do perfil do solo.

Na mesma perspectiva, Seatz & Peterson (1967) afirmam que vários corretivos têm sido testados para reduzir o teor de Na trocável em solos sódicos e sua escolha vai depender das características do solo a ser corrigido, bem como da disponibilidade e do custo dos materiais. Para Prather et al., (1978) o gesso é o corretivo mais utilizado pelo seu baixo custo. Contudo, pela reduzida solubilidade, requer mais tempo e quantidade de água do que outros corretivos.

A aplicação do gesso é efetiva na substituição de Na por Ca, sendo caracterizada por dois tipos de reações químicas: (1) íons Ca substituem o Na trocável, convertendo argila-Na em argila-Ca, e (2) o gesso tende a reagir com  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , originando o  $\text{CaCO}_3$  e o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , que será lixiviado, obtendo-se, assim, a diminuição dos teores de Na do solo (KELLEY, 1951). Neste contexto, o autor considera que podem ser utilizados também o S, ácido sulfúrico,

sulfato de Fe ou cloreto de Ca. A efetividade do S depende de sua oxidação e da presença de compostos de Ca no solo, para que haja a substituição do Na trocável pelo Ca. Caso não ocorra a presença deste, o Na poderá ser substituído por  $H^+$ .

Os corretivos devem ser espalhados a lanço e incorporados. A incorporação é especialmente importante quando se usa S, devendo-se ter o cuidado de propiciar rápida oxidação à forma de sulfato. Os solos sódicos devem ser lixiviados após a aplicação dos corretivos, uma vez que a água aplicada dissolve e transporta o corretivo verticalmente, removendo os sais de Na solúveis que se formam após a troca cátions. Quando o corretivo utilizado é o S, a lixiviação só deve ocorrer de 30 a 60 dias após a aplicação, tempo necessário para que haja oxidação e formação de sulfato de Ca que deslocará o Na do complexo de troca. No entanto, no caso deste corretivo, o solo deve ser umedecido após a aplicação para que o processo de oxidação microbiana seja rapidamente promovido (FREIRE & FREIRE, 2007).

Condicionadores orgânicos (esterco de curral, casca de arroz e vinhaça) também podem contribuir na redução da PST, possivelmente em virtude da liberação de  $CO_2$  e ácidos orgânicos, durante a decomposição da matéria orgânica, quando submetida às condições de lixiviação, além de atuarem como fontes de Ca e Mg, em detrimento de Na (Ibid. 2007).

Evidências destas práticas foram reportadas por Gomes et al., (2000), em que, avaliando a possibilidade de uso desses produtos na recuperação de solos salino-sódicos, relataram reduções na PST, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade do solo, com destaque para a camada mais superficial, onde ocorreram diminuições de 48,5 para 14%, no tratamento com esterco de curral; de 46 para 29%, no tratamento com casca de arroz, e de 25 para 17,7%, no tratamento com gesso. Segundo esses autores, no cultivo de arroz sob inundação, a salinidade (CEes), a percentagem de sódio trocável (PST) e o pH do solo tendem a diminuir com o tempo, principalmente na camada superficial (0-20 cm), independentemente do emprego dos condicionadores químicos ou orgânicos. Os menores valores de PST no solo foram obtidos com o uso de gesso, enquanto os menores valores de salinidade (CEes) no solo foram alcançados com a utilização da vinhaça.

Ministrar educações ambientais com vista a sensibilizar a comunidade sobre os riscos que pairam do uso de adubos e fertilizantes químicos tanto ao nível dos ecossistemas quanto na saúde pública é deveras importante.

A utilização de plantas fitorremediadoras a exemplo de erva sal (*Atiplex numulária*), algaroba (*Prosopis juliflora*) é uma técnica promissora em virtude destas espécies possuírem capacidade de reduzir a salinidade e sodicidade do solo.

Sempre que necessário, quimicamente, nas amostras de água devem ser determinados: condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), sólidos solúveis totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ), concentração de cátions Na, Ca, Mg e K, ânions  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^{2-}$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ). Tais análises permitem monitorar a qualidade da água para irrigação em diferentes épocas do ano, o que poderá sugerir técnica adequadas de manejo, evitando, ou mesmo impedindo, que a água seja um fator agravante no processo de aceleração da salinidade/sodicidade dos solos (FREIRE & FREIRE, 2007).



Foto 15: Uso de fertilizante químico (NPK) pelo agricultor familiar no cultivo de tomate em Angónia. Fonte: Elídio F. Carvalho, 2016.





Foto 16: Filhos de agricultor aplicando fertilizantes químicos em cultura de tomate em Angónia. Fonte: Elídio F. Carvalho, 2016.



Foto 17: Cultivo de repolho pelo pequeno agricultor em Angónia. Fonte: Autor, 2016



Foto 18: Uso de fertilizantes químicos (Kung Fu) no cultivo de repolho em Angónia. Fonte: Autor, 2016.

### 5.6. Mapeamento de Solos

Na escala semidetalhado de 1:50.000 foram identificados e mapeados na área de estudo 10 classes de solos, classificados como: 1) Vertisol Gleic Eutric; 2) Plinthosol Pisolithic Eutric; 3) Acrisols Eutric Sodic; 4) Cambisol Eutric Haplic; 5) Ferralsol Sodic Yellow; 6) Gleysol Eutric Haplic; 7) Solonetz Eutric Duric; 8) Cambisol Eutric Fluviic; 9) Solonetz Sodic Eutric; e 10) Ferralsol Yellow-Red Eutric (tabela 6 e figura 7).

**Tabela 6-** Classes de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Maue

Ordem/ Perfil	Nome Taxonômico de classes de solo FAO-WRB(2014)	Área	
		ha	%
1.	Vertisol Gleic Eutric	429,80	9,36
2.	Plinthosol Pisolithic Eutric	259,00	5,65
3.	Acrisols Eutric Sodic	747,20	16,27
4.	Cambisol Eutric Haplic	445,19	9,69
5.	Ferralsol Sodic Yellow	224,13	4,88
6.	Gleysol Eutric Haplic	228,88	4,98
7.	Solonetz Eutric Duric	469,80	10,23
8.	Cambisol Eutric Fluviic	1104,50	24,05
9.	Solonetz Sodic Eutric	59,10	1,28
10.	Ferralsol Yellow-Red Eutric	624,96	13,61
<b>Total</b>	-	<b>4.592,56</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

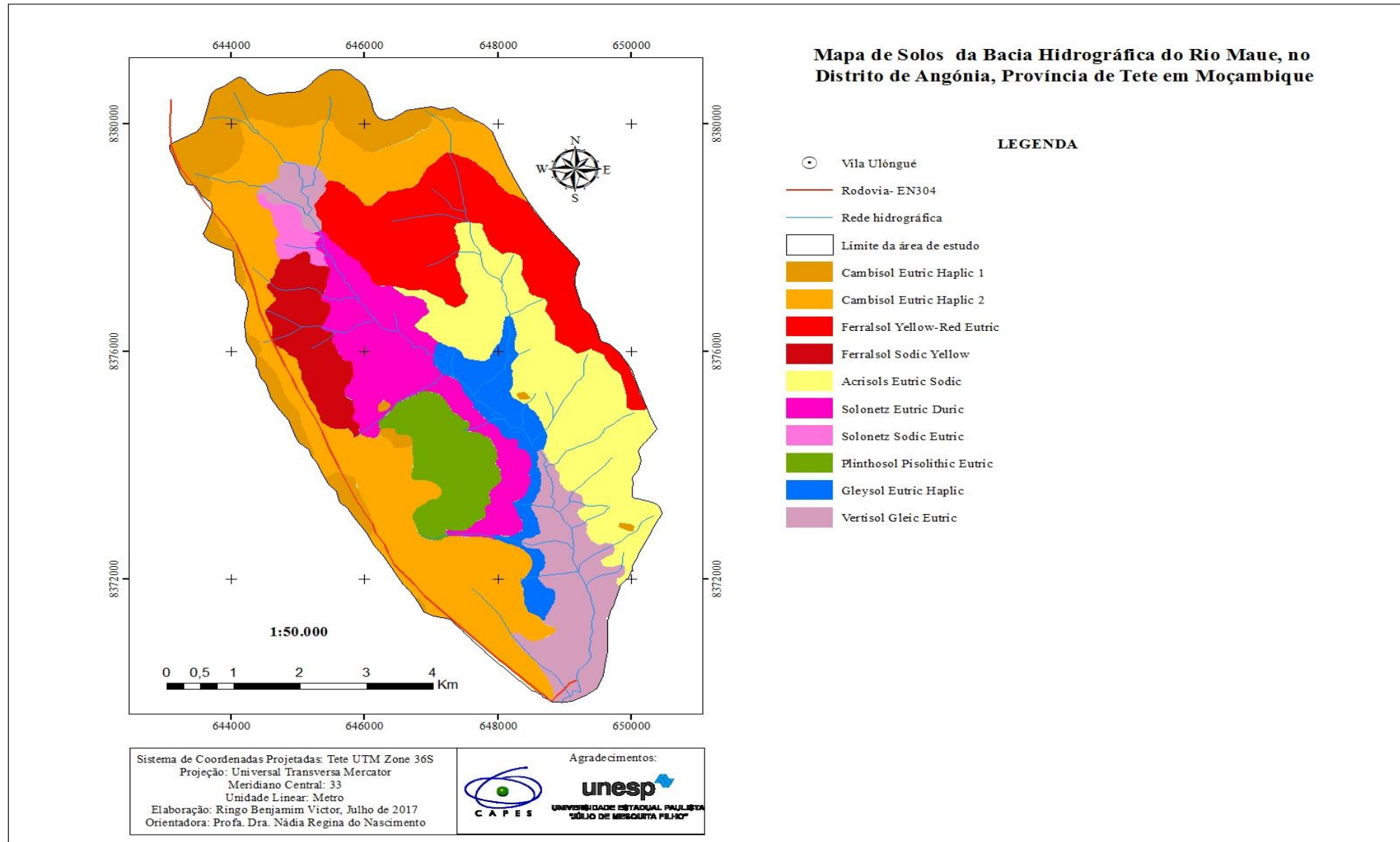


Figura 7- Mapa pedológico da área de estudo segundo sistema FAO-WRB (2014).

Tabela 7- Correspondência aproximada das Classes de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Maue no sistema FAO-WRB (2014) e SiBCS (EMBRAPA, 2013).

Ordem/ Perfil	FAO-WRB (2014)	Unidade de Mapeamento	SiBCS (2013)	Área	
				ha	%
1.	Vertisol Gleic Eutric	VGnve	VERTISSOLO HIDROMORFÍCO Sódico típico, Ta eutrófico	429,80	9,36
2.	Plinthosol Pisolithic Eutric	FTveng	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Ta Eutrófico sódico, gleissólico	259,00	5,65
3.	Acrisols Eutric Sodic	PVAven	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Ta Eutrófico sódico, vertissólico	747,20	16,27
4.	Cambisol Eutric Haplic	CXve	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico, conglomerático	445,19	9,69
5.	Ferralsol Sodic Yellow	LAvexn	LATOSSOLO AMARELO Ta Eutrocoeso sódico, textura argilosa	224,13	4,88
6.	Gleysol Eutric Haplic	GXvenk	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico sódico, carbonático	228,88	4,98
7.	Solonetz Eutric Duric	SNvex	PLANOSSOLO NÁTRICO Ta Eutrocoeso dúrico, típico	469,80	10,23
8.	Cambisol Eutric Fluvic	CYvenlf	CAMBISSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico latossólico, sódico lítopetroplíntico	1104,50	24,05
9.	Solonetz Sodic Eutric	SNveqm	PLANOSSOLO NÁTRICO Ta Eutrófico típico, petroplíntico	59,10	1,28
10.	Ferralsol Yellow-Red Eutric	LVAbex	LATOSSOLO VERMELHO- AMARELO Tb Eutrocoeso, típico textura muito argilosa	624,96	13,61
<b>Total</b>	-	-	-	<b>4.592,56</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).



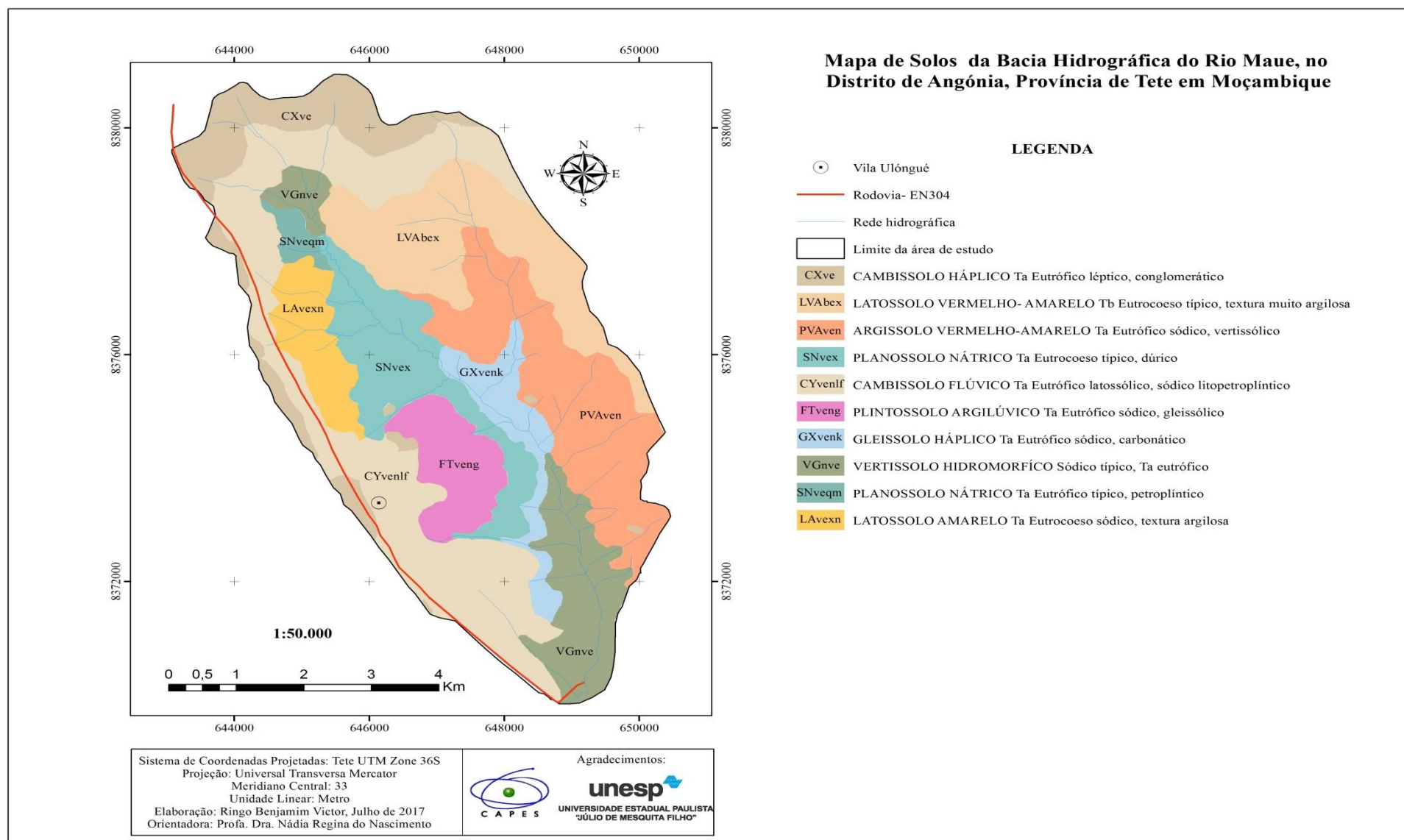


Figura 8- Mapa pedológico da área de estudo segundo SiBCS (EMBRAPA, 2013).

Em conformidade com os dados da tabela 6 e figuras 4 e 7, verifica-se que as classes de Cambisols estão concentradas nos segmentos mais movimentados da paisagem, isto é, no terço superior e médio das encostas, em declividade montanhoso (>45%) a forte ondulado (20 a 45%), respectivamente. Estas classes têm maior expressão na área (33,74%). Por sua vez, as classes de Ferralsols ocupam a segunda maior cobertura da área (18,49 %), distribuídos ao longo do terço médio de encosta em relevo com declividade plano (0 a 3%) e suave ondulado (3 a 8%).

A terceira maior cobertura constitui a classe de Acrisol, com 16,27% do total da área, distribuído espacialmente ao longo de áreas com declive suave ondulado (3 a 8%), seguindo-se, portanto, a classe dos Solonetz com um total de 11,51% de área de cobertura, distribuídos topograficamente em declividade plano.

Nos locais de menor altitude, com classe de declividade mais plano (0 a 3%), em baixadas e/ou várzeas, predominam as classes de Vertisol e Gleysol, cujas ocorrem topograficamente em áreas com declividade plana. Não obstante, vale ressaltar que a classe de Vertisol perfaz um total de 9,36% de área, enquanto que o Gleysol cobre 4,98% da área total compreendendo assim, a menor área em termos de cobertura superficial entre as distintas unidades pedológicas estudadas.

Por último, a classe de Plinthosol encontra-se distribuída no terço médio da encosta, em relevo plano, perfazendo um total de 5,65% da área.

Nas áreas de baixada plana, nas várzeas, ao longo dos cursos de água e áreas de nascentes, predominam as classes de Gleysol e Vertisol. Em virtude dessa localização conferem-lhes uso agrícola limitado, por integrarem-se em áreas por excelência de preservação ambiental, neste caso, as Zonas de Proteção Parcial (ZPP), com *buffer* de 50 a 100 m de raio de distância a partir das margens do rio e, do olho de água das nascentes respectivamente.

Durante a prospecção, foi possível por um lado observar (figura 2) que as classes dos Cambisols foram formadas predominantemente a partir das formações de rochas sedimentares, vulcânicas e metamórficas do tipo gnaiss quartzo-feldsático-biotítico-hornobléndico bandeado, de *suite* Angónia do Complexo Mesoproterozóico com 1600 milhões de anos, e por outro, formações de rochas plutônicas do tipo anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balamede, de *suite* Ulóngue do Complexo Neoproterozóico, com 1000 milhões de anos.

As demais classes de solos (Plintosol, Acrisol, Ferralsols, Solanetz, Vertisol e Gleysol) tiveram como material de origem as rochas plutônicas do tipo anortositos e gnaisses anortosíticos de Meteugo-Balame, da formação *suite* Ulóngue do Complexo Neoproterozóico. Estas formações foram expostas ao intemperismo no passado pela accao dos agentes da geodinâmica externa, que atuando se encarregaram pelo tríplice trabalho erosivo (destruição, transporte e

sedimentação) erodidos ao longo das vertentes. Os materiais advindos deste processo depositaram-se em áreas mais baixas (depressões e vales) bem como várzeas da região, originando deste modo, os solos identificados no perímetro da área de estudo.

## **6. AVALIAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS**

O crescimento demográfico mundial e sua demanda por recursos naturais, especialmente alimentos têm impelido transformações na paisagem concretamente na cobertura de uso das terras, ocasionando, portanto, a degradação ambiental. A esse respeito, Beek (1975) considera que o crescimento da população mundial e, sua demanda por alimentos, fibras, fontes renováveis de energia e espaço para atender usos não agrícolas, caso do desenvolvimento urbano, construções de estradas e recreação, são responsáveis por mudanças muito rápidas nos padrões tradicionais de uso das terras.

A utilização das terras deve, portanto, ser planejada e controlada visando conservar sua produtividade, garantindo deste modo os interesses das gerações presentes e futuras sem, no entanto, a deterioração do capital natural.

### **6.1. Generalidades sobre avaliação de aptidão agrícola das terras**

A avaliação de terras é definida pela FAO (1976) como o processo de avaliação do desempenho da terra quando usada para fins específicos, envolvendo a execução e interpretação de levantamentos e estudos de solos, relevo, vegetação, clima e outros aspectos da terra, visando identificar e comparar tipos promissores de uso em termos compatíveis, com objetivo da avaliação.

A escolha dos tipos de uso a serem considerados no planejamento deve ser limitada àqueles que sejam relevantes, dentro do contexto físico, econômico e social da área. Com base nestes conceitos, as variáveis socioeconômicas e culturais regionais têm de ser levadas em conta quando do estabelecimento dos tipos de uso e dos níveis de manejo a serem considerados na avaliação de terras.

Ramalho Filho & Beek (1995) e EMBRAPA (2004) consideram que a avaliação da aptidão agrícola das terras baseia-se na comparação das condições oferecidas pelas terras, com as exigências dos diversos tipos de usos. Trata-se, portanto, de um processo interpretativo que considera informações sobre características do meio ambiente, de atributos de solos (propriedades físicas e químicas das diferentes classes de solos) e da viabilidade de melhoramento de qualidades básicas das terras.

Por sua vez, EMBRAPA (2003) fundamenta que na avaliação das condições agrícolas das terras levam-se em consideração as condições do meio ambiente, propriedades físicas e químicas das diferentes classes de solos assim como a viabilidade de melhoramento. Portanto, a viabilidade de melhoramento é relativa a cinco fatores limitantes: fertilidade natural, excesso de

água, deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos ao uso de implementos agrícolas.

A metodologia de avaliação da aptidão agrícola das terras desenvolvida por Ramalho Filho & Beek (1995) reconhece grupos, subgrupos e classes de aptidão, classificando o potencial das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo considerados (A, B e C). Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, essa metodologia visa diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Assim, os fatores limitantes considerados para avaliar as condições agrícolas das terras são: deficiência de fertilidade (f), deficiência de água (h), excesso de água (o) ou deficiência do oxigênio, suscetibilidade à erosão (e) e impedimentos à mecanização (m). Portanto, na avaliação destes fatores são admitidos os graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF).

O nível de manejo A reflete um baixo nível de conhecimento técnico e quase não há emprego de capital. O nível de manejo B reflete um nível razoável de conhecimento técnico e aplicação modesta de capital, e o nível de manejo C reflete um alto nível de conhecimento tecnológico, capaz de elevar a capacidade produtiva, e emprego suficiente de capital.

As terras consideradas viáveis de total ou parcial melhoramento, mediante a aplicação de fertilizantes e corretivos ou o emprego de técnicas como drenagem, controle à erosão, proteção contra inundações, remoção de pedras, etc., são classificadas de acordo com as limitações persistentes, tendo em vista os níveis de manejo considerados. No caso do nível de manejo A, a classificação é feita de acordo com as condições naturais da terra, uma vez que este nível não implica em técnicas de melhoramento.

As terras consideradas inaptas para lavouras têm suas possibilidades analisadas, de acordo com os fatores básicos limitantes, para usos menos intensivos como (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural). Tais terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados têm como alternativa a preservação da flora e da fauna ou algum outro tipo de uso não agrícola.

As classes são representadas por letras A, B e C. Essas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe de aptidão seja Boa, Regular, Restrita e Inapta observando as condições do manejo considerado. Entretanto, estas seguem a seguinte descrição:

Classe Boa- Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios expressivamente e, não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular- Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando à necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe boa.

Classe Restrita- Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta- Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, esta classe não é apresentada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado (Ramalho Filho & Beek, 1995).

A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras e, por conseguinte, dos grupos e subgrupos, é feita através do estudo comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados na tabela guia contida no SAAAT- Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola de Terras exposto por Ramalho Filho & Beek (1995), elaborada para atender às regiões de clima subtropical. Esta tabela, também conhecida como tabela de conversão, constitui uma orientação geral para a classificação da aptidão agrícola das terras, em função de seus graus de limitação, relacionados com os níveis de manejo A, B e C. Portanto, constam também dela, os graus de limitação máximos que as terras podem apresentar, com relação aos cinco fatores, para pertencer a cada uma das categorias de classificação definidas.

A classe de aptidão agrícola das terras, de acordo com os diferentes níveis de manejo, é obtida em função do grau limitante mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

O sistema de avaliação das terras desenvolvido por Ramalho Filho e Beek (1995) prevê 6 grupos de terras onde os três primeiros (1 a 3) são áreas próprias para lavouras anuais; o quarto grupo (4) para pastagem plantada; o quinto (5) para silvicultura e pastagem natural e o último (6) não tem uso agrícola recomendado.

Vale lembrar que são considerados para lavouras três usos distintos para terra, A (primitivo ou baixo nível tecnológico), B (pouco desenvolvido ou nível intermediário) e C (desenvolvido ou nível tecnológico alto), onde a qualidade das terras é definida por classes: boa

(A, B e C), regular (a, b, c), restrita {(a) (b) (c)} e inapta (sem símbolos), podendo este ser representado apenas pelo algarismo arábico seis (6).

Nas terras dos grupos 4 e 5 são considerados apenas usos do nível de manejo B com uso de pastagem cultivada ou silvicultura, e para pastagem nativa considera-se o nível de manejo A, onde a qualidade é definida pelas classes: boa (P, S, N), regular (p, s, n), restrita {(p), (s), (n)} e inapta (sem símbolos) (quadro 1).

Quadro 1- Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras

Classe de Aptidão agrícola	Tipo de utilização					
	Nível de Manejo			Nível de Manejo		Nível de Manejo
	A	B	C	B	B	A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	N
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995).

## 6.2. Levantamento da aptidão agrícola das terras da área de estudo

Com base no mapa de solos já elaborado, e na avaliação das classes de aptidão agrícola foi elaborado o mapa de aptidão agrícola das terras da região em estudo.

Na avaliação da aptidão agrícola das terras procurou-se diagnosticar as informações referentes a potencialidades e limitações das terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue em função dos seus usos e manejos. Assim, seu desenho metodológico compreendeu três (3) etapas: a) levantamento de dados e preparação de mapas básicos (solo, geologia, relevo, hidrografia, clima e uso da terra, declividade e MDE); b) avaliação das terras com base em tabelas de critérios e; c) elaboração do mapa final de aptidão agrícola das terras da área estudada, pois, o aproveitamento agrícola racional, de qualquer área, requer a avaliação dos recursos edáficos, em conjunção com os recursos hídricos, os fatores climáticos e o potencial de utilização das terras em diferentes sistemas de manejo.

A carência de informações básicas sobre o comportamento dos solos no seu ambiente de ocorrência pode resultar na utilização de um manejo inadequado dos mesmos, com grandes prejuízos ao agricultor e à sociedade em geral (Santos et al., 2004).

O enquadramento das terras nas classes e subclasses de avaliação de aptidão agrícola foi realizado baseando-se nas informações do levantamento de solos, nos resultados analíticos (físicos e químicos) e nas declividades já armazenadas no banco de dados de SIG conjugadas com a metodologia de Ramalho Filho & Beek (1995), modificada para ser aplicada ao presente

trabalho. Deste modo, a avaliação de aptidão agrícola de terras, identificou cinco (5) classes, conforme os dados da tabela Tabela8 e Figura 9.

**Tabela 8-** Classes de aptidão agrícola de terras da Bacia Hidrográfica do Rio Maue

Classes de Aptidão Agrícola	Designação das classes	Área	
		ha	%
5SN	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para silvicultura e pastagem natural	1104.50	24.05
4P	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para pastagem plantada	717.78	15.62
1(a)BC	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para a lavoura nos níveis de manejo B e C, e restrita no nível A	469.80	10.23
1ABC	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A, B e C	1855,29	40.41
6	Terras sem aptidão para o uso agrícola	445.19	9.69
Total	-	<b>4.592.56</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir da análise dos resultados (tabela 7 e figura 9) evidenciam que 40,41% da área total da bacia apresenta a classe de aptidão 1ABC que compreende, terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A, B e C, seguida da classe 5SN com 24,05%, correspondendo a terras pertencentes à classe de aptidão boa para silvicultura e pastagem natural. Por sua vez, 15,62% da área, compreende a classe 4P, que representam as terras pertencentes à classe de aptidão boa para pastagem plantada.

O subgrupo 1(a)BC corresponde a 10,23% da área total, compreendendo assim, terras pertencentes à classe de aptidão boa para a lavoura nos níveis de manejo B e C, e restrita no nível A. Por último, tem-se a classe 6, com 9,69% representando, portanto, as terras sem aptidão para o uso agrícola, ou melhor, áreas não aptas para nenhum uso agrícola. Estas são por excelência reservadas apenas à preservação da fauna e flora.

Os 9,69% compreendem terras inaptas para uso agrícola em virtude de estas possuírem maior pedregosidade, rochosidade e acentuada declividade (>45%), o que propicia impedimentos a mecanização motora, resultando em dificuldades no uso, inclusive impedimentos na utilização de implementos agrícolas, em face da maior susceptibilidade a erosão e, conseqüentemente remoção de nutrientes do solo. Apesar disso, tais limitações não reduzem significativamente terras agricultáveis à região.

Os dados apresentados permitem afirmar de modo geral que a área em estudo se apresenta com considerável potencial de uso agrícola, haja vista que 90.31% da área total da bacia compreende áreas aptas para a lavoura de culturas de ciclos curto e/ou longos, ou terras



pertencentes à classe com aptidão boa para a lavoura, fato que conferem-sê-lhes maior potencialidade agrícola e por conseguinte, maior produtividade.

Com base nos quadros 1 e 2; e nas figuras 7 e 8, depreende-se que, para as classes de aptidão agrícola estudadas, os graus de limitação de deficiência de fertilidade (f) varia de nula (N) para as classes 1ABC e 6; a forte (F) para as classes 1(a)BC, 4P e 5SN.

O grau de limitação nulo compreende a terras que possuem elevadas reservas de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. Praticamente, não respondem à adubação, e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos (supostamente mais de 20 anos), mesmo sendo para as culturas mais exigentes. Entretanto, os solos pertencentes a esse grau apresentam, ao longo do perfil mais de 80% de saturação, soma de bases acima de 6 meq/100g de solo; e são livres de alumínio trocável ( $Al^{+3}$ ) na camada arável. A condutividade elétrica é menor que 4 mmhos/cm a 25° C (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

Tais classes possuem elevada fertilidade natural e conseqüentemente, maior potencialidade agrícola às terras, dispensado assim uso de fertilizantes e calagens para manutenção do seu estado nutricional, em virtude de possuírem boas condições agronômicas (pH adequado, elevada soma de bases e CTC, alta saturação por bases) o que conferem-sê-lhes aptas para a produção agropecuária. Deste modo, terras com alta fertilidade natural e boas propriedades físicas exigem, eventualmente, pequenas quantidades de fertilizantes para a manutenção da produção. A viabilidade de melhoramento pertence a calsse 1.

O grau de limitação forte constitui-se nas terras com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, ou contendo sais tóxicos em quantidades tais que permitem apenas a desenvolvimento de plantas com tolerâncias. Normalmente, caracterizam-se pela baixa soma de bases trocáveis (S), podendo estar a condutividade elétrica quase sempre entre 8 e 15 mmhos/cm a 25 °C e a saturação com sódio acima de 15%.

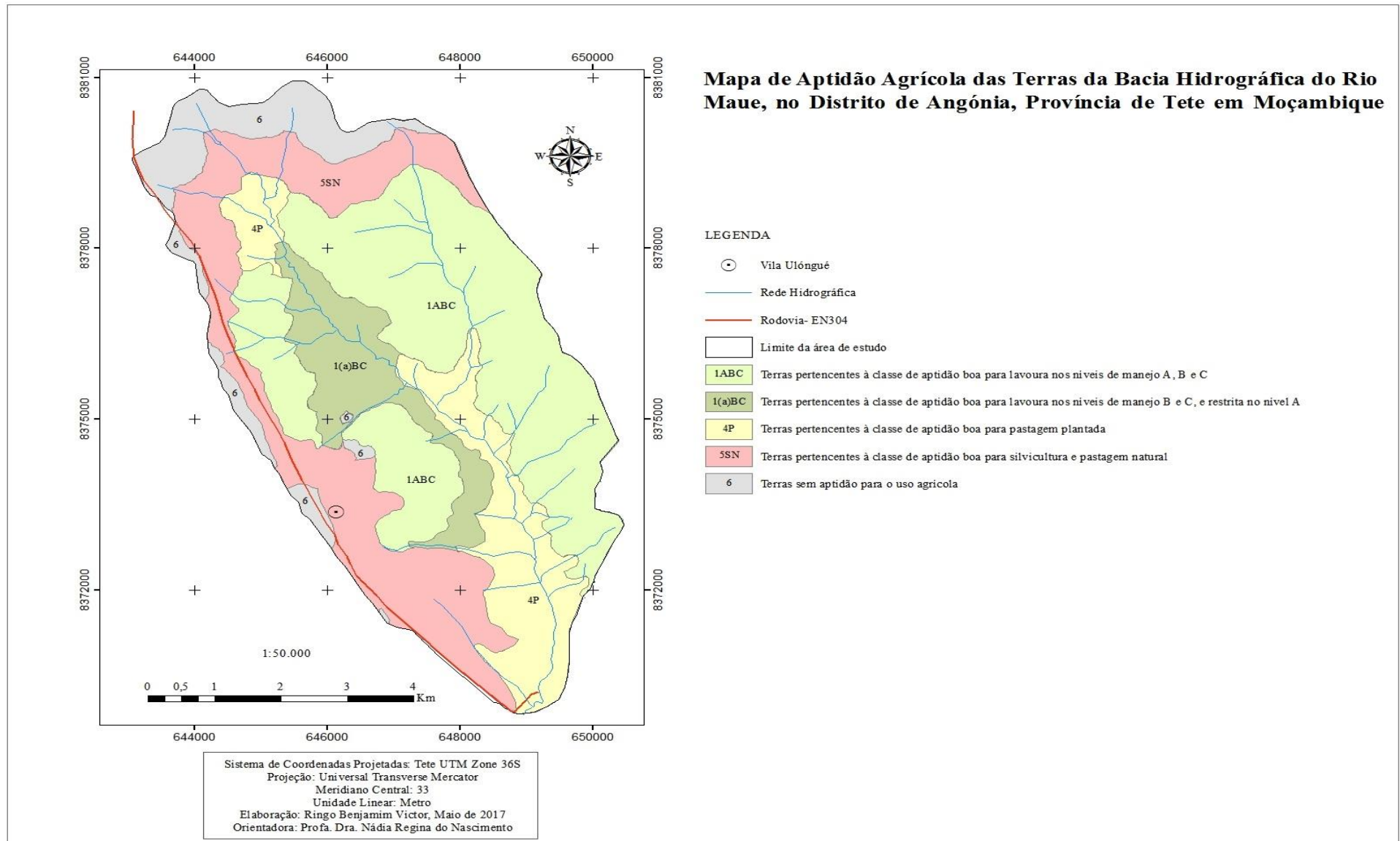


Figura 9- Mapa de aptidão agrícola de terras da área de estudo.

Vale destacar que essas características refletem-se nos baixos rendimentos da maioria das culturas e pastagens desde o início da exploração agrícola, devendo essa deficiência ser corrigida na fase inicial de sua utilização.

As terras que apresentam este tipo de grau de limitação exigem um melhoramento viável com práticas intensivas e sofisticadas, e considerável aplicação de capital em prol de recuperação de solos sódicos, os quais requerem a substituição do sódio por outro cátion, em geral cálcio e, a remoção do sódio contido na solução do solo por irrigação e/ou drenagem. De igual maneira, estas exigem a aplicação de maior aporte de fertilizantes, além de um adequado manejo.

Oliveira (2001) evidencia que em alguns solos como Vertissolo Hidromórfico sódicos, a condutividade hidráulica é quase nula, sendo impossível o processo de lavagem; devido a esse fato, tem sido recomendado que a irrigação de tais solos seja feita de forma a melhorar os 30 – 40 cm superficiais. Para a mesma fonte, os Planossolos Nátricos constituem sérios impedimentos à permeabilidade interna, dificultando igualmente o processo de saneamento de tais solos.

No que respeita a deficiência de água (h), constatou-se que para as classes 4P e 1(a)BC, apresentam-se nulos (N), pois estas compreendem terras em que não há falta de água para o desenvolvimento das culturas, em nenhuma época do ano. Portanto, são terras com boa drenagem interna ou livres de estação seca, ou aquelas com lençol freático elevado, típicas das várzeas. Em algumas áreas, dependendo da temperatura e umidade relativa e distribuição das chuvas, há possibilidade de dois cultivos em um ano.

Por sua vez, as classes 1ABC e 5SN integram-se na deficiência de água (h) no nível ligeiro (L), pois fazem parte das terras em que ocorre a deficiência de água pouco acentuada, durante um período de 3 a 5 meses por ano, o que eliminará as possibilidades de dois cultivos, de ciclo curto anualmente. Não está prevista, em áreas com esse grau de limitação, irregularidades durante o período de chuvas. As formações vegetais, que normalmente se relacionam a este grau são o cerrado e a floresta subcaducifólia, bem como caducifólia em solos com alta retenção de água.

Com relação ao excesso de água e/ou deficiência de oxigênio (o), as classes 1ABC e 5SN comportaram-se de modo semelhante, pois, evidenciaram graus de limitação nulo (N), justificando para isso, terras que não apresentam restrições a excesso de água, ou terras que não apresentam problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas durante todo o ano. Portanto, são classificadas como bem e excessivamente drenadas. Ademais, seus

solos possuem boa profundidade efetiva, relevo com declividade variando em plano a suave ondulado, atributos esses que contribuem para boa drenagem nos seus perfis.

A classe 4P apresentou-se com grau de limitação moderado (M) por se apresentar sob condições de terras nas quais a maioria das culturas sensíveis não se desenvolve satisfatoriamente, em decorrência da deficiência da aeração durante a estação chuvosa. São consideradas imperfeitamente drenadas e sujeitas a riscos ocasionais de inundação. A classe 1(a)BC apresentou-se com grau ligeiro (L) correspondendo, assim, terras que apresentam certa deficiência de aeração às culturas sensíveis a excesso de água durante a estação chuvosa. Estas são em geral moderadamente drenadas.

A despeito da suscetibilidade à erosão (e), as classes de aptidão agrícola 1ABC; 1(a)BC e 4P mostraram-se com grau de limitação nulo (N), por se distribuírem espacialmente em solos com relevo planos ou quase planos, com declividade de 0 a 3% e com boa permeabilidade na sua maioria. Por sua vez, a classe 5SN apresentou o grau de restrição forte (F) a muito forte (MF), em virtude desta possuir forte susceptibilidade à erosão. Não obstante, estas terras ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente de 13 a 20% e 20 a 45% respectivamente, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo das suas condições físicas.

Quanto ao impedimento a mecanização (m) refira-se que para todas as classes de aptidão agrícola estudadas os graus de limitação mostraram-se nulo (N), exceto a classe 5SN e 6 que se apresentaram com limitação muito forte (MF).

A classe 6 (sem aptidão para uso) apresentou uma grande limitação concernente a susceptibilidade a erosão, pois integrou-se nos graus de limitação muito forte (MF) a extremamente forte (EF). Estas categorias de limitação pertencem às terras de maior susceptibilidade erosiva do que as classes anteriores, fato que propicia-lhes um uso agrícola restrito, pois esta ocorre em áreas com relevo forte ondulado a montanhoso, com declives na ordem de 20 - 45 e >45 %. Para essas áreas, na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.

Concomitantemente, a mesma classe integra-se no grau extremamente forte (EF), o qual se caracteriza pelas terras que apresentam severas susceptibilidades à erosão. Todavia, não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos.

As terras da classe 6, trata-se de paisagens com declives superiores a 45%, nas quais devem ser estabelecida uma cobertura vegetal para preservação ambiental. Porém, apesar

desta classe possuir solos com boas propriedades químicas (elevada soma de bases, maior CTC, caráter eutrófico, argila de alta atividade, bom pH entre outros) e físicas (teores de argila  $> 360 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentam simultaneamente, grandes restrições físicas (maior declive que contribui para a vigorosa erosão e mobilização dos materiais do solo e do regolito, decorrentes da maior susceptibilidade erosiva, maior pedregosidade e rochosidade, pequena espessura do *solum*, e presença de cascalho, calhaus e matacões) que dificultam sobremaneira a mecanização e uso de implementos agrícolas, tornando-as inaptas para o uso agrícola, destinando-se, portanto, simplesmente para a preservação da flora e fauna.

A despeito de impedimento a mecanização, vale salientar ainda que, as classes de aptidão agrícola das terras tiveram um comportamento heterogêneo, sendo que, apenas a classe 6 apresentou o grau de limitação muito forte (MF), que compreendem terras que não permitem o uso de maquinarias, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Normalmente, estas classes, são de topografia montanhosa, com declive superior a 45% e com impedimentos muito fortes devido à pedregosidade, rochosidade, profundidade efetiva e outros problemas de drenagem.

Por outro lado, as restantes classes - 1ABC; 1(a)BC; e 4P apresentam-se com grau de limitação nulo (N), perfazendo assim, terras que permitem em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas ordinariamente utilizados. Caracterizam-se ainda por possuírem topografia plana e praticamente plana, com declividade inferior a 3%, e não oferecem impedimentos relevantes à mecanização. O rendimento do trator (números de horas de trabalho usadas efetivamente) é superior a 90%.

Por último, a classe 5SN teve o grau de forte (F), em virtude de possuírem terras que permitem apenas, em quase sua totalidade o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. Estas se caracterizam por possuírem declives acentuados (20 - 45%) em relevo forte ondulado. Ademais, a presença de sulcos e voçorocas podem constituir impedimentos ao uso de máquinas, bem como endo, epipedregosidade, rochosidade, pequena profundidade efetiva e má drenagem, etc, restrições essas as quais constituem uma realidade nos solos por onde se especializam essas terras. Entretanto, o rendimento do trator é inferior a 50%.

**Quadro 2-** Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia

Aptidão Agrícola			Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C									Tipo de utilização indicado							
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de fertilidade			Deficiência de água			Excesso de água ou deficiência de oxigênio				Susceptibilidade à erosão			Impedimentos à mecanização			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	N/F	N/F <sub>1</sub>	N/F <sub>1</sub>	L	L	L	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Lavouras
1	1(a)BC	Boa	F	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	N	N	N	L	L	L	N	N	N	N	N	N	N	
4	4P	Boa	F	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	N	N	N	M	M	M	N	N	N	N/L	N/L	N/L	Pastagem plantada	
5	5SN	Boa	F	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	L	L	L	N	N	N	F/MF	F/MF	F/MF	MF	MF	MF	Silvicultura e/ou pastagem natural	
6	6	Sem aptidão agrícola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Preservação da Flora e da Fauna	

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

**Nota:**

- Os algarismos correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras;
- A ausência de algarismos acompanhando a letra representativa do grau de limitação indica não haver possibilidades e/ou interesse de melhoramento naquele nível de manejo;
- Graus de limitação: N - Nulo; L- Ligeiro; M - Moderado; F - Forte; MF- Muito Forte; EF- Extremamente Forte; /Intermediário.

**Quadro 3-** Relação entre solos e classes (grupos e subgrupos) de aptidão agrícola de terras na Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia

Classes de Solos	Relevo	Estimativa dos graus de limitação e melhoramento					Classificação
		Deficiência de fertilidade	Deficiência de água	Excesso de água	Susceptibilidade à erosão	Impedimentos à mecanização	
ACRISOLS EUTRIC SODIC	Suave Ondulado						
FERRALSOL YELLOW-RED EUTRIC	Suave Ondulado						
FERRALSOL SODIC YELLOW	Plano	N <sub>1</sub>	L/M	N	N	N	1ABC
PLINTOSOL PISOLITHIC EUTRIC	Plano						
SOLONETZ EUTRIC DURIC	Plano	F <sub>2</sub>	L/M	N	F	M	1(a)BC
VERTISOL GLEIC EUTRIC							
GLEYSOL EUTRIC HAPLIC	Plano	F <sub>2</sub>	L/M	N	L	L	4P
SOLONETZ SODIC EUTRIC							
CAMBISOL EUTRIC HAPLIC2	Forte Ondulado	F <sub>2</sub>	L	N	F/MF	MF	5SN
CAMBISOL EUTRIC HAPLIC1	Montanhoso	-	-	-	-	-	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

## CONCLUSÕES

Com a pesquisa identificou-se conflitos ambientais em ZPP existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Maue em Angónia. Dessa forma, constatou-se que a região tem uma relevante ZPP impactada pela ação humana, afetando negativamente a sustentabilidade ambiental local. Em se tratando de conflito de uso da terra, as classes de agricultura mista (30.88%), área urbanizada (27.63%) e solo exposto (8.99%) foram as de maior ocorrências, ocupando às áreas legalmente protegidas pela legislação ambiental. Em contrapartida, a classe de silvicultura apresentou a menor ocorrência de uso indevido, com apenas 1%.

O mapeamento realizado poderá auxiliar a comunidade local mediante o diagnóstico da área, pois este aponta os problemas da área estudada e, pode auxiliar na tomada de decisão através do planejamento de uso de terras mais adequado, evitando-se, deste modo, a insustentabilidade ambiental e seus adversos efeitos.

O SIG e o Sensoriamento Remoto mostraram-se eficientes na análise de cobertura e conflitos de uso das terras na região em estudo, constituindo-se, assim, numa ferramenta imprescindível que proporcionou um estudo rápido, econômico e eficiente.

Os resultados do levantamento pedológico efetuado evidenciam a existência de 10 classes de solos, notadamente: 1) Vertisol Gleic Eutric (9.36%); 2) Plinthosol Pisolithic Eutric (5.65%); 3) Acrisol Eutric Sodic (16.27%); 4) Cambisol Eutric Haplic1 (9.69%); 5) Ferralsol Sodic Yellow (4,88%); 6) Gleysol Eutric Haplic (4.98%); 7) Solontez Eutric Duric (10,23%); 8) Cambisol Eutric Haplic2 (24.05%); 9) Solontez Sodic Eutric (1.28%); e 10) Ferralsol Yellow-Red Eutric (13.61%).

A pesquisa evidencia que 20% dos solos da bacia são de elevada fertilidade natural (eutróficos) e sem nenhuma limitação química, correspondendo, assim, às classes de Ferralsol Yellow-Red Eutric e Cambisol Eutric Haplic1. Por sua vez, 80% dos solos, apesar de eutróficos, possuem baixa fertilidade natural, pois, deparam-se com problemas de sodicidade, o que representa limitação ao desenvolvimento das culturas, exceto as tolerantes a este elemento. Portanto, estes solos carecem de adoção de técnicas de manejo e conservação eficientes visando melhorar sua produtividade.

Fisicamente, os solos geralmente se apresentam com restrições (coesão, adensamento e cimentação de seus horizontes, endopedregosidade, rochiosidade e acentuada declividade) principalmente para as classes de Cambisols e Solonetz, o que contribui para a deficiência nas trocas gasosas e líquidas, restrições estas que limitam o crescimento e desenvolvimento eficiente das plantas, uso da mecanização e implementos agrícolas. Apesar



disso, se prestam à lavoura, mas quando submetidos a correções e manejos visando à melhoria de sua estrutura, produtividade e conservação.

A partir da avaliação da aptidão agrícola de terras identificaram-se cinco (5) classes: 1ABC, com 40,41% da área total que compreende terras pertencentes às classes de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A, B e C; seguindo-se da 5SN com 24,05%, correspondendo a terras pertencentes à classe de aptidão boa para silvicultura e pastagem natural. Por sua vez, 15,62% compreende a classe 4P, que representa terras pertencentes à classe de aptidão boa para pastagem plantada e, a classe 1(a)BC com 10,23% comportando assim terras pertencentes à classe de aptidão boa para a lavoura nos níveis de manejo B e C, e restrita ao nível A.

Por último, a classe 6, com 9,69% de terras sem aptidão para o uso agrícola, sendo estas reservadas a preservação da flora e fauna. Ainda assim, em termos percentuais não reduzem significativamente as terras agricultáveis a região, pois esta se apresenta com considerável potencial de uso, haja vista que 90,31% correspondem a áreas aptas para a lavoura de culturas de ciclos curtos e/ou longos, pastagem plantada e silvicultura.

Os mapas de solos e de aptidão agrícola das terras se constituem numa poderosa ferramenta com informações atualizadas e objetivas sobre as características e potencialidades dos solos e das terras na área estudada, imprescindíveis para gestores, produtores, agentes de fomento, instituições de ensino e pesquisa, empresas de planejamento agropecuário ou florestal, assim como órgãos públicos ligados à agricultura e ao meio ambiente. Com base neles, é possível a seleção de áreas propícias à agro-pecuária, urbanização, recreação, indústrias, conservação, preservação ambiental, entre outros usos em função de suas potencialidades e limitações, evitando-se deste modo sua sub e superutilização.

A forma de exploração dos solos em Maue ameaçam sua proteção e conservação a médio e longo prazo, em virtude da sua degradação caracterizada pela crescente sodicidade resultante de utilização irregular de adubos e fertilizantes químicos por parte das populações, fato que representa riscos ao florescimento da salinização destes solos e desertificação bem como suas drásticas consequências a nível socioeconômico e ecológico. Se não tomarem-se medidas urgentes em prol de sua conservação, fará com que se hipotéquem as necessidades das futuras gerações pela simples interdependência entre o Homem, o solo e a agrobiodiversidade que sustêm a vida daquelas comunidades conduzindo, eventualmente, à erosão redução e perda de produtividade dos solos, redução na disponibilidade dos alimentos, a fome, pobreza e miséria em lugar do bem-estar de que se desejam.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, Rui S. et al. **A Evolução Geológica de Moçambique**. Instituto de Investigação Científica Tropical- Lisboa. Direcção Nacional de Geologia - Maputo. Lisboa, 1998.
- AGUIAR Neto et al. **Caracterização morfológica e físico-hídrica de solos -representativos do Recôncavo Baiano. Determinação de capacidade de campo “in situ” e suas relações com dados obtidos no laboratório**. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia. 1988. 59p. Monografia (Dissertação da Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Bahia, 1988.
- AGUIAR, A. P. D. **Land Use and Cover Change**. INPE, São Paulo, 2002. Disponível em: <[www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br)> Acesso em: 05/mai/2016.
- AMORIM, Júlio Roberto de Araújo, et al. **Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.167-176, 2002.
- BATISTELLA, Mateus e MORAN, Emilio F. **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. Editora Senac, São Paulo, 2008.
- BERNESTEIN, L. **Crop growth and salinity**. In: Drainage for agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1974. 252p.
- BONDYREV, I. **Nota Explicativa (Provisória) da Carta Geomorfológica de Moçambique**. Instituto Nacional de Geologia. Maputo, 1983.
- CAMPOS, Araújo S. Junior et al. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas**. Engenharia Agrícola, v. 24, n. 2, p. 431-435, 2004.
- CASTELANI C. S. et al. **Adequação de uso da terra em função da legislação ambiental**. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**. Belo Horizonte, Minas Gerais. Anais...Belo Horizonte, 2003, p. 559-566.
- CFSEMG (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS). **Recomendações de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4a Aproximação. Viçosa, 1999.
- CHRISMAN, N. R. **Exploring geographic information systems**. New York: J. Wiley, 1997.
- DALMOLIN, R. S. et al., **Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas**. Revista Ciência Rural Santa Maria. v.34, n.5, p.1479-1486, 2004.
- DENT, D. & YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: E & FN Spon, 1993.

DNG (DIRECÇÃO NACIONAL DE GEOLOGIA). **Angónia: Folha Geológica N° 1434, Escala 1:250.000.** MRM/DNG, Maputo, 2006.

DTA (DIRECÇÃO DE TERRA E ÁGUA). **Província de Tete, Moçambique: sumário das potencialidades para o Desenvolvimento Agrário dos Distritos de Angónia, Macanga, Marávia.** Maputo, 1981.

ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. **Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético.** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 531-541, 2001.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológicas.** São Paulo, 2004.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2ª ed. Revista, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3ªed. Revista e ampliada, Embrapa, Brasília, 2013.

FAGERIA, Nand Kumar. **Resposta de Arroz de Terras Altas a Correcao de Acidez em Solo de Cerrado.** 2000. In: Revista Pesquisa Agropecuária Brasil. Brasília, v. 35, n.11, p2303-2307, nov. 2000.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Assessment of land resources for rainfed crop production in Mozambique: Climatic data bank and length of growing period analysis.** Maputo, 1981

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) **Frame Work for Land Evaluation. Roma. FAO. (Soil Bull, 29) e Wagenigen, ILIRI. 72 p.** (Publ. 22), 1976.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **METEOROLOGICAL DATA ANGONIA MOZAMBIQUE: Project Land and Water Use Planning.** Maputo, 1978.

FAO-UNESCO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS TO SCIENCE, EDUCATIONS E CULTURE). **Soil map of the World: 1:5.000.000. Volume VI Africa.**

**Prepared by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Unesco- Paris, 1977.**

**FAO-WRB. World Reference base for Soil resource 2006- A framework for international classification, correlation and communication.** FAO, Roma, 2006.

**FAO-WRB. World Reference base for Soil resource 2014- International Soil classification system for naming soil and creating legends for soil map.** FAO, Roma, 2015.

**FERREIRA et al.. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetidas a estresse salino.** Pesq. Agropec. Bras., 36:79-78, 2001.

**FREIRE, Maria Betânia Galvão dos Santos & FREIRE, Fernando José. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais.** In: Fertilidade do Solo. Revis. Bras. de Ciência do Solo. (Editores) NOVAIS, Roberto Ferreira et al. Viçosa- Minas Gerais, 2007.

**FLORENZANO, T. G. Imagem de satélite para estudos ambientais.** Oficina Textos, São Paulo, 2002.

**GOUVEIA, D. H. Goudinho e AZEVEDO, Ário L. Características e Distribuição dos Solos de Moçambique: Trabalho do Centro de Investigação Científica Algodoeira. I - Carta Provisória dos Solos do Sul do Save. II - Esboço Pedológico da Colónia de Moçambique.** Loureço Marques, 1949.

**GTK CONSORTIUM. Notícia Explicativa (Vol. 1).** Maputo, Moçambique: Direcção Nacional de Geologia, 2006.

**IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Manual Técnico de Pedologia.** 2ª edição, IBGE, Rio de Janeiro, 2007.

**IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Manual Técnico de Pedologia.** 3ª edição, IBGE, Rio de Janeiro, 2013.

**IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Manual Técnico de Pedologia.** IBGE, Rio de Janeiro, 2015.

**INIA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÓMICA). Mapa de Solos do Distrito de Angónia, 1:1.000.000.** INIA, Maputo, 1994.

**KASSAM, A. H. et al. Assessment of land resources for rainfed crop production in Mozambique: Climatic resources inventory of Mozambique.** Maputo: FAO, 1982.

**KELLER, E. C de S. Mapeamentos da utilização da terra.** Revi. Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: v. 31, n.3. 1969.

- KELLEY, W.P. **Alkali soils- Their formation, properties and reclamation**. New York, Reinhold Publishing, 1951. 176p.
- KER, João Carlos et al. **Pedologia: fundamentos**. 1ª ed. SBCS, Viçosa- Minas Gerais, 2012.
- KLAMT, E. et al., **Propostas de normas e critérios para execução de levantamentos semi-detalhados de solos e para avaliação da aptidão agrícola das terras**. Pelotas. NRS- SBCS, 44p. Boletim Técnico, 2000.
- LANI, João Luiz et al. **Potencialidades, restrições e alternativas sustentáveis de uso da terra no Acre**. Editora CRV, Curitiba, 2011.
- LEPSCH, I. F. et al. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. 2ª Impressão, revisada, Campinas, São Paulo, 1991.
- LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas de Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed., Bookman Editora, São Paulo, 2013.
- MAE (MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL). **Perfil do Distrito de Angónia, Província de Tete**. MAE, Maputo, 2005.
- MCALLISTER, Donald M. **Environment: a new focus for land-use planning**. Editora National Science Foundation, Washington, D.C. 20550, 1973.
- MICOA (MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL). **Programa Nacional de Gestão Ambiental**. Maputo, 1996.
- MINAG (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA). **Manual de Legislação de Florestas e Fauna Bravia**. Maputo, DNFFB, 2005;
- MINAG (MINISTÉRIO DE AGRICULTURA). **Plano Nacional de Investimento do Setor Agrário 2013-2017**. Maputo, 2013.
- MINAP (MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E PESCA). **Lei de Terras. Lei nº 19/97 De 1 de Outubro**. Maputo, 1997.
- MINAP (MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E PESCA). **Regulamento da Lei de Terras. Decreto nº 66/98, de 8 de Dezembro**. Maputo, 1999.
- MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 4ª Edição, revista e atualizada. Embrapa, Brasília, DF, 2015.
- MORELLE, David & LEJEUNE Philippe. **Élaboration d'une méthode quantitative et globale d'évaluation de l'aptitude des terres à l'agriculture: application à la Région wallonne (Belgique)**. In: **Revista Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** 2000 4 (1), 51–57, Disponível em: <<http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/17230/1/>> Acesso: 27 de jun. 2015.

- MOURÃO, Ana Clara Moura. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 3ª Edição, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2014.
- MOURIK, D. Van e RADCLIFFE, D. J. **The Soils of Angonia District, Province of Tete-Mozambique: Project Land and Water Use Planning**. FAO/UNDP, Maputo, 1981.
- MPF (MINISTÉRIO DE PLANO E FINANÇAS). **Plano de Ação de Redução da Pobreza Absoluta (PARPAII 2006-2009)**. Maputo, MPF, 2006.
- MUCHANGOS, Aniceto dos. **Moçambique, Paisagem e Regiões Naturais**. Edição do Autor, Maputo, 1999.
- MUNSELL SOIL COLOR BOOK. **Munsell Soil Color Charts**. X-Rite, Michigan, USA, 2013.
- OLIVEIRA, J. B. et al. **Classes gerais de solos no Brasil: guia auxiliar para o seu reconhecimento**. 2ª edição. Jaboticabal. FUNEP, 1992. 201 p.
- OLIVEIRA, J. Bertoldo et al.; **Levantamento Semidetalhado dos Solos do Estado de São Paulo: Quadrícula de Campinas**. Rio de Janeiro, 1979.
- PACHECO, João T. **O Sistema de Riftes da África Oriental**. Agrupamento Científico de Geologia da Universidade de Lisboa da Junta de Investigações de Ultramar. Lisboa, 1967.
- PDUT (PLANO DISTRITAL DE USO DE TERRA). **Diagnóstico da Situação Actual do Distrito de Angónia**. Governo do Distrito de Angónia, Tete, 2012.
- PEDDII (PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO DE ANGÓNIA) – **PEDD II 2015-2024**. Governo do Distrito de Angónia. Tete, 2014.
- PEDRON, F. A. et al. **Aptidão de uso das terras como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine**. RS. *Ciência Rural*. v. 36, n. 1, 2006, p. 105-112.
- PIROLI, Edson Luís e CAMPOS, Sérgio. **Análise do uso da terra por classes de declividade em microbacia hidrográfica usando geoprocessamento**. *Revista Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* v3 n1 Jan.- Abr. 2010 Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548.
- PDUT (PLANO DISTRITAL DE USO DA TERRA). **Proposta de Uso do Solo 2012-2022 do Distrito de Angónia, Provincia de Tete**. Volume II, Maputo, 2012.
- PONZONI F. J. **Comportamento espectral da vegetação**. 2001. In: MENESES, P. R. Netto, J. M. **Sensoriamento Remoto: refletância de alvos espectrais**. Brasília. Ed. UnB. Embrapa Cerrado.

- PRADO, Hélio do. **Manejo dos Solos: descrições pedológicas e suas implicações**. Livraria Nobel, São Paulo, 1991.
- RADCLIFFE, David J. **Guidelines on Land Evaluation for Rainfed Agricultura in Angonia, Province of Tete, Mozambique**. Field Report Nr. 28, Maputo, 1981.
- RAMALHO FILHO, António & BEEK, K J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª edição Revista, Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1995.
- REZENDE, J. O. **A compactação e adensamento de solos: métodos para avaliação e práticas agrícolas recomendadas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE SOLO, 26. 1997, Rio de Janeiro. Anais. RJ: SBCS, CD-ROM, 1997.
- REZENDE, J. O. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo**. Cruz das Almas, 2000.
- RESENDE, M., et al., **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4º edição, Viçosa, NEPUT, 2002.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, USDepartment of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agriculture Handbook, 60).
- SANTOS, Raphael David dos et al., **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 6ª edição, Revista e Ampliada, Editora SBCS, Minas-Gerais, 2013.
- SEATZ, F.L & PETERSON, H.B. **Acid, alkaline, saline and sodic soils**. In: BEAR, F.E., ed. Chemistry of the soil. 2ed. New York, Reinhold, 1967.
- SITOE, António Tomás. **Agricultura Familiar em Moçambique**. Maputo, 2005.
- VENTURIERI, A e Santos J.R. dos. **Técnicas de classificação de imagens para análises de coberturas vegetal**. Brasília, 1998.
- VOORTMAN, R.L e SPIERS, B. **Climate, Agro-Climatic Zones and Agro-Climatic Suitability in Angonia. 1: 250.000**. INIA/DTA, Maputo, 1980.
- WENG, Q e XIAO H. **The impact land use and land cover changes on land surface temperature in karst area of china**. Journal of Environmental Management. v. 10, n 16, p 13, 2006.
- <http://earthexplorer.usgs.gov/>.<Acesso: 20 de maio de 2015>
- <http://www.diva-gis.org>.<Acesso:5 de maio de 2015>.

**APÊNDICES A:** Tabelas de descrição morfológicas dos perfis estudados



**Tabela 3-** Atributos morfológicos

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 1- Vertisol Gleic Eutric</b>								
Agv	00-17	Plana e clara	Gley1 4/N	Gley 1 2,5/N	Colunar, prismática e blocos subangulares	Dura a extremamente dura	Firme	Muito Plástica e muito pegajosa
BAgv	17-40	Plana e gradual	Gley1 3/N	Gley1 3/N	Colunar, primática, granular e blocos angulares e subangulares	Dura	Firme	Muito plástica e pegajosa
Bigv	40-70	Difusa	Gley1 2.5/N	Gley1 3/N	Blocos angulares a subangulares, grumosa	Muito duro a Extremamente duro	Muito firme	Muito plástica e muito pegajosa
Cg1	70-110	Difusa	- <sup>(12)</sup>	Fundo: Gley1 6/N Mosqueado: 10YR 5/6	Blocos angulares a subangulares, média a pequena	- (1)	Firme	Muito plástica e pegajosa
Cg2	110-150+	-	- <sup>(1)</sup>	Fundo: Gley1 6/N Mosqueado: 10YR 5/8	Grumosa, granular e subangulares	- <sup>(1)</sup>	Firme e friável	Muito plástica e pegajosa

<sup>12</sup> Horizonte completamente úmido, fato que impossibilitou a determinação da cor e consistência seca.

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 2- Plinthosol Pisolithic Eutric</b>								
Aeg	00-20	Plana clara	2.5Y 4/1	2.5Y2.5/1	Maciça, granular e grande	Ligeiramente dura a dura	Friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Btg1	20-60	Plana e gradual	5Y 6/2	5Y 4/3	Blocos angulares e subangulares pequena e a forte	Ligeiramente dura a dura	Firme a friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Btg2	60-98	Plana	Variegado: 5YR 5/6; 2.5Y 4/1; 7.5YR 6/8	Variegado: 2.5YR 5/8; 2.5YR 2.5/1; 5Y 6/	Blocos angulares e subangulares	Ligeiramente dura a dura	Friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Cg1	98-152	Plana	Variegado: 7.5YR 7/8 5Y 6/2 10R 2.5/1	Variegado: 7.5YR 5/8 10YR 3/1 5Y 6/2	Maciça, em blocos médio e fraco	Dura	Friável a firme	Muito plástica e muito pegajosa
Cg2	152-213+	—	Variegado: 10YR 5/8 5YR 4/6 White page: N 9.5/	Variegado: White page: N 9/ 10YR 6/8 10YR 4/1	Maciça, blocos angulares e subangulares, média a fraca	Duro a muito duro	Friável a firme	Muito plástica e muito pegajosa

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 3- Acrisol Eutric Sodic</b>								
Av	00-15	Interdigitada	Gley1 4/N	Gley1 2.5/N	Colunar e grumosa	Ligeiramente dura a muito dura	Firme e friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bt1v	15-37	Plana e gradual	Fundo: 2.5YR 4/6; Mosqueado Gley1 5/N	Fundo: 7.5R 4/6; Mosqueado Gley1 3/N	Colunar	Ligeiramente dura a dura	Macia	muito plástica e muito pegajosa
Bt2v	37-68	Abrupta	Variiegado: 5YR 4/6; 7.5YR 7/8; Gley1 4/N	Variiegado: 10YR 6/8; 2.5YR 4/8; Gley1 3/N	Grumosa, subangulares e forte	Ligeiramente dura a dura	Macia e friável	Muito plástica e muito pegajosa
BCv	68-107	plana e difusa	Variiegado: 2.5Y 6/4; 10YR 2/1; 2.5YR 5/8	Variiegado: Gley1 3/N; 2.5Y 6/8; White page 7.5YR_1 /9.5/	Maciço, blocos angulares e subangulares; pequena e média	Ligeiramente dura	Friável a macia	Muito plástica e muito pegajosa
Cv	107- 165+		Fundo: Gley1 5/N; Mosqueado: White page 2.5Y_/1/ 9/	Fundo: 2.5Y 6/8; Mosqueado: White page N/_ 8.5/	Maciça e laminar	Ligeiramente dura	Friável e macia	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 4- Cambisol Eutric Haplic1</b>								
A	00-20	Plana e Gradual	2.5YR 3/4	2.5YR 3/6	Blocos subangulares; fraca e pequena a moderada	Ligeiramente dura	Firme e friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Bi	20-41	Plana e gradual	2.5YR 3/6	10YR 4/6	Granular, blocos subangulares, médias, pequenas e fracas	Ligeiramente dura	Firme	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
1C	41-67	Plana e abrupta	10R 4/8	10R 4/6	Maciça	Ligeiramente dura a dura	Friável e macia	Plástica e pegajosa
2C	67-95	Abrupta	10R 4/8	10R 3/6	Maciça	Ligeiramente dura a dura	Maciça	Plástica e pegajosa
Cr <sup>13</sup>	95-140+	—	7.5R 3/6	7.5R 2.5/4	Maciça	dura a extremamente dura	Firme	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa

<sup>13</sup> O 2C1 não foi coletado por si apresentar muito duro, pois se apresentava sob rocha em desagregação.

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 5- Ferralsol Sodic Yellow</b>								
A11	00-14	Plana e gradual	7.5YR 4/4	7.5YR 2.5/3	Granular, blocos subangulares, fraca e pequenas a moderada	Ligeiramente dura	Firme a friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
A12	14-40	Abrupta	10YR 6/6	10YR 5/3	Granular, blocos angulares e subangulares, pequena, fraca a moderada	Ligeiramente dura a dura	Friável	Plástica e pegajosa
AB	40-76	Plana e difusa	Fundo: 10YR 6/4; Mosqueado: 10YR 5/8	Fundo: 10YR 6/4; Mosqueado: 2.5YR 5/8	Grumosa, blocos subangulares, pequenas, grandes a moderada	Dura a muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bw1	76-130	Difusa gradual	Fundo: 10YR 7/8; Mosqueado: 10YR 6/1	Fundo: 10YR 6/6; Mosqueado: 10YR 7/1	Blocos angulares e subangulares, granular	Ligeiramente dura a dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bw2	130-170+	—	Fundo: 2.5Y 6/8; Mosqueado: Gley1 6/N	Fundo: 2.5Y 7/6; Mosqueado: Gley1 7/N	Blocos subangulares, granular, fraca a moderada, pequenas e médias	Ligeiramente dura a dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 6- Gleysol Eutric Haplic</b>								
A	00-14	Plana e difusa	Gley1 3/N	Gley1 8/N	Prismática, blocos angulares, subangulares, pequenas e média a moderada	Ligeiramente dura a dura	Firme a friável	Muito plástica e muito pegajosa
AC	14-40	Plana e difusa	Gley1 4/N	Gley2 3/5PB	Colunar, blocos angulares e subangulares; médio a grandes	Dura a muito dura	Firme a fiável	Muito plástica e muito pegajosa
CAg	40-70	Plana e clara	Gley2 4/10B	Gley2 5/5PB	Blocos angulares e subangulares	Dura a muito dura	Firme e friável	Muito plástica e muito pegajosa
Cg1	70-105	Plana e abrupta	Fundo: Gley2 5/5PB; mosqueado: 5Y 7/8	Fundo: Gley1 6/N; mosqueado: 5Y 6/8	Blocos angulares e subangulares, prismática	Ligeiramente dura	Macia a friável	Muito plástica e muito pegajosa
Cg2	105-141+	Plana e difusa	- <sup>(2)</sup>	Fundo: Gley1 5/n; mosqueado: 5y 6/8,	Blocos angulares e subangulares, fraca, pequenas a média	- <sup>(2)</sup>	Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Cg3	141-200+	-	- <sup>(2)</sup>	Fundo: Gley1 6/N; mosqueado: 10YR 5/8	Maciça, blocos angulares e subangulares, fraca, pequenas e médias	- <sup>(2)</sup>	Maciça	Muito plástica e muito pegajosa

<sup>(2)</sup> Cor e consistência seca não descrita em virtude dos horizontes se apresentarem completamente úmidos.

...Continuação...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 7- Solonetz Eutric Duric</b>								
A	00-10	Abrupta	2.5Y 2.5/1	2.5Y 3/1	Blocos granulares e subangulares; fraca e média a moderada	Maciça	Friável e macia	Plástica e ligeiramente pegajosa
Bt1	10-36	Gradual	Fundo: 2.5Y 5/1; Mosqueado: 7.5YR 5/8	fundo: 2.5Y 5/1; mosqueado: 7.5Y 6/1	Prismática, blocos angular e subangulares	Dura a muito dura	Firme a fiável	Muito plástica e muito pegajosa
Bt2	36-60	Gradual	Fundo: 10YR 5/2; Mosqueado: 10YR 5/6	fundo: 10YR 6/1; mosqueado: 10YR 4/6	Prismática, blocos angulares e subangulares	Muito dura a extremamente dura	Friável e friável	Muito plástica e muito pegajosa
BC	60-81	Gradual	Variegado: 10YR 5/2; White page N_9.5/; 7.5YR 5/8	Variegado: 7.5YR 6/8; 2.5Y 5/1; White page N_9/	Blocos angulares e subangulares, prismática e blocos	Muito dura a extremamente dura	Macia a friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
C	81-105+	—	Variegado: 10YR 5/6; 10YR 4/1; White page N_9.5/	Variegado: 10YR 6/1; 10YR 6/6; White page 7.5YR _/1 9/	Blocos angulares e subangulares, columnar, fraca a forte	Ligeiramente dura a dura	Maciça	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa

...Continuação ...

HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 8- Cambisol Eutric Haplic</b>								
Acf	00-15	Plana e clara	10YR 3/3	10YR 3/4	Granular, grumosa, pequena, fraca a moderada	Ligeiramente dura	Friável a firme	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
ABcf	15-30	Abrupta	Variegado: 10YR 7/6; 10YR 2/1; 2.5YR 5/	Variegado: 2.5YR 3/6; 7.5YR 8/6; 7YR 3/1	Grumosa, blocos angulares e subangulares, pequena, média, fraca a moderada	Dura a ligeiramente dura	Friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Bi	30-50	Irregular	Variegado: 5YR 2.5/1; 10YR 7/6; White Page 10YR_1 9.5/	Variegado: White Page N 8.5/ 10YR 8/6; 10YR 2/1	Blocos Subangular e granular, pequena a média	Muito dura a extremamente dura	Friável e firme	Não plástica e não pegajosa
C	50-92	Irregular	Variegado: White page 7.5YR_2 9.5/; 7.5R 2.5/1; 7.5YR 5/6	Variegado: White page 2.5Y_2 9.5/; 7.5YR 4/6; 10R 2.5/1	Blocos subangulares e angulares, pequena a moderada	Dura a extremamente dura	Friável	Não plástica e não pegajosa
2C1	92-120+	—	Variegado: 10YR 5/6; 10YR 2/1; white page: 2.5Y_1 9.5/	Variegado: 5YR 5/8; 10YR 2/1; white page: 10YR_1 8.5/	Maciça	Ligeiramente dura a dura	Firme	Não plástica e não pegajosa



HORIZONTE			COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
Simb.	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 9- Solonetz Sodíc Eutric</b>								
AEqm	00-10	Irregular	Fundo: 2.5Y 3/1 Mosqueado: 7.5YR 6/6	Fundo: Gley 1 2.5/N Mosqueado: 7.5Y 3/4	Blocos angulares e subangulares, granular, médias e pequenas	Ligeiramente dura a dura	Firme a frável	Ligeiramente Plástica e ligeiramente pegajosa
Bt1qm	10-20	Irregular	Fundo: 2.5Y 3/1 Mosqueado: 10YR 5/8	Fundo: Gley 1 4/N Mosqueado: 10YR 5/6	Colunar, blocos angulares e subangulares médias a forte a moderada	Dura a muito dura	Firme	Muito plástica e pegajosa
Bt2qm	20-40	Irregular e ondulada	Fundo: Gley 1 5/N Mosqueado: 2.5Y 6/8	Fundo: Gley 1 4/N Mosqueado: 10YR 5/6	Colunar e em cunha	Solta	Solta	Não Plástica e não pegajosa
Bt3	40-67	Difusa	Variegado: Gley 1 2.5/N Fundo: 2.5Y4/1 Mosqueado: 7.5YR 6/8 Variegado: Gley 1 2.5/N	Variegado: Gley 1 2.5/N Fundo: Gley 1 5/10Y Mosqueado: 7.5YR 6/6 Variegado: Gley 2 2.5/5PB	Prismática, blocos angulares e subangulares	Dura a Muito Dura	Firme e Friável	Muito plástica e muito pegajosa
C1	67-104	Plana e ondulada	Fundo: 2.5Y5/2 Mosqueado: 10YR 5/6 Variegado: White Page 10YR _/2 8/	Fundo: 2.5Y 5/1 Mosqueado: 7.5YR 4/6 Variegado: White Page 10YR _/2 9/	Prismática, blocos angulares e subangulares	Ligeiramente dura a dura	Firme	Muito plástica a ligeiramente plástica
C2	104-150+	-	Fundo: White page 2.5Y_/2 9/ Mosqueado: Gley 1 2.5N Variegado 10YR 6/6	Fundo: White page 2.5Y_/2 8.5/ Mosqueado: 7.5YR 7/8 Variegado: Gley1 2.5N	Blocos angulares e subangulares, fracas	Ligeiramente dura	Friável	Ligeiramente plástica e muito pegajosa

...Continuação.

Simb.	HORIZONTE		COR		ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA		
	Prof. (cm)	Transição	Seca	Úmida		Seca	Úmida	Molhada
<b>Perfil 10- Ferralsol Yellow-Red Eutric</b>								
A11	00-15	Plana e clara	10YR 5/3	10YR 3/2	Granular, grumosa, fraca a moderada, pequena a média	Ligeiramente dura	Friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
A12	15-40	Plana e gradual	5YR 4/6	2.5YR 4/6	Blocos angulares e subangulares, média, fraca a moderada	Ligeiramente dura a dura	Friável	Ligeiramente plástica e pegajosa
AB	40-70	Plana e difusa	5YR 5/8	2.5YR 5/8	Blocos subangulares, angulares, pequenas a média	Ligeiramente dura a dura	Friável	Plástica e pegajosa
BA	70-93	Plana e gradual	2.5YR 4/8	2.5YR 4/6	Blocos angulares e subangulares, granular	Dura a muito dura	Firme e Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bw1	93-149	Plana e abrupta	5YR 5/8	5YR 4/8	Blocos subangulares, granular, média a pequena, fraca a moderada	Ligeiramente dura a dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bw2	149-205+	–	Fundo: 5YR 5/8 Mosqueado: 2.5Y 4/4	Fundo: 7.5YR 5/6 Mosqueado: 10YR 4/4	Blocos subangulares, granular, média a pequena, fraca a moderada	Ligeiramente dura a dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa

**APÊNDICE B:** Fichas de descrição morfológicas de perfis estudados

**PERFIL 1**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 23.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: VERTISOL GLEIC EUTRIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angonia.

UTM 649463E e 8371221 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado na baixada plana (0-3%) de declividade, sob vegetação savana arbustiva.

ALTITUDE: 1215 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortositicos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochosa

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano e Suave Ondulado

EROSÃO: Laminar e sulcos

DRENAGEM: Mal drenado a imperfeitamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical higrofila de varzea

USO ATUAL: Pastagem

CLIMA: Clima Tropical Úmido (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor, David Samuel e Elidio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- Agv 00-17 cm, cinzento-escuro (Gley 1 4/N, seca) e preto (Gley 1 2.5/N, úmida); colunar, prismática e blocos subangulares; dura a extremamente dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e clara.
- BAGv 17-40 cm, cinzento-muito-escuro (Gley 1 3/N, seca) e cinzento-muito-escuro (Gley 1 3/N, úmida); colunar, primática, granular e blocos angulares e subangulares; dura (seca); firme (úmida); muito plástica e pegajosa (molhada); transição plana e abrupta.
- Bigv 40-70 cm, preto (Gley 1 2.5/N, seca) e cinzento-muito-escuro (Gley 1 3/N, úmida); Blocos angulares a subangulares, grumosa; muito dura a extremamente dura (seca), muito firme (úmida); Muito Plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- Cg1 70-110 cm, Fundo: cinzento (Gley 1 6/N, úmida) e mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/8, úmida); blocos angulares a subangulares, média a pequena; firme (úmida); muito plástico e pegajoso (molhada); transição plana e difusa.
- Cg2 110-170+ cm, Fundo: cinzento (Gley 1 6/N, úmida) e mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/8, úmida); firme e friável (úmida); muito plástica e pegajosa (molhada).

RAÍZES: comuns e finas no Agv e BAGv, poucas e finas no Cg1, e raras e finas no Bigv.

OBSERVAÇÕES: perfil a beira do rio, presença de raízes de 1 cm de diâmetro na massa do solo e na superfície. Fendilhamento de até 2 cm de largura no Agv e BAGv. Presença de superfície de fricção ou “*slickensides*”. Possui alto teor de matéria orgânica. Presença de lençol freático a 1.60 m de profundidade.

**PERFIL 2**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 24.06.2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTHOSOL PISOLITHIC EUTRIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angonia.

UTM 647095E e 8373083N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço médio da encosta, relevo plano com 0-3 % de declividade, sob vegetação gramínea e estrato herbáceo (vegetação campestre) em meio a assentamentos humanos.

ALTITUDE: 1267 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano a Suave ondulado

EROSÃO: Laminar e não aparente

DRENAGEM: Moderadamente drenado a bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Subtropical, caducifólia

USO ATUAL: uso residencial ou não agrícola

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor, David Samuel e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

AEg 00-20 cm, cinzento-escuro (2.5Y 4/1, seca) e preto (2.5Y 2.5/1 úmida); granular e maciça; ligeiramente dura a dura (seca) e firme (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição plana e clara.

Btg1 20-60 cm, cinzento-oliváceo-claro (5Y 6/2, seca); oliva (5Y 4/3, úmida); blocos subangulares, pequenas e fortes; ligeiramente dura a dura (seca); firme a fiável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição abrupta.

60-98 cm, variegado: vermelho-amarelado (5YR 5/6, seca); cinzento-escuro (2.5Y 4/1, seca); amarelo-avermelhado (7.5YR 6/8, seca). Variegado: vermelho (2.5YR 5/8, úmida); vermelho-escuro (2.5YR 2.5/1, úmida); amarelo-oliváceo (5Y 6/2, úmida); blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida) e ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição plana.

Cg1 98-152 cm, variegado: amarelo-avermelhado (7.5YR 7/8, seca); amarelo-oliváceo (5Y 6/2, seca); vermelho-escuro (10R 2.5/1, seca); Variegado: bruno-forte (7.5YR 5/8, úmida); bruno-amarelado-escuro (10YR 3/1, úmida); amarelo-oliváceo (5Y 6/2, úmida); grumosa e granular; dura (seca), friável a firme (úmida), muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e abrupta.

Cg2 152- 213+ cm, variegado: bruno-amarelado (10YR 5/8, seca); vermelho-amarelado (5YR 4/6, seca); branco (White page N 9.5/, seca); variegado: branco (White page N 9/, úmida); amarelo-brnado (10YR 6/8, úmida); cinzento-escuro (10YR 4/1); blocos angulares e subangulares, maciça, média a fraca; dura a muito dura (seca); friável a firme (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada).

RAÍZES: presença de raízes finas e alongadas com 15 cm de comprimento, com 2 a 3 mm de largura no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: Em todo o perfil observou-se rachadura, indicação esta de carácter retráctil. Do igual modo, há presença de processo de oxi-redução decorrente de oscilação de lençol freático em determinadas épocas do ano, prova de existência de variegados e nódulos concrecionários de Fe. No horizonte A observou-se presença seixo rolado.

**PERFIL 3**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 28.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: ACRISOL EUTRIC HAPLIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angonia.

UTM 648840 E e 837509 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no topo, em relevo plano (0-3%) de declividade, sob vegetação gramínea e estrato herbáceo.

ALTITUDE: 1266 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano a Suave ondulado

EROSÃO: Não aparente e ligeira

DRENAGEM: Moderadamente drenado a imperfeitamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Subtropical, caducifólia, savana arbustiva e herbácea.

USO ATUAL: Pastagem

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor, David Samuel e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- Av 00-15 cm, cinzento-escuro (Gley1 4/N, seca) e preto (Gley1 2.5/N úmida); grumosa e colunar, ligeiramente dura a muito dura (seca) e, firme e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e clara.
- Bt1v 15-37 cm, mosqueado abundante: vermelho (2.5YR 4/6, seca); fundo: cinzento (Gley1 5/N, seca); mosqueado: vermelho (7.5R 4/6, úmida); fundo: cinzento- muito-escuro (Gley1 3/N, úmida); colunar; ligeiramente dura a dura (seca); macia (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição interdigitada.
- Bt2v 37-68 cm, variegado: vermelho-amarelado (5YR 4/6, seca); amarelo- avermelhado (7.5YR 7/8, seca); cinzento-escuro (Gley1 4/N, seca); variegado: amarelo-brunado (10YR 6/8, úmida); vermelho (2.5YR 4/8, úmida); cinzento- muito-escuro (Gley1 3/N, úmida); grumosa e blocos subangulares, forte; ligeiramente dura a dura (seca); macia e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição abrupta.
- BCv 68-107 cm, variegado: bruno-amarelado-claro (2.5Y 6/4, seca); preto (10YR 2/1, seca); vermelho (2.5YR 5/8, seca); amarelo-oliváceo (2.5Y 6/8, seca); variegado: preto cinzento-muito-escuro (Gley1 3/N, úmida); amarelo-oliváceo (2.5Y 6/8, úmida); branco (White page 7.5YR\_1 /9.5/, úmida); branco (White page N/ 9.5/, úmida); blocos angulares e subangular; pequena e media a fraca moderada; ligeiramente dura (seca), friável a macia (úmida), muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- Cv 107- 165+ cm, mosqueado: branco (White page 2.5Y\_1/ 9/, seca); fundo: cinzento (Gley1 5/N, seca); mosqueado: branco (White page N/\_ 8.5/, úmida); fundo: amarelo-oliváceo (2.5Y 6/8, úmida); maciça e laminar; friável e macia (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada).

RAÍZES: Presença de poucas, e muita bioturbação (cupim). OBSERVAÇÕES: presença de nódulos concrecionários de ferro entremeando a massa do solo, com espessura de 3 a 5 mm e serosidade nos horizontes B e BC. A consistência seca no C não foi determinada em virtude do horizonte encontrar-se muito úmido resultante da possível oscilação do lençol freático.

**PERFIL 4**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 28.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: CAMBISOL EUTRIC HAPLIC1

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia.

UTM 644570 E e 8375378 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço superior da encosta- ladeira, em relevo forte ondulado (20 - 45%) de declividade, sob vegetação do tipo alta montanha e savana.

ALTITUDE: 1319 m.

LITOLOGIA: Mesoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Suite/Grupo Angónia, constituído por Rochas Sedimentares, Vulcânicas e Metamórficas do tipo Gnaiss quartzo-feldspático-biotítico-hornobléndico bandeado.

PERÍODO: 1600 Ma (Milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração das rochas supracitado.

PEDREGOSIDADE: Endopedregoso/moderadamente pedregoso

ROCHOSIDADE: Moderadamente rochoso

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Forte ondulado e montanhoso

EROSÃO: Laminar e sulcos

DRENAGEM: Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical caducifolia

USO ATUAL: Pastagem e cultivo

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- A 00-20 cm, bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, seca) e vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmida); blocos subangulares; fraca e pequena amoderada, ligeiramente dura (seca); firme e friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição plana e gradual.
- Bi 20-41 cm, vermelho-escuro (2.5YR 3/6, seca) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmida); granular, blocos subangulares, médias, pequenas e fracas; ligeiramente dura (seca); firme (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição abrupta.
- 1C 41-67 cm, vermelho (10R 4/8, seca); vermelho (10R 4/6, úmida); maciça; ligeiramente dura a dura (seca), friável e macia (úmida); plástica e pegajosa (molhada); transição plana e abrupta.
- 2C 67-95 cm, vermelho (10R 4/8, seca) e vermelho-escuro (10R 3/6, úmida); granular, blocos angulares e subangulares, maciça, média a pequena; ligeiramente dura a dura (seca), friável e firme (úmida); plástica e pegajosa (molhada); transição abrupta.
- Cr 95-140+ cm, vermelho-escuro (7.5R 3/6, seca) e vermelho muito escuro acinzentado (7.5R 2.5/4, úmida); maciça e, muito dura a extremamente dura (seca).

Raízes: Finas e, forte atividade biológica- cupim.

Obs: Presença de seixos rolados e rachaduras desde o horizonte A até Bi. Paralelamente observaram-se galerias e quartzo de até 30 mm de espessura no A e AB, e presença de nódulos concrecionários de ferro no C, para além de cascalho. Rochosidade e endopedregosidade no C e Cr. O horizonte Cr não foi coletado por apresentar-se bastante duro.

**PERFIL 5**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 28.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: FERRALSOL SODIC YELLOW

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia.

UTM 645200 E e 8375388 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço médio da encosta, em relevo plano (0-3%) de declividade, sob vegetação savana.

ALTITUDE: 1281 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochosa

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Laminar e não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Subtropical, caducifólia

USO ATUAL: Pastagem e cultivo

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elidio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- A11 00-14 cm, bruno (7.5YR 4/4, seca); bruno-muito-escuro (7.5YR 2.5/3, úmida); granular, blocos subangulares, fraca e pequenas a moderada; ligeiramente dura (seca); firme a friável (úmida); Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição plana e abrupta.
- A12 14-40 cm, amarelo-brunado (10YR 6/6, seca); bruno (10YR 5/3, úmida); granular, blocos angulares e subangulares, pequena, fraca a moderada; ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); plástica e pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- AB 40-76 cm, fundo: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seca); mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/8, seca); fundo: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmida); mosqueado: vermelho (2.5YR 5/8, úmida); grumosa e blocos subangulares, pequenas, grandes a moderada; dura a muito dura (seca), friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição difusa.
- Bw1 76-130 cm, fundo: vermelho-claro (10YR 7/8, seca); mosqueado: cinzento (10YR 6/1, úmida); fundo: amarelo-brunado (10YR 6/6, seca); mosqueado: cinzento-claro (10YR 7/1, úmida); blocos angulares e subangulares, granular; ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição difusa e gradual.
- Bw2 130-170+ cm, fundo: amarelo-oliváceo (2.5Y 6/8, seca); mosqueado: cinzento (Gley1 6/N, seca); fundo: amarelo (2.5Y 7/6, úmida); mosqueado: cinzento-claro (Gley1 7/N, úmida); blocos subangulares, granular, fraca a moderada, pequenas e médias; ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada).

Raízes:

Obs. Presença de rachaduras no A11 e A12 até principio de AB, indicando carácter retrátil.



**PERFIL 6**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 29.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: GLEYSOL EUTRIC HAPLIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia.

UTM 647878 E e 8375253 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço médio da encosta (3-8%) de declive, sob vegetação campestre.

ALTITUDE: 1242 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortositicos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano e ondulado

EROSÃO: Ausente

DRENAGEM: Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical higrófila de várzea

USO ATUAL: Pastagem e cultivo

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- A 00-14 cm, cinzento muito escuro (Gley1 3/N, seca) e branco (Gley1 8/N, úmida); prismática, blocos angulares, subangulares, pequenas e médias a moderada; ligeiramente dura a dura (seca); firme a friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- AC 14-40 cm, cinzento-escuro (Gley1 4/N, seca) e cinzento-azulado-muito-escuro (Gley2 3/5PB, úmida); colunar, blocos angulares e subangulares; médio a grandes; dura a muito dura (seca); firme a fiável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- CAG 40-70 cm, cinzento-azulado-escuro (Gley2 4/10B, seca) e cinzento-azulado (Gley2 5/5PB, úmida); blocos angulares e subangulares; laminar, dura a muito dura (seca), firme e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e clara.
- Cg1 70-105 cm, fundo: cinzento-azulado (Gley2 5/5PB, seca); mosqueado: amarelo (5Y 7/8, seca); e fundo: verde-claro-acinzentado (Gley1 6/N, úmida); mosqueado: amarelo-oliváceo (5Y 6/8, úmida); blocos angulares e subangulares, prismática; ligeiramente dura (seca); macia a friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e abrupta.
- Cg2 105-141+ cm, fundo: cinzento (Gley1 5/N, úmida); mosqueado: amarelo-oliváceo (5Y 6/8, úmida); blocos angulares e subangulares, fraca, pequenas a média; friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada). transição gradual e difusa.
- Cg3 141-200+ cm, fundo: cinzento (Gley1 6/N, úmida) e mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/8, úmida); blocos angulares e subangulares, fraca, pequenas e médias; maciça e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada).

Raízes: Comuns, muitas e finas no A, Cg1 e poucas no CAG Presença de rachaduras (fendilhamento) com 0.5 a 1 cm de largura no AC, e quartzo e material cimentado de 1 a 2 cm.

Obs. Presença de sedimentos carbonáticos, de cupim no Cg1. Os horizontes Cg1; Cg2 e Cg3 encontraram-se completamente úmidos daí não ter sido determinada a cor e consistência seca.

**PERFIL 7**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 29.06.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: SOLONETZ EUTRIC DURIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia.

UTM 645942 E e 8375718 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço médio da encosta, com 0 a 3 % de declividade, sob vegetação do tipo campestre.

ALTITUDE: 1267 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Endopedregoso/moderadamente pedregoso

ROCHOSIDADE: Moderadamente rochoso

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano e ondulado

EROSÃO: Ausente

DRENAGEM: Moderadamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical higrófila de várzea e savana herbácea

USO ATUAL: Pastagem e cultivo

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- A 00-10 cm, preto (2.5Y 2.5/1, seca) e cinzento-muito-escuro (2.5Y 3/1, úmida); blocos granulares e subangulares; fraca e média a moderada, maciça (seca); friável e macia (úmida); plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição abrupta.
- Bt1 10-36 cm, fundo: preto (2.5Y 5/1, seca) e mosqueado: bruno-forte (7.5YR 5/8, seca); fundo: bruno-forte (7.5YR 4/6 úmida) e mosqueado: cinzento (7.5Y 6/1 úmida); prismática, blocos angular e subangulares; dura a muito dura (seca); firme a fiável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição gradual.
- Bt2 36-60 cm, fundo: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seca) e mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/6, seca); fundo: cinzento (10YR 6/1, úmida); mosqueado (10YR 4/6, úmida); prismática, blocos angulares e subangulares; muito dura a extremamente dura (seca), friável e friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição gradual.
- BC 60-81 cm, variegado: fundo: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seca); mosqueado: branco (White page N\_9.5/, seca); variegado bruno-amarelado (7.5YR 5/8, seca); e fundo: amarelo-avermelhado (7.5YR 6/8, úmida); mosqueado: cinzento (2.5Y 5/1, úmida); variegado: branco (White page N\_9/, úmida); blocos angulares e subangulares, prismática e blocos; muito dura a extremamente dura (seca), macia a friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição gradual.
- C 81-105+ cm, fundo: bruno-amarelado (10YR 5/6, seca) e mosqueado: cinzento-escuro (10YR 4/1, seca) variegado: branco (White page N\_9.5/, seca); e fundo: cinzento (10YR 6/1 úmida); mosqueado (10YR 6/6 úmida) e variegado: branco (White page 7.5YR \_/1 9/ úmida); colunar, blocos angulares e subangulares, fraca a forte; ligeiramente dura a dura (seca); maciça (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada).

Raízes: abundantes, finas e pequenas em todos os horizontes.

OBSERVAÇÕES: Presença de quartzo.

**PERFIL 8**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 29.06.2016

CLASSIFICAÇÃO SIBCS- CAMBISOL EUTRIC HAPLIC2

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angonia.

UTM 647870 E e 8371604 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no terço médio da encosta, com 8% de declividade, sob vegetação savana.

ALTITUDE: 1246 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortositicos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Endopedregoso

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado

REGIONAL: Plano e Suave ondulado

EROSÃO: Laminar e moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical higrófila de varzea

USO ATUAL: Pastagem e uso residencial

CLIMA: Clima Tropical Úmido (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor, David Samuel e Elidio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

Acf 00-15 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, seca) e bruno-amarelo-escuro (10YR 3/4, úmida); granular, grumosa, pequena, fraca a moderada; ligeiramente dura (seca); friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição plana abrupta.

ABcf 15-30 cm, variegado: amarelo (10YR 7/6, seca); preto (10YR 2/1, seca); vermelho (2.5YR 5/8, seca); Variegado: bruno-avermelhado-claro (2.5YR 3/6, úmida); amarelo-avermelhado (7.5YR 8/6, úmida); bruno-escuro (7YR 3/1, úmida); grumosa, bloco angular e subangular, pequena, fraca a média a moderada; dura a ligeiramente dura (seca); friável (úmida); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição abrupta.

Bi 30-50 cm, preto (5YR 2.5/1, seca); amarelo (10YR 7/6, seca); branco (White Page 10YR\_1 9.5/, seca) e Variegado: branco (White Page N 8.5/, úmida); amarelo (10YR 8/6, úmida); preto (10YR 2/1 úmida); blocos angulares e subangulares; muito dura a extremamente dura (seca), friável a firme (úmida); não plástica e não pegajosa (molhada); transição irregular.

C 50-92 cm, variegado: rosa-amarelado-muito-claro (white page 7.5YR\_2 9.5/, seca); preto-avermelhado (7.5 R 2.5/1, seca); bruno-forte (7.5YR 5/6, seca); Variegado: amarelo-muito-claro (white page 2.5Y\_2 9.5/, úmida); bruno-forte (7.5YR 4/6, úmida); preto-avermelhado (10R 2.5/1, úmida); bloco angular e subangular, pequena a moderada; friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição plana e descontínua.

2C1 92-120+ cm, variegado: bruno-amarelado (10YR 5/6, seca); preto (10YR 2/1); branco (white page 2.5Y\_1 9.5/, seca) e variegado: vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); preto (10YR 2/1, úmida); branco (white page 10YR\_1 8.5/, úmida); maciça, não plástica e não pegajosa (molhada).

RAÍZES: comuns e finas no horizonte Acf com 1 cm de diâmetro, e raras no Bi.

OBSERVAÇÕES: perfil localizado em relevo suave ondulado. Presença de nódulos concrecionários ferruginosos a partir de AB; B e muito pouco no C e 2C1. Presença de cascalho no A.

**PERFIL 9**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 02.10.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: SOLONETZ SODIC EUTRIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia.

UTM 644698 E e 8378166 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado na baixada plana com 3% de declividade, sob vegetação savana arbustiva.

ALTITUDE: 1284 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortosíticos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochosa

RELEVO LOCAL: Plano

REGIONAL: Plano e ondulado

EROSÃO: Laminar e sulcos

DRENAGEM: Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical higrófila de várzea

USO ATUAL: Pastagem

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elídio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- AEqm 00-10 cm, Fundo: cinzento muito escuro (2.5Y 3/1, seca); Mosqueado: amarelo- avermelhado (7.5YR 6/6, seca); Fundo: preto (Gley 1 2.5/N, úmida); Mosqueado: bruno-escuro (7.5YR 3/4, úmida); blocos angulares e subangulares, granular médias e pequenas; Ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); Ligeiramente Plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição irregular e ondulada.
- Bt1qm 10-20 cm, Fundo: bruno-oliváceo-escuro (2.5Y 3/1, seca); Mosqueado: bruno- amarelado (10YR 5/8, seca) e Fundo: cinzento-escuro (Gley 1 4/N, úmida); Mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); cinzento muito-escuro (Gley1 3/N, úmida); granular, blocos angulares e subangulares médios, grandes, forte a moderada; dura a muito dura (seca); firme (úmida); Muito plástica e pegajosa (molhada); transição irregular.
- Bt2qm 20-40 cm, Fundo: cinzento (Gley 1 5/N, seca); Mosqueado: amarelo-oliváceo (2.5Y 6/8, seca); Variegado: preto (Gley 1 2.5/N, seca); e Fundo: cinzento-escuro (Gley 1 4/N, úmida); Mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); Variegado: preto (Gley 1 2.5/N, úmida); cunha e colunar; solta (seca), solta (úmida); Não Plástica e não pegajosa (molhada); transição irregular e ondulada.
- Bt3 40-67 cm, Fundo: cinzento-escuro (2.5Y 4/1, seca); Mosqueado: amarelado-avermelhado (7.5YR 6/8, seca); Variegado: preto (Gley 1 2.5/N, seca); e Fundo: cinzento-esverdeado (Gley 1 5/10Y, úmida); Mosqueado: amarelado-avermelhado (7.5YR 6/6, úmida); Variegado: cinzento-azulado (Gley 2 2.5/5PB, úmida); Blocos angulares a subangulares, prismática; dura a muito dura (seca); firme e friável (úmida); Muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição plana e ondulada.
- C1 67-104+ cm, Fundo: preto (2.5Y 5/2, seca); Mosqueado: bruno-amarelado (10YR 5/6, seca); Variegado: amarelo claro-acinzentado (White Page 10YR\_2 8/, seca); e Fundo: cinzento (2.5Y 5/1, úmida); Mosqueado: bruno-forte (7.5YR 4/6, úmida); Variegado: amarelo muito claro-acinzentado (White Page 10YR\_2 9/, úmida); Prismática, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura a dura (seca); firme (úmida); muito plástica a ligeiramente

- plástica (molhada). Transição ondulada.
- C2 104-150+ cm, Fundo: amarelo muito claro-acinzentado (White Page 2.5Y\_/2 9/, seca); Mosqueado: Preto (Gley 1 2.5/N, seca); Variegado: amarelo-brunado (10YR 6/6, seca); Fundo: amarelo claro-acinzentado (White page 2.5Y\_/2 8.5/, úmida); Mosqueado: amarelo-avermelhado (7.5YR 7/8, úmida); Variegado: Preto (Gley 1 2.5/N, úmida); blocos angulares e subangulares fraca; ligeiramente dura; friável; ligeiramente plástica e muito pegajosa.

#### OBSERVAÇÕES:

Presença de serosidade e oxi-redução. Existência de um pacote de barro (argila)

Presença de muito quartzo rolado e cascalhento no horizonte 2C1, entremeando a massa do solo, apresentando-se sob forma angular e subangular, sendo que os agregados esboroam-se facilmente e há existência de descontinuidade litológica evidenciando-se por um pacote de sedimentos grosseiros com petroplintita, resultante do processo de sedimentação de materiais por influência do intemperismo na planície aluvionar.

**PERFIL 10**

Sigla do subprojeto: LPAAT-MAUE

DATA: 02.10.2016

CLASSIFICAÇÃO FAO-WRB: FERRALSOL YELLOW-RED EUTRIC

UNIDADE DE MAPEAMENTO:

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS: Município de Vila Ulónguè, Distrito de Angónia

UTM 645750 E e 8378631 N

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado no curso superior da encosta (tabuleiro), com 3 - 8% de declividade, sob vegetação savana arbustiva.

ALTITUDE: 1294 m.

LITOLOGIA: Neoproterozóico

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas Plutônicas do tipo anortositos e gneisses anortositicos de Meteugo-Balame.

PERÍODO: 1000 Ma (Mil milhões de anos).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochosa

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

REGIONAL: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Laminar e não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Subtropical, caducifólia

USO ATUAL: Pastagem e cultivo

CLIMA: Clima Tropical de Altitude (Aw), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Ringo Benjamim Victor e Elidio F. Carvalho.

**Descrição Morfológica**

- A11 00-15 cm, bruno (10YR 5/3, seca); bruno-acinzentado-muito-escuro (10YR 3/2, úmida); pequenas, média granular, e grumosa pequenas e média; Ligeiramente dura (seca); friável (úmida); Ligeiramente Plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição Plana e clara.
- A12 15-40 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, seca); vermelho (2.5YR 4/6, úmida); Blocos angulares e subangulares, fraca a média a moderada; Ligeiramente dura a muito dura (seca); friável (úmida); Ligeiramente plástica e pegajosa (molhada); transição plana e clara.
- AB 40-70 cm, vermelho (2.5YR 5/8, seca); vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); Blocos angulares e subangulares, pequenas a médias, presença de serosidade. Dura a muito dura (seca), friável (úmida); Plástica e pegajosa (molhada); transição plana e difusa.
- BA 70-93 cm, vermelho (2.5Y 4/8, seca); vermelho (2.5YR 4/6, úmida); Blocos angulares e subangulares, granular pequenas e médios; dura a muito dura (seca); firme a friável (úmida); Muito plástica e muito pegajosa (molhada); transição difusa.
- Bw1 93-149 cm, vermelhado- amarelado (5YR 5/8, seca); vermelho-amarelado(5YR 4/6, úmida); Blocos subangulares, granular, média a pequena, fraca a moderada; ligeiramente dura a dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (molhada). Transição plana e difusa.
- Bw2 149-205+ cm, Fundo: amarelo-avermelhado (5YR 5/8, seca); Mosqueado: bruno-oliváceo (2.5Y 4/4, seca); Fundo: bruno-forte (7.5YR 5/6, úmida); Mosqueado: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); blocos angulares e subangulares fraca; ligeiramente dura (seca); friável (úmida); muito plástica e muito pegajosa (muito molhada).

OBSERVAÇÕES: Presença de muitas raízes, pequenas e grandes de A11 até Bw2, e forte atividade biológica (cupim). Presença de concreções de ferro no horizonte A12.

**APÊNDICE C:** Panorama geral da paisagem no âmbito do trabalho de campo





Foto 19- Identificação de Voçoroca na calha do rio, em macha de Vertisol na Bacia de Maue



Foto 20- Visão parcial de caráter retrátil de Vertisol nas adjacências do Rio Maue.





Foto 21- Visão geral de rochosidade em relevo forte ondulado a esquerda, e a direita o autor e seu colega durante a coleta de solos em campo.



Foto 22: Planície de inundação onde predominam as classes de solonetz. Paisagem utilizada para pastagem.





Foto 23: Caminhadas transversais visando a identificação e estratificação das unidades fisiografias da paisagem.



Foto 24- Voçoroca resultante da remoção da vegetação na vertente ao longo da margem do Rio Maue.





Foto 25- Prospecção e/ou tradagem para identificação das manchas homogêneas de solos.



Foto 26: Caminhadas transversais e prospecção no âmbito da estratificação das manchas de solos.