

LARISSA VIEIRA ZEZZO

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E
PROPOSTAS DE GESTÃO DE ÁREAS ÚMIDAS (MG)**

Rio Claro – SP

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JULIO DE MESQUITA FILHO"

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

Larissa Vieira Zezzo

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE
GESTÃO DE ÁREAS ÚMIDAS (MG)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
do Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geociências e Ciências
Meio Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen

Rio Claro - SP

2019

Z63a	Zezzo, Larissa Vieira Avaliação de Impactos Ambientais e Propostas de Gestão de Áreas Úmidas (MG) / Larissa Vieira Zezzo. -- Rio Claro, 2019 115 f. : il., tabs., mapas Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientadora: Vania Silvia Rosolen 1. áreas úmidas. 2. conservação. 3. impactos ambientais. 4. legislação. 5. gestão ambiental. I. Título.
------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Larissa Vieira Zezzo

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE GESTÃO DE ÁREAS ÚMIDAS (MG)

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
do Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geociências e Ciências
Meio Ambiente

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen
UNESP/IGCE/DPM – Campus de Rio Claro

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher
UNESP/IGCE/DEPLAN – Campus de Rio Claro

Prof. Dr. Fábio Braz Machado
UNIFESP – Diadema

CONCEITO: APROVADA

Rio Claro, 11 de fevereiro de 2019.

Aos meus pais (Celmo e Conceição),
minha avó (Terezinha) e meu
companheiro (Rafael), por todo amor,
apoio e paciência.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, dada a concessão de bolsa de mestrado no programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente da UNESP. Da mesma forma, gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, que financiou o projeto geral (2017/14168-1).

Agradeço à Profa. Vania, minha orientadora, por ter me guiado nessa jornada sendo paciente e agindo com sabedoria durante todos os momentos, mesmo diante de problemas e dificuldades.

Não poderia deixar de mencionar a participação importante do Prof. Silvio Govone, que me auxiliou na análise estatística dos dados, se colocando sempre disponível para conversar sobre a pesquisa. Assim como ao Alan de Oliveira, do DGA, que esteve presente, me ensinando, auxiliando e explicando os procedimentos referentes às análises granulométricas.

Meus agradecimentos também ao doutorando Antônio Ap. Couto Júnior, do DEPLAN, que me auxiliou na elaboração de mapas e à graduanda da Engenharia Ambiental, Gabriela Dantas, que se mostrou sempre disposta a participar e aprender sobre a pesquisa e as análises físicas do solo.

Agradeço aos familiares e amigos por compreenderem minha impaciência e, muitas vezes a minha ausência, durante os últimos meses de desenvolvimento da pesquisa.

Da mesma forma, não posso deixar de agradecer a todos os funcionários da UNESP, que se mostraram dispostos a me ajudar em todos os momentos que precisei.

"El que quiere interesar a los demás tiene que provocarlos"

(Salvador Dalí)

Resumo

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo, mesmo perante os consecutivos esforços em conservar este ambiente. Entre os municípios de Uberlândia e Uberaba encontram-se áreas úmidas de grande importância ambiental, social e econômica, dada a relação dessas áreas com áreas de recarga, influenciando no abastecimento desses municípios. Nessa região, desenvolvem-se diversas atividades econômicas, tais como a agricultura e a mineração. A interferência antrópica nesse local acarreta diversos impactos ambientais, principalmente nas áreas úmidas, por ser este, um ecossistema sensível às mudanças. Para uma análise detalhada, foram escolhidos seis pontos dentro da área de estudo, englobando áreas de cultivo agrícola, mineração, áreas drenadas e locais naturais, sem interferência antrópica, visando analisar diversos parâmetros ambientais. Por meio de trabalhos de campo, foi possível avaliar as mudanças morfológicas do solo e coletar amostras para realizar análises físico-químicas. As análises granulométricas e a química do complexo sortivo forneceram informações para melhor compreender a extensão dos impactos ambientais em decorrência de atividades econômicas desenvolvidas na área. Dentre os pontos analisados, notou-se mudanças morfológicas nas áreas de cultivo agrícola e principalmente na área de mineração, onde ocorre erosão laminar. A análise granulométrica evidenciou mudança textural nos locais de cultivo agrícola, enquanto que os demais pontos foram classificados como de textura argilosa ou muito argilosa. A análise química evidenciou que os solos das áreas de cultivo agrícola apresentaram teores elevados de micronutrientes e macronutrientes nas camadas superficiais e a saturação por bases foi muito baixa em praticamente todos os pontos estudados. O local da Mineração foi o ponto com menor teor de nutrientes, mostrando-se mais degradado e menos propício ao crescimento vegetal. A legislação brasileira se mostrou ineficiente na proteção e conservação das áreas úmidas, sendo essencial propor medidas de gestão ambiental para as áreas úmidas estudadas.

Palavras- chaves: áreas úmidas, conservação, impactos, legislação, gestão ambiental

Abstract

Wetlands are among the most threatened ecosystems of the world, even in the face of consecutive efforts to preserve this environment. Between the Uberlândia and Uberaba municipalities exist wetlands of environmental, social and economic importance, given the relationship of these areas with areas of recharge, influencing the supply of these municipalities. In this region, several economic activities are developed, such as agriculture and mining. Anthropogenic interference results in many environmental impacts, especially in wetlands, because this is an ecosystem sensitive to changes. Six points were selected in the area of study, including areas of farming, mining, drainage areas and natural sites, without anthropic interference, to analyze several environmental parameters. Through fieldwork, it was possible to evaluate the morphological changes of the soil and to collect sample of soil for physical and chemical analyzes. The granulometric analysis and sorption complex chemistry provided information to better understand the extent of environmental impacts because of economic activities developed there. Among the analyzed points, morphological changes were observed in the areas of farming and mainly in the mining area, where laminar erosion occurs. The granulometric analysis evidenced textural changes in the farming areas, while the other points were classified as clayey or very clayey. The chemical analysis showed that the soils of the farming areas had high levels of micronutrients and macronutrients in the superficial layers and the saturation by bases was very low in practically all the studied points. The Mining area was the point with lowest content of nutrients, being more degraded and less propitious to the vegetal growth. The Brazilian legislation proved inefficient in the protection and conservation of wetlands, being essential to propose environmental management measures for the wetlands studied.

Keywords: wetlands, conservation, impacts, legislation, environmental management

LISTA SIGLAS

ABHA	Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas
APP	Áreas de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IDE-Sisema	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.....	25
Figura 2 - Localização da sub-bacia Bauru no sudeste brasileiro. Modificada de Basilici et al. (2012).....	26
Figura 3 - Carta cronoestratigráfica da sub-bacia (BATEZELLI & LADEIRA, 2016). 27	
Figura 4 - Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro (SIQUEIRA & ROSA, 1998 – pag.100).	30
Figura 5 - Esquema de áreas úmidas com Gleissolo e drenadas com Latossolo na área de estudo.....	31
Figura 6 - Fitofisionomias do Bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 2008).	34
Figura 7 - Localização das áreas amostradas. Fonte: Google Earth (2018).	42
Figura 8 - Amostra de solo do P1(Murundu) referente à camada de 60-80 cm.	51
Figura 9 - Descrição por camadas de todos os perfis analisados.....	48
Figura 10 - Visualização do nível freático no P4 (Plantio de cana).	50
Figura 11 - Trincheira aberta no Perfil P5 (Plantio de soja), com evidência de transição de cor entre 25 e 40 cm.....	51
Figura 12 - Vegetação observada do P6.	52
Figura 13 – Curva Granulométrica amostra 2.	54
Figura 14 - Curva Granulométrica amostra 5.....	55
Figura 15 - Curva Granulométrica amostra 6.....	55
Figura 16- Curva Granulométrica amostra 7.....	56
Figura 17 - Curva Granulométrica amostra 8.....	56
Figura 18 - Curva Granulométrica amostra 10.....	57
Figura 19 - Triângulo Textural do UDSA-EUA.....	58
Figura 20 - Domínio do Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Araguari. Adaptado do IGAM (2018).....	83
Figura 21 - Municípios presentes na área do Comitê de Bacias do Rio Araguari (ABHA, 2016).....	85
Figura 22 - Mapa de uso e ocupação de Uberlândia e Uberaba, em detalhe, a área de estudo. Modificado de IDE-Sisema (2018) - Imagem Modis (2012).....	87

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos coletados, altimetria e profundidades.	43
Tabela 2 - Parâmetros analisados e métodos utilizados	50
Tabela 3 - Apresentação das frações areia, silte e argila dos locais amostrados.	53
Tabela 4 – Curvas granulométricas e correspondências de amostras.....	57
Tabela 5 - Parâmetros químicos analisados para a área de estudo.	61
Tabela 6 – Valores de Kruskal-Wallis.....	78
Tabela 7 – Posto médio das amostras para cálcio, magnésio e índice de saturação por bases.....	78
Tabela 8 – Valores do teste de Student-Newman-Keuls	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Concentração de cálcio em superfície.	64
Gráfico 2 - Concentração de cálcio em subsuperfície.	65
Gráfico 3 - Concentração de magnésio em superfície.	66
Gráfico 4 - Concentração de magnésio em subsuperfície.	66
Gráfico 5 – Matéria orgânica em superfície.	68
Gráfico 6 – Matéria orgânica em subsuperfície.....	68
Gráfico 7 - Concentração de zinco em superfície.....	69
Gráfico 8 - Concentração de zinco em subsuperfície.	70
Gráfico 9 - Concentração de ferro em superfície.	70
Gráfico 10 - Concentração de ferro em subsuperfície.....	71
Gráfico 11 - Concentração de manganês em superfície.	72
Gráfico 12 - Concentração de manganês em subsuperfície.....	72
Gráfico 13 - Concentração de cobre em superfície.	73
Gráfico 14 - Concentração de zinco em superfície.....	73
Gráfico 15 – Saturação por bases em superfície.....	74
Gráfico 16 – Saturação por bases em subsuperfície.	75
Gráfico 17 - Saturação por alumínio em superfície.....	76
Gráfico 18 - Saturação por alumínio em subsuperfície.	76

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Propostas de curto prazo (1 a 3 anos).....	89
Quadro 2 - Propostas de médio prazo (3 a 5 anos).....	90
Quadro 3 - Propostas de longo prazo (5 a 7 anos).....	91

SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
1.1 As áreas úmidas (<i>Wetlands</i>): definição e caracterização	15
1.2 Importância das <i>wetlands</i>	17
1.3 Solos das áreas úmidas.....	19
1.4 Mudanças climáticas e seus impactos nas áreas úmidas.....	20
1.5 Atividades antrópicas em áreas úmidas	21
2. Objetivos	23
2.1 Objetivos específicos	23
3. Caracterização da Área de estudo	24
3.1 Aspectos climáticos	24
3.2 Geologia.....	26
3.3 Relevo	28
3.4 Solos.....	31
3.5 Bioma.....	33
3.6 Uso do solo e Impactos ambientais.....	35
3.6.1 Agricultura e Pecuária	35
3.6.2 Mineração	36
4. Legislação.....	38
5. Materiais e Métodos	42
5.1 Etapa metodológica.....	42
5.2 Massa Específica dos Sólidos	45
5.3 Granulometria	46
5.4 Análise Química.....	49
5.5 Tratamento estatístico dos dados	50
6. Resultados e Discussões.....	51
6.1 Caracterização dos perfis de solo.....	51
6.2 Granulometria	52
6.3 Composição química dos perfis	60
7. Gestão de áreas úmidas	81
8. Considerações finais.....	93
9. Referências.....	95

1. Introdução

As áreas úmidas são ecossistemas sensíveis às mudanças e de grande importância por apresentarem diversas funções, em âmbito ambiental, social, econômico e recreativo.

1.1 As áreas úmidas (*Wetlands*): definição e caracterização

A Convenção de Ramsar ocorrida no Irã em 1971 foi um marco para os estudos sobre as áreas úmidas, visto ter sido um tratado intergovernamental sobre a conservação mundial desses ambientes. O intuito inicial era proteger os habitats aquáticos importantes para a conservação de aves migratórias. No entanto, após a Convenção, essa preocupação foi ampliada para as demais áreas úmidas, visando promover a conservação, o uso sustentável e o bem-estar das populações humanas que dependem dessas áreas (JUNK et al., 2013).

Esta convenção estabeleceu a cooperação entre países e a definição de marcos para as ações de conservação e o uso racional de áreas úmidas no mundo. As ações foram fundamentadas no reconhecimento, pelos países participantes, da importância ecológica e do valor social, econômico, cultural, científico e recreativo de tais áreas (JUNK et al., 2013).

De acordo com o definido na Convenção de Ramsar, as áreas úmidas são caracterizadas como pântano, charco, turfa ou água, podendo ser natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, em que estão incluídas áreas de água marinha com até seis metros de profundidade na maré baixa (MITRA et al., 2005).

Também compreendem locais de interface entre ambientes aquáticos e terrestres, sendo habitat de comunidades específicas da fauna e da flora, por serem espécies adaptadas à dinâmica hidrológica (JUNK et al., 2013).

Além das diferentes definições de áreas úmidas presentes na literatura científica, algumas discrepâncias são encontradas nos diversos sistemas de classificação que, ao considerarem estas áreas com condições úmidas permanentes, negligenciam aquelas que estão submetidas a pulsos d'água propiciando períodos secos e úmidos (JUNK et al., 2013).

Considerar exclusivamente os indicadores hidrológicos para a classificação das áreas úmidas, não possibilita a delimitação e a proteção desses ambientes, visto que muitos apresentam sazonalidade de precipitações, por exemplo (JUNK et al., 2013). Nesse contexto, Junk et al. (2013) mencionam as áreas úmidas australianas, que

apresentam expressiva sazonalidade, mas que são de extrema importância para a manutenção da biodiversidade regional.

Na classificação originada da Convenção de Ramsar (SCOTT & JONES, 1995), foram diferenciados os sistemas de áreas úmidas marinhos e costeiros, terrestres e artificiais. Foram subdivididos de acordo com a caracterização hidrológica utilizando os termos submaré, intermaré, perene, intermitente, permanente e sazonal. As subunidades são caracterizadas por parâmetros geomorfológicos, hidrológicos e/ou botânicos.

Os problemas que surgiram durante a elaboração de sistemas de classificação se relacionaram com a necessidade de resolver as diferenças entre as definições regionais de áreas úmidas e as tipologias (FINLAYSON & VAN DER VALK, 1995). Os diversos sistemas de classificação e definições já formulados por propósitos específicos não correspondem à atual necessidade científica e técnica de regulamentação (JUNK et al., 2013).

A classificação brasileira diferencia as áreas úmidas entre costeiras, terrestres e artificiais e concentra-se nos parâmetros relacionados à hidrologia e à cobertura vegetal. A hidrologia é o fator mais importante, determinando as características das áreas úmidas e apresentando maior prioridade para a classificação, já que utilizar a cobertura vegetal como parâmetro é insuficiente, uma vez que o impacto humano geralmente começa com a destruição da cobertura vegetal natural (JUNK et al., 2013).

A atual classificação brasileira (JUNK et al., 2011) está categorizada em três níveis: (1) sistemas, (2) unidades definidas pelos parâmetros hidrológicos e (3) unidades definidas pela vegetação. O primeiro nível é dividido em três categorias:

1. Áreas úmidas costeiras: definidas como todas as zonas úmidas, permanentes ou temporárias, com águas doces, salobras ou salgadas, sob influência direta das marés, ou sujeitas a intrusões salinas, ou ainda, influenciadas pela deposição atmosférica de substâncias dissolvidas ou particuladas do oceano.

2. Áreas úmidas do interior: definidas como todas as áreas úmidas, permanentes ou temporárias, com água doce, salobra ou salgada, localizadas no interior do país e, portanto, sem influência marinha direta ou indireta. Destacam-se nessa categoria as Veredas e Murundus presentes na região do Cerrado brasileiro.

3. Áreas úmidas artificiais: todas as áreas úmidas, costeiras ou interiores, derivadas de atividades humanas, quer em unidades organizadas, como fazendas de criação de peixes e plantações de arroz, ou formas não organizadas, que se referem às áreas úmidas localizadas no entorno de reservatórios ou aquelas que se desenvolvem

progressivamente pelo represamento de córregos ou, ainda, formadas em depressões causadas pela escavação de solo para realização de estradas e demais construções.

O segundo nível hierárquico é baseado em parâmetros hidrológicos e composto por cinco subsistemas, sendo que três descrevem as zonas úmidas costeiras e dois descrevem as zonas úmidas interiores (JUNK et al., 2013)

O terceiro nível hierárquico é baseado na estrutura da comunidade e na ocorrência de plantas superiores, o qual é dividido em classes, subclasses e macrohabitats. As comunidades de plantas superiores são particularmente apropriadas para a classificação de áreas úmidas (DRECHSLER et al., 2009), especialmente considerando sua visibilidade, dinâmica e longevidade, que respondem e refletem condições ambientais em períodos diversos, desde meses até séculos (NAIMAN & DECAMPS, 1997; CASANOVA & BROCK, 2000; LOURIVAL et al., 2011).

É importante ressaltar que as características hidrológicas das áreas úmidas identificam a origem das suas águas (principalmente da chuva, do rio ou do mar) e se elas são permanentes, com nível de água estável ou sujeitas a flutuação do nível d'água e, portanto, apresentando períodos de seca.

1.2 Importância das *wetlands*

As áreas úmidas possuem diversas funções ambientais em razão dos processos físicos, químicos e biológicos que caracterizam esse ecossistema.

Costanza et al. (1997) estimaram que o valor total global dos serviços prestados pelos ecossistemas costeiros e das áreas úmidas era de 15,5 trilhões de dólares por ano, correspondendo 46% do valor total de serviços que os ecossistemas globais são passíveis de fornecer.

Assim como o valor global médio originalmente estimado por Costanza et al. (1997), outras estimativas mais recentes foram feitas (TEEB, 2013), na tentativa de ponderar o valor dos serviços que esse ecossistema nos fornece, evidenciando que os valores para as áreas úmidas são superiores aos da maioria dos outros ecossistemas, o que corrobora para explicar sua importância. Independentemente dos valores exatos, os dados disponíveis já indicam a magnitude do valor econômico, ecológico e social que as áreas úmidas intactas proporcionam à sociedade brasileira (JUNK et al., 2013).

O Brasil é o 4º maior país do mundo, com uma área de cerca de 8,5 milhões de km². Dessa área, aproximadamente 20% do território nacional corresponde a uma grande variedade de tipos de áreas úmidas (JUNK et al., 2011).

As áreas úmidas florestais cobrem cerca de 30% das terras baixas da Amazônia. Essa porcentagem diminui em relação às áreas do centro-oeste e sul do Brasil. No Cerrado existem extensos sistemas de zonas úmidas, como por exemplo o pantanal e as veredas (JUNK et al., 2011).

Esses ambientes fornecem muitos serviços para a sociedade, tais como o armazenamento de água, o amortecimento da descarga do rio e da corrente, a retenção de sedimentos, a purificação da água, a regulação do microclima, a recreação pelo ecoturismo, o armazenamento de carbono orgânico, a produção de madeira, entre outros (JUNK et al., 2013). Além disso, contribuem para a proteção cultural, abrigando comunidades tradicionais (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Em relação à biodiversidade, são considerados centros de especiação, dada a presença de plantas terrestres como as descritas nas planícies amazônicas (GOPAL et al., 2000; ERWIN & ADIS, 1982; ADIS, 1997; JUNK, 2000; WITTMANN et al., 2013). São habitats importantes de diversas espécies, dado o desenvolvimento de formas morfológicas, anatômicas e adaptações fisiológicas específicas. (ADIS & JUNK, 2002).

Este ecossistema abriga um elevado número de organismos, pertencentes a diferentes grupos taxonômicos (algas, protozoários, crustáceos, insetos, répteis, anfíbios e aves), assim como muitas espécies de plantas da família das Gramineae, Asteraceae, Ciperaceae e Palmae (GIBBS, 2000; BARBERI et al., 2000; SOUSA et al., 2013). Ainda, por serem centros de estabelecimento e dispersão de uma série de organismos, as interações ecológicas nesses ambientes são extremamente complexas e de grande importância (SOUSA et al., 2013). Finalmente, por conterem fauna e flora endêmicas, encontram-se vulneráveis à extinção (GIBBS, 2000).

Dentre as áreas úmidas do Brasil, mencionam-se o Cerrado, que inclui Veredas e Campos Úmidos (RIBEIRO & WALTER, 1998), florestas de galeria (FELFILI, 1995), bem como áreas de grande complexidade, como o Pantanal Matogrossense (NUNES DA CUNHA et al., 2007). Essas são caracterizadas como cinturões florestados com espécies arbóreas tolerantes a flutuações fluviais associados com vegetação de áreas secas ocupadas por espécies arbóreas tolerantes à seca e ao fogo, sendo resistentes a vários meses de inundação superficial ou completa (JUNK et al., 2013).

1.3 Solos das áreas úmidas

Os Gleissolos são característicos das áreas úmidas e se caracterizam como solos constituídos por material mineral, que se apresentam permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados (RAMOS, 2000). O processo de formação está relacionado com a intensa redução do ferro resultante da presença de água estagnada. Possuem matrizes de cor acinzentada clara, sobrepostas por uma camada superficial mais escura em decorrência da presença de matéria orgânica (REATTO et al., 2008).

Dentre os solos Glei, destacam-se os Gleissolos Melânicos e Gleissolos Hápticos, sendo este último descrito em trabalhos da Embrapa (1976), Embrapa (1986) e Amaral (1999) como sendo solos associados a relevos planos ou suavemente ondulados, de textura variada e de acidez elevada a média (RAMOS, 2000).

Os Gleissolos Melânicos são descritos por Embrapa (1978), Embrapa (1982) e Amaral (1999) como solos álicos e distróficos, de textura heterogênea, com acidez variando de elevada a média. Destaca-se a ocorrência de níveis muito altos de alumínio trocável (RAMOS, 2000).

O Sistema Taxonômico de Solos dos Estados Unidos considera o regime de umidade como propriedade de classificação e define solos saturados como aqueles que estão preenchidos por água e quimicamente reduzidos de tal forma que a água do solo não contenha oxigênio dissolvido (SOIL SURVEY STAFF, 1975). Normalmente, apresentam baixo croma (≤ 2) ou colorações acinzentadas, que são utilizadas como indicadores de saturação e redução, porém cromas 2,5Y e 5Y também são usadas quando manchas estão presentes no solo (VEPRASKAS et al., 1994).

De acordo com Vepraskas et al. (1994), as condições de umidade do solo são obrigatoriamente identificadas pela determinação de três propriedades: a duração e profundidade da saturação, ocorrência de redução do ferro (Fe) e presença de características de redoxomorfismo.

Estas três propriedades podem ser usadas para mensurar com segurança a ocorrência da saturação e/ou redução, visto que imprimem no solo uma coloração específica que se sobressai no meio, a qual é formada em resposta à oscilação do nível freático e consequente redução do ferro, $\text{Fe (III)} \rightarrow \text{Fe (II)}$, em partes ou em todo o perfil, devido à solubilização do ferro ferroso (Fe^{2+}) por processos pedogenéticos que

normalmente se referem à lixiviação do solo ou a redistribuição desse íon dentro do perfil do solo (VEPRASKAS et al., 1994).

Ressalta-se que a redução pode ser acompanhada pela posterior oxidação do Fe (II) para o Fe (III) precipitando-se na forma de óxidos de ferro, o que inclui oxihidróxidos, em outras partes do solo. No processo, o solo tende a apresentar colorações de baixo croma (geralmente cinza) em partes do solo onde o ferro vem sendo removido, e alto croma, com coloração ferruginosa vermelha e amarela, onde os óxidos permanecem acumulados (FANNING & FANNING, 1931).

Segundo Fanning & Fanning (1931), outros constituintes do solo, como matéria orgânica, óxidos de manganês e minerais com enxofre, são também sensíveis às condições de oxirredução, resultando em características morfológicas no solo que são atribuídas ao fenômeno de gleização.

A cor do solo fornece informações sobre os constituintes que o compõem e sobre o seu estado de oxirredução. Em ambientes pouco oxidados, a concentração de matéria orgânica fornece uma coloração tipicamente preta ou marrom escura, frequentemente concentrada nos horizontes superficiais A ou O. No Gleissolo, a ocorrência da matéria orgânica é facilmente reconhecida pela cor do horizonte superficial (VEPRASKAS et al., 1994).

Em relação aos óxidos de ferro, nos Gleissolos, estes são reconhecidos pela cor avermelhada do revestimento dos poros, estruturas e grãos do solo, ou como manchas e concreções em horizontes “gleizados”, produzidos após a remoção e concentração relativa nos horizontes. Assim, os óxidos de ferro fornecem informação sobre as condições ambientais de formação do solo (FANNING & FANNING, 1931).

1.4 Mudanças climáticas e seus impactos nas áreas úmidas

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo, apesar de vários tratados internacionais recomendarem o seu inventário e sugerirem que os países se esforcem quanto à sua proteção (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; DARWALL et al., 2008; SCBD, 2010).

Compreender as mudanças climáticas e instituir o uso racional dessas áreas são ações importantes, uma vez que esse ecossistema desempenha, por exemplo, um papel fundamental na recarga de aquíferos, inclusive das regiões áridas e semiáridas do mundo (JUNK et al., 2013).

Entretanto, políticos e tomadores de decisão de diversas nações do mundo, desconhecem ou desconsideram a relevância ambiental e ecossistêmica das áreas úmidas, deixando de incluí-las nos modelos globais sobre as mudanças climáticas (JUNK et al., 2013).

Segundo Mitra et al. (2005), as áreas úmidas podem ser encontradas em todas as zonas climáticas, desde os trópicos até a tundra (a Antártica é o único continente na terra que não possui zonas úmidas). Embora ocupem de 4 a 6% da área terrestre (~ 530-570 milhões de hectares), essas áreas armazenam uma quantidade substancial de carbono, fornecendo uma dissipação adequada desse composto para atmosfera, quando gerenciadas adequadamente. Ao contrário, sua destruição ocasiona a liberação do carbono para a atmosfera, e ainda que a principal causa do aumento dos níveis de CO₂ seja a queima de combustível fóssil, a liberação do carbono estocado nestes solos representa uma ameaça potencial para acelerar o efeito estufa, visto que esse ecossistema atua como fonte e sumidouro desses gases, representando um dos processos de *feedback* mais importantes (MITRA et al., 2005).

Dessa forma, entende-se que as mudanças projetadas no clima provavelmente afetarão significativamente a extensão, a distribuição e a natureza das funções das áreas úmidas.

1.5 Atividades antrópicas em áreas úmidas

De acordo com Mitra et al. (2005), as áreas úmidas são entendidas como terrenos sem utilidade, drenando-as e/ou ocupando-as em prol do desenvolvimento de atividades econômicas, ou ainda, utilizando-as para o despejo de resíduos oriundos de várias fontes.

No Brasil, a pressão populacional e a elevada demanda de alimentos se constituem como os principais fatores de degradação e perda de áreas úmidas (JUNK et al., 2013). As preocupações referentes a esses ambientes são de âmbito global, pois as mudanças no uso da terra, exploração excessiva, drenagem e várias outras atividades antrópicas perturbam ou mudam as condições físico-químicas e biológicas destas áreas. Os resíduos de agroquímicos são facilmente carregados para estas áreas devido à posição topográfica depressiva que se encontram (EWING et al., 2012; ROSOLEN et al., 2015a).

Outro impacto são as construções de hidrelétricas que causaram a destruição de planaltos fluviais, interrompendo a conectividade longitudinal dos rios e prejudicando as áreas úmidas a jusante através da alteração de pulsos atmosféricos, carga de sedimentos

e outros parâmetros limnológicos, como mostra o rio Paraná e sua planície fluvial (HOEINGHAUS et al., 2009; BARLETTA et al., 2010).

Adicionalmente, pode-se mencionar os impactos estruturais nesse habitat, devido à retirada da cobertura vegetal, movimentação do solo e consequente alteração nos perfis, em decorrência de atividades como a mineração, que atuam diretamente na remoção de matéria prima do solo.

Os impactos estruturais mencionados afetam a diversidade florística, a qualidade do solo, favorece processos erosivos e afeta as condições físico-químicas pré-estabelecidas em um determinado local. A esses impactos somam-se aqueles advindos da mineração, como a alteração de umidade do solo e o consequente rebaixamento do nível freático, dadas as escavações feitas e que modificam a dinâmica hidrológica.

A extensão dos impactos sobre as áreas úmidas torna-se ainda maior, ao considerar que esses ambientes funcionam no controle de picos de inundações e secas, sendo zonas de recarga, controlando a água dos rios, lagos e águas subterrâneas.

2. Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as alterações dos parâmetros físicos e químicos dos solos das áreas úmidas existentes entre os municípios de Uberaba e Uberlândia e que foram alteradas em função da agricultura e da extração de argila, assim como áreas hidromórficas naturais.

2.1 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar as mudanças morfológicas, físicas e químicas dos solos das áreas alteradas em relação ao solo de referência, comparando as alterações observadas com a literatura a fim de compreender a extensão do impacto na área de estudo;
- ✓ Avaliar a intensidade dos impactos por meio da comparação dos diferentes usos do solo;
- ✓ Validação dos dados químicos a partir da realização de testes estatísticos;
- ✓ Análise do cenário legislativo brasileiro com o intuito de entender como as leis atuam na conservação e proteção desse ecossistema.
- ✓ Sugestão de medidas de gestão das áreas úmidas estudadas para sua correta conservação, considerando-se as peculiaridades da localidade em que se encontram.

3. Caracterização da Área de estudo

A área de estudo encontra-se no Estado de Minas Gerais, entre os municípios de Uberaba e Uberlândia, estando compreendida pelas coordenadas 19° 26' 51" S e 47° 53' 83" W, dentro da área drenada pela bacia do Rio Uberabinha.

A área de estudo encontra-se na chapada sedimentar, numa área de aproximadamente 728,43 km², tendo acesso através da BR 050 e da BR 452 (Figura 1).

Geologicamente, a área de estudo está inserida na sub-bacia Bauru, uma sub-bacia sedimentar intracratônica que também abrange a porção centro-oeste de São Paulo, bem como partes dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná (BASILICI et al., 2012).

Os Gleissolos e Latossolos constituem a cobertura pedológica e estão associados ao gradiente hídrico gerado pelo encrostamento laterítico (VALADÃO, 2009). O relevo é suave, com baixa densidade de drenagem e altitudes próximas a 900 m (BACCARO et al., 2001).

A vegetação é caracterizada pelas fitofisionomias características do Bioma Cerrado, assim como veredas e murundus (SANO et al., 2008). Contudo, a vegetação nativa foi praticamente toda retirada em razão do cultivo de soja, milho, cana-de-açúcar e da mineração de argila (BORGES, 2012).

3.1 Aspectos climáticos

O Triângulo Mineiro, é caracterizado pelo clima tropical semiúmido típico, em decorrência do distanciamento do oceano, e pela localização posterior as principais barreiras geográficas (SALGADO, 2006).

O clima dessa região é definido pela ocorrência de invernos secos e verões chuvosos, em que a média de temperaturas máximas entre os meses de setembro e outubro é de 30°C e a média mínima obtida entre junho e julho é de 15°C. A estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março, enquanto que o período de secas se refere aos meses de abril até setembro (OLIVEIRA, 2013).

Salienta-se que o Triângulo Mineiro, por estar localizado no Planalto Central, desempenha papel importante na distribuição dos recursos hídricos no Brasil (LIMA & SILVA, 2008).

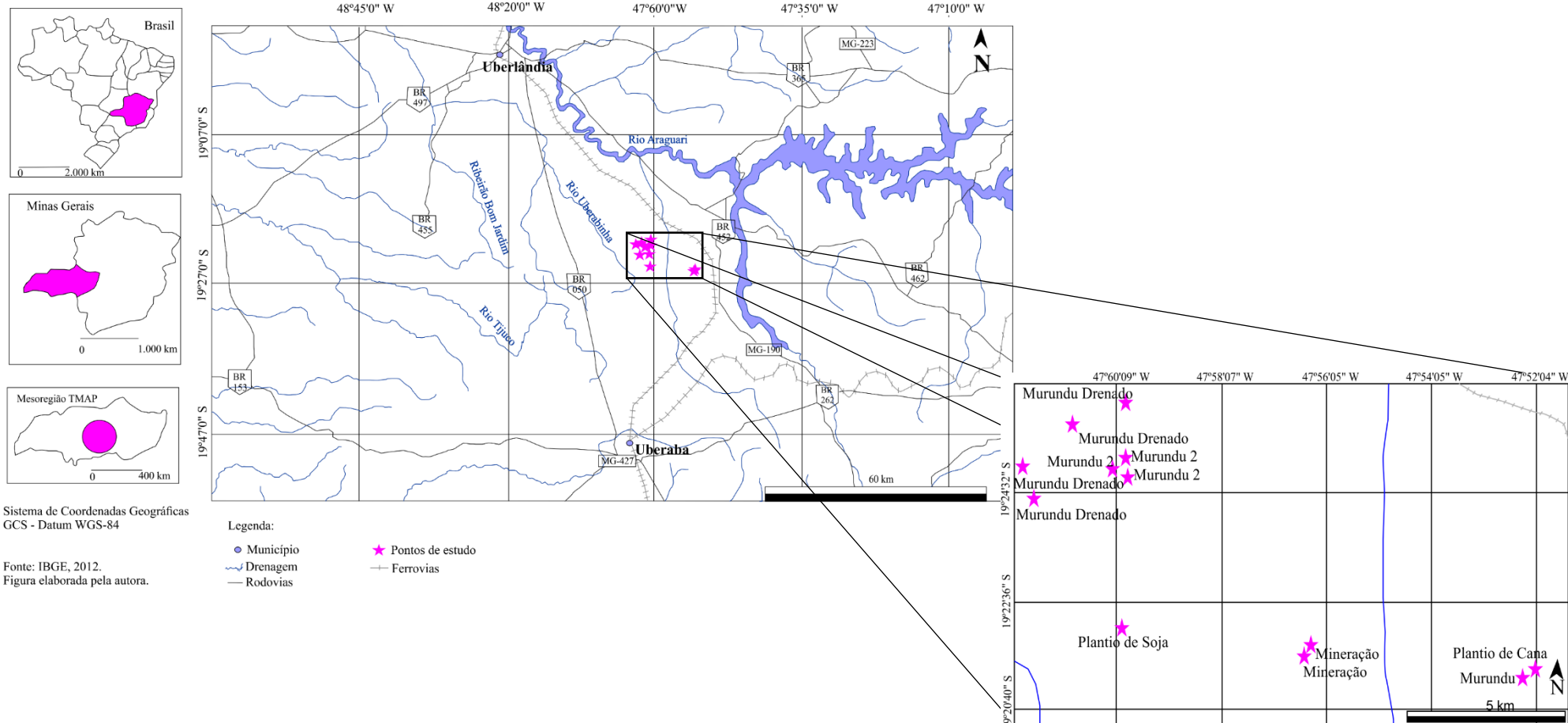


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.

3.2 Geologia

A região do Triângulo Mineiro está inserida na sub-bacia Bauru, (BASILICI et al., 2012), de natureza sedimentar intracratônica com aproximadamente 370.000 km², estendendo-se por diversos estados brasileiros, como São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná (Figura 2).

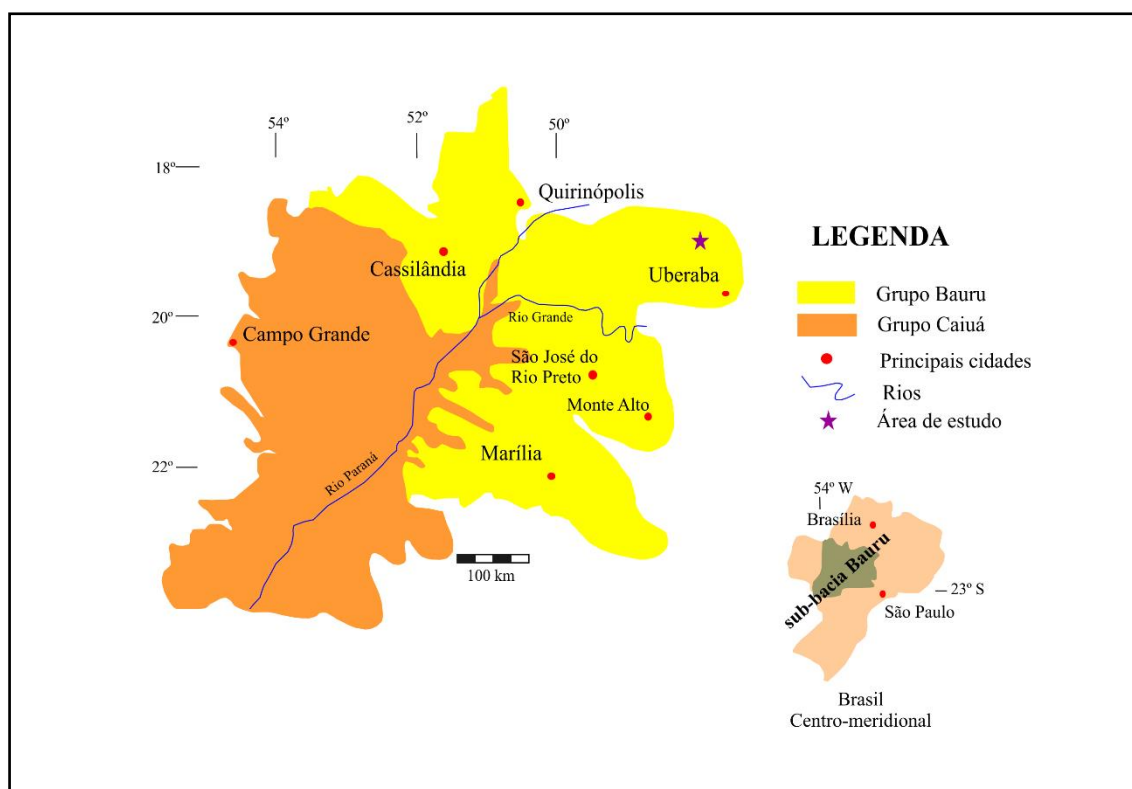


Figura 2 - Localização da sub-bacia Bauru no sudeste brasileiro. Modificada de Basilici et al. (2012).

A sub-bacia Bauru formou-se sobre a Formação Serra Geral, tendo origem atribuída a processos termolitostáticos, em que os sedimentos dessa sub-bacia se acomodaram nos espaços criados pelo esfriamento e contração do basalto Serra Geral. As maiores espessuras dessa sub-bacia coincidem com as maiores espessuras de basalto (FERNANDES & COIMBRA, 1996; RICCOMINI, 1997; FERNANDES & COIMBRA, 2000).

A seção estratigráfica do Grupo Bauru (Figura 3) é complexa. A Formação Araçatuba delimita a base do Grupo Bauru, apresentando contato discordante com a Formação Serra Geral e com o Grupo Caiuá, estando em contato superior e lateral com a

Formação Adamantina de forma gradual e interdigitada. A Formação Adamantina tem contato abrupto e erosivo com a Formação Serra Geral, sendo discordante em relação aos basaltos. Esta formação está interdigitada com a Formação Uberaba no contato lateral e apresenta contato superior discordante com a Formação Marília (BATEZELLI et al., 2003).

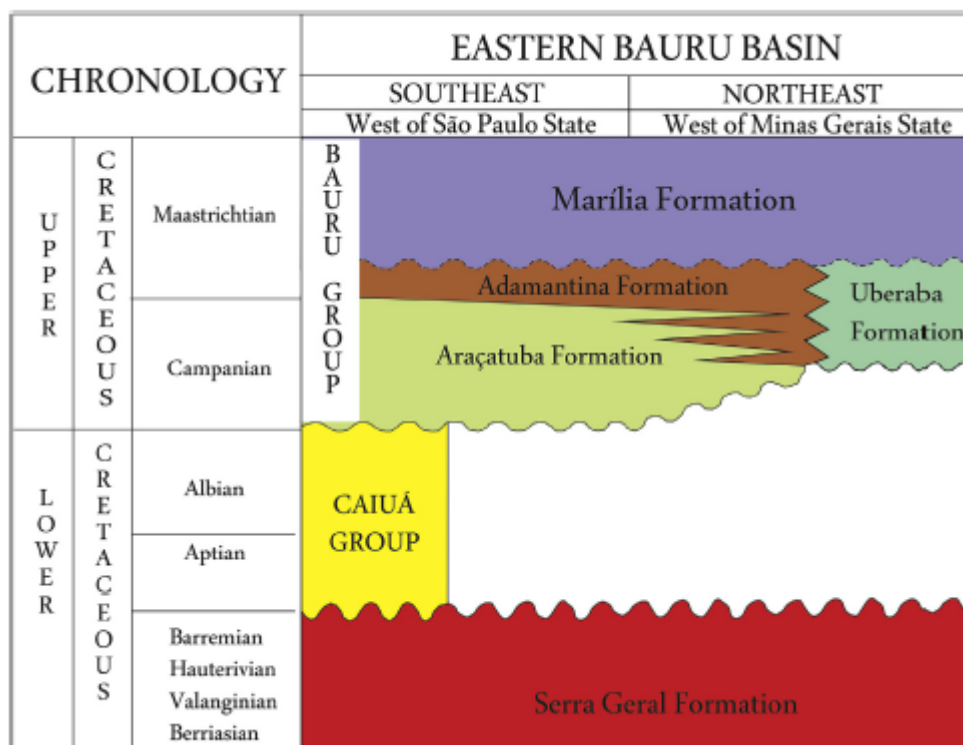


Figura 3 - Carta cronoestratigráfica da sub-bacia (BATEZELLI & LADEIRA, 2016).

Na área de estudo, são encontradas rochas da formação Marília, dividida nos membros Ponte Alta, Serra da Galga, que se restringem ao Triângulo Mineiro (BARCELOS, 1984; BATEZELLI, 2003).

As demais Formações que aparecem no Triângulo Mineiro, Uberaba e Adamantina, não estão presentes na área de estudo. A Formação Uberaba é constituída por arenitos de finos a muito finos e pelitos, podendo apresentar organização tabular ou lenticular sem estrutura sedimentar. Além disso, evidenciam estratificações cruzadas, tabulares ou laminações plano paralelas (HASUI, 1968). A Formação Adamantina encontra-se sobreposta à Formação Serra Geral, sendo constituída por arenitos finos ou muito finos, apresentando estratificações cruzadas, plano paralelas mal definidas e camadas maciças (BASILICI et al., 2012).

A Formação Marília recobre a Formação Adamantina e corresponde a parte superior do Grupo Bauru. Ribeiro & Carvalho (2007) caracterizaram a Formação Marília como sendo constituída de arenitos e arenitos conglomeráticos, apresentando frequentemente, estratificações cruzadas contendo seixos arredondados de quartzo, quartzito e xistos, além de escassos fragmentos de basalto, bem como intraclastos pelíticos e carbonáticos. São depósitos arenosos imaturos quanto sua textura, com teor variável de matriz, apresentando uma seleção pobre e grãos angulosos, mineralogicamente ricos em feldspatos e minerais pesados instáveis (FERNANDES, 1992).

Na área de estudo, a Formação Marília é composta pelos membros inferior Ponte Alta e superior Serra da Galga, que se diferenciam pela natureza do seu cimento (FERNANDES, 2004).

O Membro Ponte Alta forma calcários impuros, de espessura entre 10 e 20 metros e possui contato tabular com o Membro superior Serra da Galga. Este membro ocorre unicamente na borda nordeste da sub-bacia Bauru, na região do Triângulo Mineiro, o que corresponde aos municípios de Sacramento, Uberaba, Ponte Alta, Frutal e Uberlândia. É composto por arenitos imaturos, de grossos a finos, muitas vezes conglomeráticos, com coloração variando de amarelas a avermelhadas, e lamitos de coloração marrom, estratificações cruzadas, tabulares e acanaladas com cimento silicoso (FERNANDES, 2004)

O Membro Serra da Galga é formado por arenitos imaturos, grossos a finos e por vezes conglomerados, apresentando cores amareladas e avermelhadas, com lamitos de cor marrom. Além disso, essa unidade apresenta estratificação cruzada tabular e acanalada (FERNANDES, 2004).

3.3 Relevo

O relevo do Triângulo Mineiro é consequência dos diferentes processos morfoclimáticos, dada a ação química e mecânica da água, do vento e demais variantes climáticas, propiciando o aparecimento de distintos compartimentos geomorfológicos na área (BACCARO et al., 2001).

Ab'Saber (1971) inseriu a região do Triângulo Mineiro no Domínio Morfoclimático dos Cerrados, onde se destacam florestas de galerias junto aos vales fluviais. O projeto Radambrasil (1983) denomina essa região de “Planaltos e Chapadas

da Bacia Sedimentar do Paraná”, associada a uma subunidade conhecida por “Planalto Setentrional” da Bacia Sedimentar do Paraná.

O Triângulo Mineiro é caracterizado pelo Planalto Tabular, sendo considerado o compartimento mais elevado do relevo nessa região, com altitudes entre 950 e 1050 m, com topos planos, amplos e largos (BACCARO et al., 2001). O Planalto Tabular está associado aos chapadões de Uberaba-Uberlândia e Araguari, os quais são drenados principalmente pelos rios Uberabinha e Tijuco, e pelo Ribeirão Bom Jardim. Nos chapadões, a ocorrência de vales amplos e pouco dissecados levam à formação de solos hidromórficos com presença de Veredas (Figura 4) (PEREIRA, 2016).

Na área de estudo, a bacia do rio Uberabinha é de grande importância para o sistema de mananciais que abastecem as cidades de Uberaba e Uberlândia (BORGES, 2012). Esta bacia apresenta área total de 2.188 km², abrangendo os municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara. O rio Uberabinha possui 149,8 km de extensão com a nascente situada na parte norte do município de Uberaba, onde percorre 15 km, de acordo com Shimizu (2000).

No Planalto Tabular predomina o modelo de relevo suave, com formas amplas. A densidade de drenagem é baixa, prevalecendo interflúvios de dimensões média a muito grandes, com dissecção sempre abaixo de 40 m nos vales fluviais. O relevo descrito foi esculpido sobre o arenito da Formação Marília e recoberto por sedimentos inconsolidados que remetem ao Cenozoico, propiciando a formação de solos de textura argilosa (BACCARO et al., 2001).

O compartimento da chapada corresponde à Superfície Sul-Americana (KING, 1956). Com o término da deposição no Paleoceno inferior, a superfície foi modificada em razão de períodos de erosão que aplainaram o relevo, formando a superfície Sul-Americana do Terciário inferior (DIAS-BRITO et al., 2001; RADAMBRASIL, 1983).

A superfície Sul-Americana exposta ao intemperismo e eventos tectônicos durante o Terciário, propiciou o aparecimento de novas superfícies de erosão, que ficaram conhecidas como Velhas I e Velhas II (MARQUES et al., 2003).

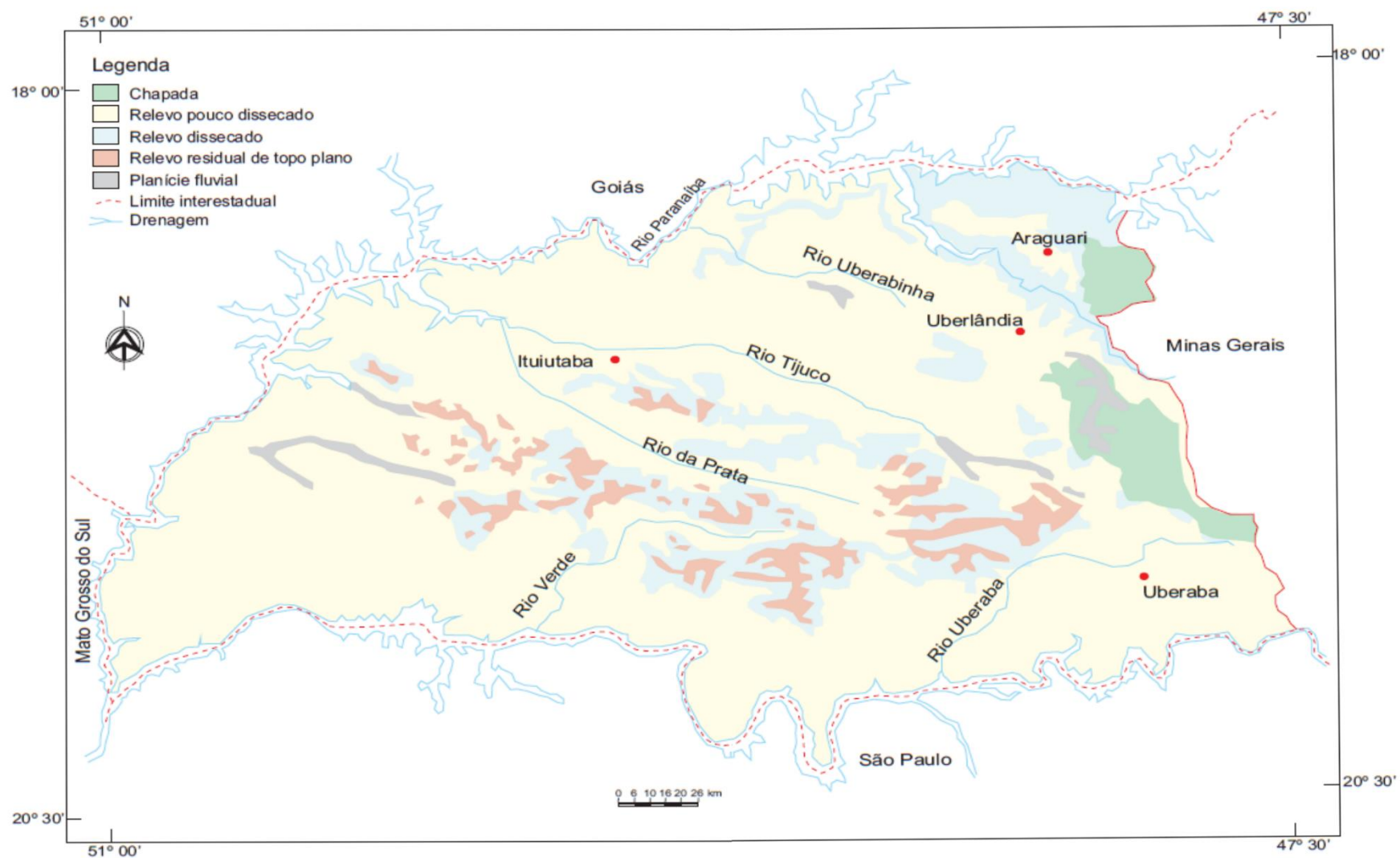


Figura 4 - Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro (SIQUEIRA & ROSA, 1998 – pag.100).

A chapada, onde está inserida a área de estudo é remanescente da Superfície Sul Americana, possuindo declives inferiores a 3%. De acordo com Motta et al. (2002), as chapadas são revestidas por manto de alteração profundo, quimicamente evoluído e com grande quantidade de ferro. A constituição laterítica evidenciada nos perfis de solo são resultado do clima e da pouca resistência do arenito, sendo estas condições favoráveis à alteração biogeoquímica. Valadão (2009) também menciona a ocorrência de encrostamentos lateríticos recobertos por um horizonte mais arenoso nessa região.

A presença de crostas lateríticas foram determinantes quanto a movimentação da água da chuva no solo da chapada, dificultando a movimentação e fazendo com que o tempo de residência da água fosse maior nas bordas do que no centro da chapada, o que gerou um gradiente hídrico nesse ambiente e afetou a distribuição dos solos que ali se formaram (MOTTA et al., 2002).

Dessa forma, os solos dessa região normalmente apresentam uma distribuição condicionada pela variação do regime hídrico ao longo das vertentes, independente do substrato rochoso (MOTTA et al., 2002). Marques et al. (2003) destacam que os solos da área em estudo geralmente são muito argilosos e não apresentam relação com o substrato rochoso.

3.4 Solos

No Triângulo Mineiro destacam-se os Latossolos e os Gleissolos, sendo que o primeiro aparece associado às áreas bem drenadas do platô, enquanto que os Gleissolos são encontrados na depressão topográfica da superfície do platô (Figura 5).

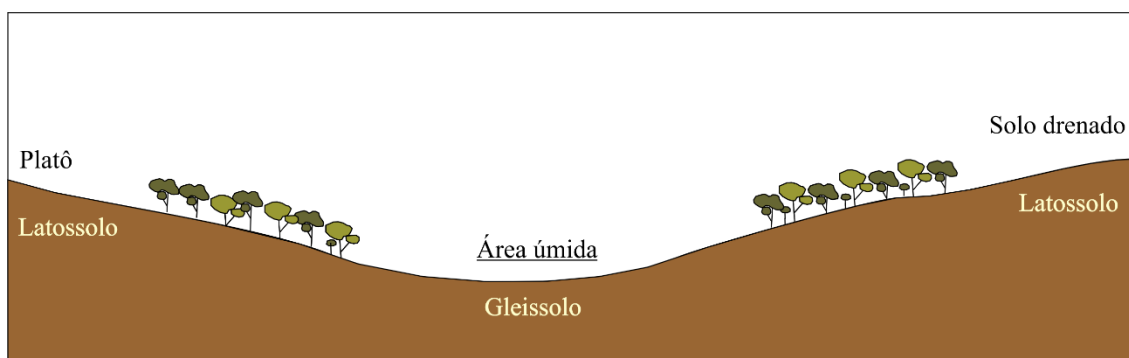


Figura 5 - Esquema de áreas úmidas com Gleissolo e drenadas com Latossolo na área de estudo.

Os Latossolos são solos altamente intemperizados e aparecem como resultado da remoção da sílica e de bases trocáveis do perfil (BUOL et al., 1981; RESENDE et al., 1995). Os minerais secundários normalmente encontrados são a caulinita, os óxidos, hidróxidos, e oxi-hidróxidos de Fe e Al sob a forma de hematita, goethita e gibbsita. São solos minerais, não hidromórficos, profundos e com horizonte B muito espesso. Apresentam sequência de horizontes A, B e C, com pouca diferenciação, cujas cores variam de vermelho a amarelo. Predominam estruturas maciças ou blocos subangulares, podendo apresentar formas muito pequenas e granulares (RESENDE et al., 1988; OLIVEIRA et al., 1992).

De forma geral, os Latossolos do Cerrado possuem baixos teores de silte e de argila (REATTO et al., 2008). Porém, no Triângulo Mineiro, e por consequência na área de estudo, os Latossolos são muito argilosos devido ao regime hídrico estabelecido nessa localidade e que influencia diretamente a formação dos solos, em razão do intemperismo químico (MARTINS, 2014).

Os Gleissolos são caracterizados como solos hidromórficos que geralmente ocupam áreas deprimidas da paisagem e, por isso, estão sujeitos às inundações (REATTO et al., 2008). São solos mal drenados ou muito mal drenados, possuindo uma espessa camada de matéria orgânica pouco decomposta sobre uma camada acinzentada, também chamada de gleizada, que decorre do ambiente de oxirredução. Este solo está associado às áreas de várzeas, que normalmente apresentam relevo plano, propiciando o acúmulo de água durante todo ano ou na maior parte dele. Além disso, podem ocorrer em cabeceiras de rios ou córregos, em áreas sujeitas a inundações.

De acordo com Reatto et al. (2008), os Gleissolos são pouco desenvolvidos, possuindo o lençol freático próximo da superfície do terreno em grande parte do ano. Salienta-se que os perfis são do tipo de horizonte A, predominando cores pretas/escuras sobre B, possuindo tendência para cores acinzentadas. Possuem consistência plástica e pegajosa quando apresentam altos teores de argila. Quimicamente, são solos que podem ser ricos ou pobres em bases ou com altos teores de alumínio, visto estarem em áreas que recebem materiais advindos de localidades mais elevadas do relevo, sendo terrenos de recepção ou trânsito de materiais (REATTO et al., 2008).

3.5 Bioma

O Cerrado apresenta uma grande diversidade de ambientes (Figura 6), devido a diferentes fatores condicionantes, como a altitude e a profundidade do lençol freático.

A área de estudo abriga o buritizal, frequente em solos mal drenados, como em brejos, e que ocorre comumente nos fundos de vales pouco íngremes, sendo caracterizado pela presença da espécie *Mauritia flexuosa*, conhecida também como buriti (SANO et al., 2008).

O Buritizal ou a Vereda, são fitofisionomias em que um estrato arbustivo-herbáceo apresenta necessariamente palmeiras, o buriti, porém sem a formação de dossel (SANO et al., 2008). O Buritizal possui a formação de dossel descontínuo, mesmo que não haja uma vegetação arbustivo-herbácea associada como a Vereda. Nesse caso, o dossel do Buritizal pode variar entre 12 m e 20 m, podendo formar uma cobertura quase homogênea ao longo do ano (SANO et al., 2008).

As Veredas, como fitofisionomia dada pela palmeira arbórea *Mauritia flexuosa*, surgem em meio a agrupamentos de diferentes espécies arbustivas e herbáceas, de forma mais ou menos densa. Comumente vê-se as Veredas circundadas por campos típicos, normalmente úmidos, em que os buritis não tendem a formar dossel, assim como ocorre no Buritizal (SANO et al., 2008).

Brandão et al. (1991) e Araújo et al. (2002) dividiram a formação savânica em três zonas de acordo com a topografia e a drenagem dos solos. A “borda”, refere-se ao local em que o solo é mais seco, com trecho campestre e ocorrência de árvores isoladas, diferente da zona de meio, onde o solo pode apresentar-se úmido, sendo tipicamente campestre, e por fim, a zona de “fundo”, onde o solo está saturado em água, destacando-se a presença de buritis, arbustos e arvoredos.

Quanto às Veredas, podem ser encontradas diferentes famílias florísticas, assim como Poaceae (Gramineae), sendo os gêneros frequentes *Andropogon*, *Axonopus*, *Aristida*, *Panicum*, *Paspalum* e outros; Cyperaceae (*Bulbostylis*, *Cyperus* e *Rhynchospora*) e Melastomataceae (*Miconia*, *Microlicia* e *Tibouchina*) (RIBEIRO et al., 2008).

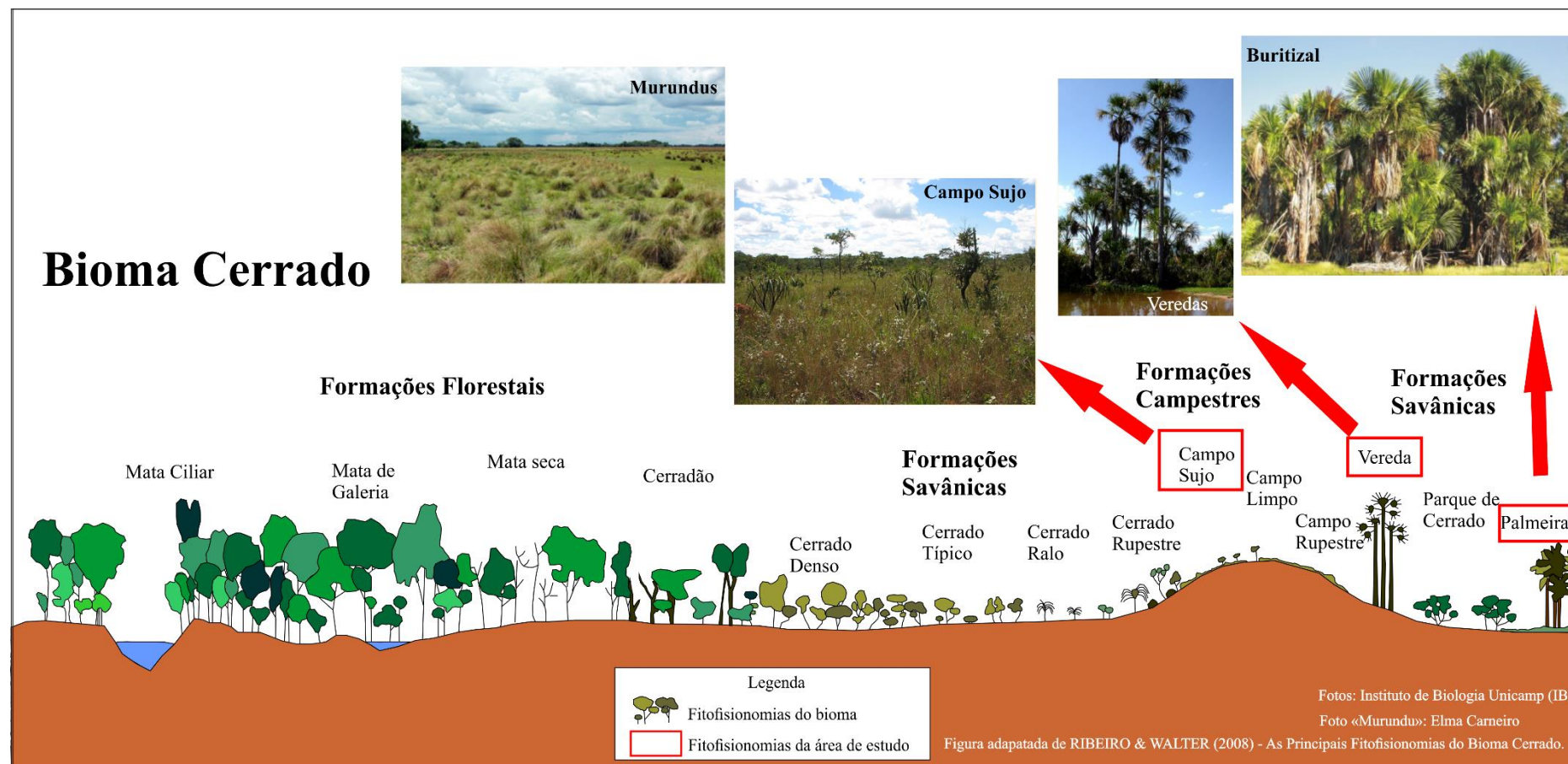


Figura 6 - Fitofisionomias do Bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Os “murundus” ou “monchões”, correspondem a pequenos morros vegetados, destacando-se no relevo e estando localizados em uma posição topográfica mais alta que as Veredas (ROSOLEN et al., 2015b), podendo ser imperceptíveis na paisagem ou aparecer com maior destaque (SANO et al., 2008). Nesse contexto, destaca-se a ocorrência predominante de Gleissolos mais bem drenados relacionados à presença de murundus do que nas depressões próximas. Murundus podem ser caracterizados pelas elevações convexas no terreno, que variam de uma média de 0,1m a 1,5m de altura com 0,2m a mais de 20m de diâmetro (SANO et al., 2008).

A explicação para a ocorrência dessas microelevações na paisagem não é certa e as hipóteses mais difundidas e aceitas são cupinzeiros ativos ou inativos, ou mesmo, resultado da erosão diferencial (PENTEADO-ORELLANA, 1980; ARAÚJO-NETO, 1981; ARAÚJO-NETO et al., 1986; OLIVEIRA-FILHO & FURLEY, 1990; OLIVEIRA-FILHO, 1992a, 1992b). Oliveira-Filho (1992a) ressalta que a formação de murundus acontece em função da construção dos ninhos de cupins, assim como pela erosão e desagregação posterior a muitas ocorrências de cupinzeiros.

A flora relacionada a esse ambiente possui maior tolerância à saturação hídrica do perfil de solo (OLIVEIRA-FILHO, 1992b), uma vez que considera-se que apenas uma porção do murundu não sofre com as inundações frequentes, devido à má drenagem desses solos nas áreas de depressão. As espécies arbóreas mais frequentes são *Alibertia edulis*, *Andira cuyabensis* (angelim), *Caryocar brasiliense*, *Curatella americana*, *Dipteryx alata* (baru), dentre outras (SANO et al., 2008). Nas zonas de maior depressão predomina a flora herbácea, com gramíneas e ciperáceas.

3.6 Uso do solo e Impactos ambientais

Considerando que as áreas úmidas são ecossistemas sensíveis a mudanças, o uso do solo e outras atividades antrópicas perturbam e alteram suas características, influenciando negativamente nesse ambiente.

3.6.1 Agricultura e Pecuária

O Cerrado se destaca no cenário agrícola brasileiro e mundial, visto contar com 50 milhões de hectares de áreas cultivadas, 13,5 milhões de culturas anuais e 2 milhões de culturas perenes e florestais (EMBRAPA CERRADOS, 2004 apud LIMA & SILVA, 2008). No Triângulo Mineiro restam apenas 25% da cobertura vegetal natural, sendo que

as demais áreas foram convertidas em áreas antrópicas, assim como ocorreu em outras localidades do Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2008).

Ainda de acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2010), no Cerrado, somente cerca de 8% da área total desse bioma estão protegidos, como unidades de conservação, havendo apenas uma unidade de conservação no Triângulo Mineiro.

No Triângulo Mineiro, devido ao uso agrícola dos solos, houve intensificação das queimadas e do desmatamento, restando apenas alguns fragmentos da vegetação natural, o que ocasionou impactos nos cursos d'água, fauna e flora, dada a contaminação do solo e rios, assim como erosão e perda de habitat para as espécies nativas (ROSOLEN et al., 2015a).

Historicamente, desde a década de 1970, com a implantação de políticas de desenvolvimento nas áreas de chapada entre Uberlândia e Uberaba, a região vem sendo convertida em terras destinadas à agricultura (SCHNEIDER, 1996; QUEIROZ, 2012; BORGES, 2012). No entanto, essa mudança de uso da terra não foi acompanhada de pesquisas para avaliar os níveis de poluição associados a elementos inorgânicos em áreas naturais e sedimentos de rios. Sabe-se que o uso intensivo do solo gera impactos negativos como poluição e contaminação (ROSOLEN et al., 2015a).

A região também representa um grande percentual da atividade pecuária do país, respondendo por 41% dos 163 milhões de bovinos do rebanho brasileiro e sendo também responsável por 55% da produção de carne no Brasil (EMBRAPA CERRADOS, 2004 apud LIMA & SILVA, 2008).

Diante do cenário sobre a atividade pecuária, assim como no caso da agricultura, a diversidade biológica da área de estudo encontra-se frequentemente pressionada, colocando a sobrevivência de muitas espécies da fauna e flora em perigo, visto serem, em grande parte, espécies endêmicas e dependentes do equilíbrio ecossistêmico (QUEIROZ, 2009).

3.6.2 Mineração

De acordo com Tavares et al. (2007), a mineração é uma das atividades econômicas que gera mais impactos no solo, uma vez que promove a movimentação, retirada e deposição do material pedológico, alterando a dinâmica natural do meio ambiente.

Na área de estudo, entre as chapadas de Uberlândia e Uberaba, há uma grande concentração de argila refratária (SCHNEIDER, 1996), a qual é composta basicamente por caulinita e gibbsita, sendo atualmente, uma importante fonte de matéria prima para a indústria de cerâmica de Minas Gerais e São Paulo, visto que outros pontos de exploração nesses estados já estão no limite de extração (CORRÊA, 2006).

Corrêa (2006) ressalta que o alto teor de argila e silte dos solos em áreas de mineração, em comparação ao baixo teor de areia, advém de depósitos formados pelos sedimentos de idade Terciária ou Quarternária que foram depositados em planícies de sedimentação inundáveis, acompanhando a energia proveniente do regime hídrico.

Apesar dessa atividade movimentar a economia do Triângulo Mineiro, altera as áreas úmidas existentes devido a extração de argila. Nota-se que ainda que esses ambientes estejam protegidos por lei, não recebem a devida atenção com o término da exploração, visto que são poucas as empresas que recuperam as áreas impactadas (OLIVEIRA, 2013).

Com relação aos impactos nas áreas úmidas, destaca-se a sua expressiva degradação pela abertura de cavas e movimentação do solo, o que altera as condições ambientais naturais e dificulta seu reestabelecimento. Ocorre ainda uma redução na quantidade de água disponível nas áreas de chapadas, provocando uma alteração em áreas de nascentes que abastecem Uberlândia, influenciando também, na dinâmica hídrica na bacia do rio Uberabinha, em razão de processos erosivos e de assoreamento (NISHIYAMA & BACCARO, 1989; NISHIYAMA, 1989).

A extração mineral em áreas cobertas por vegetação pode causar ainda mais impactos no meio, uma vez que a cobertura vegetal promove a proteção dos solos e da água subterrânea, em localidades de maior fragilidade do ecossistema. Dessa forma, essa atividade antrópica, além de alterar a dinâmica natural do solo, também altera a quantidade e principalmente a qualidade da água nas nascentes (NISHIYAMA & BACCARO, 1989)

4. Legislação

No Brasil, a legislação não é suficientemente clara com relação à proteção e conservação de áreas úmidas, e pouco mudou com a assinatura da Convenção de Ramsar em 1993 (JUNK et al., 2013).

Segundo Oliveira (2013), a primeira lei para regulamentar a preservação do meio ambiente foi o Decreto Federal nº 23.793 de 1934, que classificava as áreas verdes do país em modalidades, instituindo no artigo 23º que os proprietários de áreas rurais não poderiam desmatar mais do que $\frac{3}{4}$ da vegetação natural existente.

O decreto teve vigência até 1965, quando foi aprovado o Código Florestal pela Lei Federal nº 4.771, que concretizava o conceito de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Essa versão da lei previu Áreas de Preservação Permanente ao redor de lagos e lagoas (artificiais e naturais), bem como de nascentes e olhos de água, porém sem a determinação da faixa de vegetação a ser protegida no caso de áreas úmidas (OLIVEIRA, 2013).

Entre 1986 e 1989 já com a ocupação efetiva do Cerrado, o Código Florestal foi alterado através das Leis Federais 7.511 e 7.803, que aumentaram as larguras das Áreas de Preservação Permanente (APP) e estabeleceram a faixa de proteção ao redor de nascentes e olhos de água.

As veredas, como área úmida, somente tiveram a delimitação da faixa a ser preservada, a partir dos anos 2002 e 2003 por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que determinou os limites de proteção para essas categorias, ainda que sem as características de uma legislação federal (OLIVEIRA, 2013).

A última versão do Código Florestal, instituído pela Lei nº 12.651 de 2012, promoveu a anistia e a regularização de multas e sanções previstas na Lei nº 9.605/98 para danos gerados antes da regularização do Decreto nº 6.514/08, através da assinatura de um termo de compromisso com o órgão ambiental (OLIVEIRA, 2013).

Com relação ao novo Código Florestal, é possível citar alguns aspectos negativos, como a ausência de leis direcionadas a proteção e conservação de murundus, visto ser esta uma área úmida típica do Cerrado brasileiro e reconhecida cientificamente (ROSOLEN et al., 2015c).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que objetivou assessorar e propor medidas políticas governamentais relacionadas ao meio ambiente, além de deliberar sobre normas

e padrões relativos ao ambiente equilibrado e fundamental ao bem estar humano (SÉGUIN, 2002).

De acordo com Santos (2007) é de responsabilidade do CONAMA regulamentar procedimentos dos órgãos ambientais quanto ao licenciamento, assim como a criação de termos de referência para atividades passíveis de contaminar o meio ambiente. Assim, esse órgão ambiental serve como norteador e auxilia no cumprimento da legislação ambiental ao editar resoluções e normas aplicáveis (BORGES et al., 2011).

O Decreto nº 6.514 de 2008, por sua vez, dispôs sobre as infrações e sanções administrativas relacionadas ao meio ambiente, corroborando com a Lei nº 9.605/98, prevendo-se multas para aqueles que tiverem utilizado as áreas protegidas de forma irregular e danosa ao meio ambiente. O fato de não haver menção sobre os murundus, evidencia a falta de atenção dada à complexidade das áreas úmidas, visto que este termo relaciona várias categorias vegetais de uma só vez, o que dificulta a delimitação da faixa de proteção (ROSOLEN et al., 2015c).

Nesse contexto, estes mesmos autores relatam a necessidade de incorporar as áreas de transição entre solos hidromórficos e lateríticos à área que deve ser preservada, já que a sazonalidade da altura do nível freático propicia solos saturados em períodos específicos do ano. Além disso, a ocupação agrícola das bordas de áreas úmidas pode promover danos ambientais, devido à contaminação do solo e da água, ampliando os efeitos para o centro das áreas úmidas em razão da poluição difusa.

No âmbito estadual, a Lei nº 14.309/2002, do Estado de Minas Gerais, cita a promoção e recuperação de áreas degradadas, proteção da fauna e da flora e também, ao estímulo de programas de educação ambiental (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA, 2012). A Lei Estadual nº 12.585/1997, trata de políticas e diretrizes direcionadas à preservação e conservação do meio ambiente, assim como dos recursos ambientais.

No caso desta pesquisa, as políticas voltadas ao meio ambiente e sua aplicação estão condicionadas à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) de Minas Gerais, assim como por entidades vinculadas e outros órgãos locais. A Resolução 318 da SEMAD, por sua vez, regula o cadastro de áreas protegidas e fornece informações relacionadas a essas áreas (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA, 2012).

Com base em Rosolen et al. (2015c), o bioma Cerrado próximo à chapada do Alto Uberabinha foi convertido quase que inteiramente em áreas destinadas a atividades

econômicas, tanto nas áreas mal drenadas quanto nas bordas, restando apenas 27% de áreas úmidas.

Considerando que o ponto “Mineração” foi o que apresentou as alterações morfológicas e químicas mais evidentes, a legislação ambiental salienta a necessidade de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas para as localidades em que se executa a extração mineral, pelo Decreto nº 97.632 de 1989, enquanto que as Resoluções 009/1990 e 010/1990 do CONAMA apresentaram as regras para o licenciamento ambiental das atividades relacionadas à mineração (OLIVEIRA, 2013).

Cabe salientar que o não cumprimento do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas pelos responsáveis, se configura como crime, conforme o artigo 55, parágrafo único da Lei nº 9.605 de 1998, estando sujeito a multas e outras penalidades administrativas, como especificado nos artigos 61º a 64º e 74º do Decreto 6.514 de 2008 (OLIVEIRA, 2013).

Além disso, o artigo 225 da Constituição Federal afirma a necessidade e a responsabilidade de recuperar o meio ambiente quando este se encontra impactado por atividades de mineração, de acordo com o exigido pelo órgão ambiental competente (FOSCHINI et al., 2009).

Contudo, ainda que no país seja exigida a apresentação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) ao órgão ambiental, assim como o Plano de Fechamento ou de Suspensão da Mina (Portaria DNPM nº 237/2001 - NRM nº 20) durante o processo de licenciamento do empreendimento, não há como ter garantia de que o PRAD será executado como previsto (FOSCHINI et al., 2009).

Uma questão importante relatada por Foschini et al. (2009), se refere à falta de recursos com o término da atividade de mineração, impossibilitando os responsáveis pelo empreendimento de recuperar a área como previsto inicialmente, fato este que pode ocorrer com empreendimentos ainda ativos, quando não há o correto planejamento.

Dessa maneira, espera-se que a conscientização da população colabore para que os problemas referentes as áreas degradadas no país e a importância de recuperá-las seja compreendido pela sociedade, cobrando-se a realização do PRAD e de outras medidas mitigadoras (FOSCHINI et al., 2009).

A Política Nacional do Meio Ambiente (nº 6938/1981, art. 9º~), prevê outro instrumento para uma efetiva política ambiental no Brasil ao estabelecer o zoneamento ambiental, sendo este essencial à conservação ambiental ao conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção do meio ambiente, já que tem por finalidade

regulamentar a ocupação e o uso do solo, determinando onde e de que forma as atividades econômicas podem se desenvolver, e se há necessidade ou não de restrições.

De acordo com Rodrigues (2011), o zoneamento de Minas Gerais tentou organizar uma base integrada de informações a partir das quais seria possível obter subsídios técnicos para a definição de quais áreas poderiam ser utilizadas ou deveriam ser protegidas, prezando pela conservação ambiental e formando um documento essencial para que o governo e a sociedade pudessem realizar programas e investimentos. Assim, por meio da combinação de diferentes fatores sociais e da vulnerabilidade ambiental, foi possível formar o índice ecológico econômico, no qual o zoneamento está pautado, delimitando o estado em zonas, de acordo com suas características.

A classificação em zonas, mostrou que o estado de Minas Gerais apresenta quase que em sua totalidade, áreas com elevado potencial social, que pressupõem a existência de solos férteis para o cultivo agrícola e desenvolvimento de empreendimentos de grande porte. Ambientalmente, a maior parte do estado foi caracterizada por apresentar áreas menos vulneráveis ou vulneráveis, porém passíveis de conservação através da realização de ações preventivas e mitigadoras de impactos (RODRIGUES, 2011).

Dessa forma, o zoneamento como instrumento de gestão ambiental, assim como outros instrumentos legais, se tornou incapaz de cumprir sua função, ao permitir ações contraditórias e legitimar condutas relacionadas à expansão de atividades econômicas que não prezam pela conservação do meio, provocando impactos ambientais (RODRIGUES, 2011).

5. Materiais e Métodos

Para compreender a ocorrência de impactos ambientais nos locais selecionados dentro da área de estudo, foi utilizado o método quantitativo, dada a análise físico-química e morfológica do solo.

5.1 Etapa metodológica

Os trabalhos de campo tiveram o objetivo de reconhecer as áreas úmidas que se mantêm como fragmento de cerrado preservado e as áreas úmidas convertidas em agricultura e mineração. Após a escolha locais, foram abertas trincheiras para descrição e coleta de amostras e anotação da altura do nível freático.

Os locais de abertura de trincheira e amostragem foram escolhidos considerando o uso e ocupação do solo dentro de um perímetro pré-determinado na chapada (Figura 7).

Neste perímetro, localizado na alta bacia do Rio Uberabinha, são encontradas as fitofisionomias preservadas típicas de áreas úmidas do Cerrado e sistemas similares que foram convertidos em plantios de soja, milho, cana-de-açúcar e mineração.

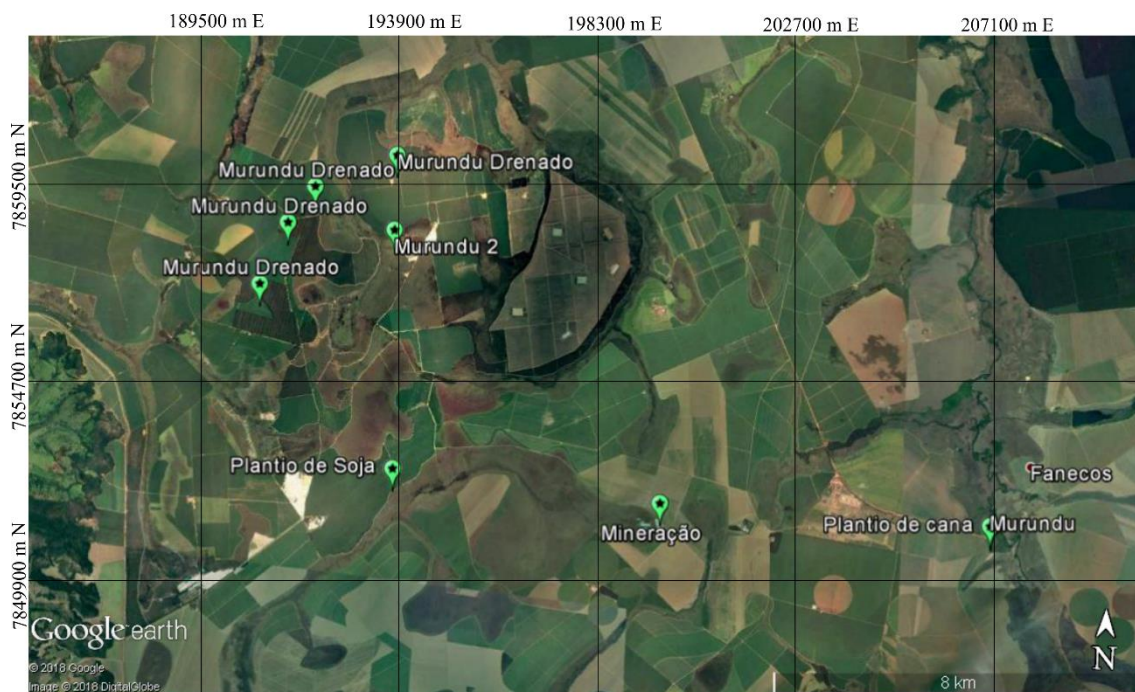


Figura 7 - Localização das áreas amostradas. Fonte: Google Earth (2018).

Dessa forma, foram selecionadas 6 localidades distintas dentro do perímetro em razão da maior variação dentro da área. Nos locais escolhidos foram abertas trincheiras para descrição morfológica do solo e coleta de amostras (Tabela 1). No total foram abertas

12 trincheiras denominadas de P1 (Murundu), P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana), P5 (Plantio de soja) e P6 e P6.1 (Mineração).

No ponto 1, “Murundu”, área hidromórfica natural, em razão da maior variação de características morfológicas, o solo foi amostrado e descrito nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm. Nos solos agrícolas e de mineração a profundidade variou em razão da homogeneidade das camadas. Nos perfis agrícolas, as profundidades foram de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm e no solo de mineração as profundidades foram de 0-20 e 20-40 em razão da extrema compactação.

Tabela 1 - Pontos coletados, altimetria e profundidades.

Pontos coletados	Denominação	Altimetria (m)	Profundidades amostradas
P1	Murundu	942	0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm; 60-80 cm
P2	Murundu 2	963	0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm
P2.1		963	
P2.2		963	
P3	Murundu Drenado	984	
P3.1		983	
P3.2		974	
P3.3		980	
P4	Plantio de cana	942	
P5	Plantio de soja	982	
P6	Mineração	976	0-20 cm; 20-40 cm
P6.1		976	

Os pontos denominados “Murundu” e “Murundu 2” correspondem a áreas hidromórficas naturais, sem uso antrópico. Os chamados de “Plantio de soja” e “Plantio de cana” são áreas de agricultura. O ponto da “Mineração” se refere a uma antiga área de extração de argila refratária. As demais áreas evidenciadas na Figura 7 se referem às áreas que não apresentam vegetação natural, sendo denominadas de “Murundu Drenado”.

Os perfis de solo foram descritos por camadas de acordo com o Manual para descrição de solos da FAO (2006) e Vepraskas et al. (1994). Em cada camada descrita, foram coletadas amostras de solo para análise química e física.

Na descrição dos perfis de solos efetuada com base na proposta da FAO (2006), foram consideradas as propriedades de cor (MUNSELL Soil Color Charts, 2000), textura, estrutura e coesão. Com o objetivo de avaliar o tempo de saturação com água utilizando apenas feições morfológicas em campo, foi considerada a cor e a presença dos horizontes manchados dos Gleissolos das áreas úmidas segundo a proposta de Vepraskas et al. (1994). Nesta proposta os autores atribuem o tempo de permanência de água no solo e o tempo de saturação (oxirredução) pela presença de manchas e pelo croma do solo. As manchas referem-se às concentrações de óxidos de Fe, de modo que, a quantidade e o croma (< 2) das manchas estão diretamente relacionadas ao tempo de duração da água no perfil de solo.

Considerando que dificilmente as rochas estão livres da presença de ferro compondo seus minerais (ferro ferroso), após o intemperismo e pedogênese, os solos tendem a possuir este elemento estável na forma de óxidos de ferro (Fe^{3+}). Quando as condições redutoras estão presentes nos perfis, o óxido de ferro tende a se desestabilizar, migrar para a solução e ser translocado no solo ou liberado na drenagem. De forma geral, a desferruginização do solo será maior à medida que aumenta o tempo de residência de água no solo. Quanto maior for a desferruginização, maior será a proporção de matrizes de cor cinza, desferruginizadas, nos horizontes manchados.

Estudos de campo realizados por Vepraskas et al. (1994) sobre os solos com presença de manchas e nódulos, indicaram que tais características são melhores expressadas em horizontes densos com uma baixa condutividade hidráulica, sendo comumente encontrados em horizontes que acumulam água.

Foi considerada a presença de nódulos, descritos por Vepraskas et al (1994) como propriedade de um solo hidromórfico e que são referência para avaliar as mudanças nas suas propriedades morfológicas, à medida que são usados para fins agrícolas ou minerários, por exemplo.

5.2 Massa Específica dos Sólidos

Os minerais que constituem um solo e a porcentagem deles determina qual a massa específica de sólidos de um solo, sendo um critério importante para a caracterização deste (NOGUEIRA, 2005).

Para determinação da massa específica dos sólidos, as amostras coletadas foram inicialmente secadas em estufa e destorroadas em almofariz de ágata. Após o destorroamento as amostras foram pesadas para se obter uma alíquota de 40 g. Cada amostra foi transferida para um picnômetro e posteriormente, adicionado aproximadamente 200 ml de água destilada (NOGUEIRA, 2005).

O ar que existia nos vazios formados pelo material foi removido com uma bomba de vácuo presa ao picnômetro por 15 minutos. Após esse tempo, adicionou-se mais 200 ml de água destilada no picnômetro, ligando-se outra vez o picnômetro a bomba de vácuo, por mais 5 minutos. Ao final dessa etapa, completou-se o picnômetro com água destilada e mediu-se a temperatura da amostra esperando-se que essa se estabilizasse e, por fim, esta amostra foi pesada (NOGUEIRA, 2005).

Os valores da temperatura para cada amostra e a massa do picnômetro foram anotados para serem utilizadas no cálculo da massa dos sólidos, conforme as equações a seguir:

$$M1(T) = \left[\frac{Pw(T)}{Pw(To)} \times M1(To) - M(P) \right] + M(P)$$

Onde:

M1 (T): massa do picnômetro + H₂O + tampa, na temperatura desejada.

Pw (T): massa específica da água na temperatura do ensaio

Pw (To): massa específica da água na temperatura de calibração

M1 (To): massa do picnômetro + H₂O + tampa, na calibração

M (P): massa do picnômetro seco com tampa

Um ensaio de calibração do picnômetro foi realizado anteriormente. A partir da obtenção do valor de M1 (T), esse valor foi substituído na seguinte equação:

$$Ps = \frac{Mss}{M1 - M2 + Mss} \times Pw$$

Onde:

Ps: massa dos sólidos do solo

Mss: massa de solo

M1: massa do picnômetro + H₂O + tampa, na temperatura desejada.

M2: massa do picnômetro + H₂O + tampa, anotada no ensaio

Pw: massa específica da água na temperatura do ensaio

Os resultados obtidos foram anotados em planilha do software Microsoft Excel.

5.3 Granulometria

A realização do ensaio de granulometria teve como objetivo obter o tamanho de partícula e a porcentagem de ocorrência, que são dados usados para se obter a curva de distribuição de partículas do solo.

A curva granulométrica em conjunto com a escala que define os intervalos de variação de tamanho das partículas para cada um dos grupos de solos poderá ser utilizada na classificação textural dos solos (NOGUEIRA, 2005).

Este ensaio compreende o peneiramento em via úmida da fração areia e a sedimentação para obtenção de valores das frações silte e argila. Inicialmente a amostra foi seca em estufa a 45 °C e destorroada em almofariz de ágata.

Uma alíquota de aproximadamente 20 g de cada amostra foi utilizada num pré ensaio, no qual lavou-se cada material em peneira 230 (0,063 mm) sob água corrente, até que restasse somente as areias (>0,06). As areias retidas foram transferidas para um béquer e levadas para estufa, o material já seco foi pesado a fim de se calcular quanto havia aproximadamente de argila + silte (<0,06) no material de cada amostra (NOGUEIRA, 2005).

Feito esse pré ensaio, pôde-se calcular quanto de material seria necessário para se realizar o ensaio conjunto, já que tratando-se de um solo argiloso, previa-se a utilização de aproximadamente 70 g de material proveniente de cada amostra.

Calculadas as quantidades de material a serem utilizadas, de cada amostra, estas foram pesadas e colocadas em béqueres. Para que as partículas finas presentes no material não se agregassem, expressando melhor a sedimentação do material, utilizou-se um

defloculante, o Hexametafosfato de Sódio. Utilizou-se 45,7 g do defloculante para cada 1L de água, sendo 125 ml dessa solução adicionada em cada amostra (NOGUEIRA, 2005).

Depois de homogeneizadas, as amostras permaneceram em repouso no laboratório por um período mínimo de 12 horas. Posteriormente, cada amostra foi colocada em um agitador e depois lavada sobre uma proveta, para que somente restasse as areias na peneira 230, enquanto que a argila e silte permanecessem na proveta. Caso não se atingisse o volume de 1L de material na proveta, esse volume seria completado com água destilada para continuidade do procedimento (NOGUEIRA, 2005).

As areias foram transferidas para béqueres e colocadas em estufa a 45°C. Para a realização do peneiramento, que objetivou a separação dos diferentes tamanhos de areia (grossa, media e fina), utilizando-se um conjunto de peneiras de diâmetros (mm) variados. O material de cada béquer foi depositado na peneira superior, de malha 4. O conjunto foi agitado por 5 minutos, e ao final do período de agitação, o material retido em cada peneira foi pesado (NOGUEIRA, 2005).

Através do software Microsoft Excel, foram calculadas as porcentagens de sólidos retidas em cada peneira, para cada amostra, conforme a equação:

$$P(x) = \frac{M(x)}{\sum M(T)} \times 100$$

Onde:

P(x): porcentagem de massa retida na peneira x

M(x): massa retida na peneira x

$\sum M(T)$: soma das massas de sólidos retidas em cada peneira e no prato

Com relação ao silte e argila presentes nas provetas, estes foram agitados mecanicamente e iniciada a medição do tempo referente à sedimentação das frações silte e argila. Foram realizadas leituras com o densímetro a cada período de tempo (como no exemplo abaixo) nas provetas (NOGUEIRA, 2005).

Exemplo:

Agitação inicial: 9h

1º aferição: 9h02

2º aferição: 9h04

3º aferição: 9h08

4º aferição: 9h15

5º aferição: 9h30

6º aferição: 10h

7º aferição: 11h

8º aferição: 13h

Aferição final: 17h

Uma proveta contendo somente água destilada, em separado, foi utilizada para medição de temperatura e densidade de partículas, a fim de corrigir a leitura feita nas provetas com sedimento e que apresentavam defloculante (NOGUEIRA, 2005).

Os valores obtidos com relação a densidade de partículas, temperatura e valor de correção foram anotados para cada amostra individualmente, em cada período de tempo e transferidos para a planilha Excel, para quantificar o silte e a argila através das seguintes equações:

$$Corr (L) = Ld - Corr (T)$$

Onde:

Corr (L): leitura corrigida

Ld: leitura do densímetro

Corr (T): correção de temperatura

$$Alt queda: 16,5 - (0,19 \times Corr (L))$$

Onde:

Alt queda: altura da queda em cm para um tempo x

Corr (L): leitura corrigida

$$\emptyset (P) = 0,00553 \times \frac{\sqrt{\text{Visc. H}_2\text{O} \times \text{Alt queda}}}{(\text{Ps} - \text{Massa Esp. H}_2\text{O}) \times \text{Tempo}}$$

Onde:

$\emptyset (P)$: diâmetro de partículas em mm

Visc. H₂O: viscosidade da água

Alt queda: altura da queda em cm para um tempo x

Ps: massa específica dos sólidos em g/cm³

Massa Esp. H₂O: massa específica da água

Tempo: período de tempo determinado

5.4 Análise Química

As amostras coletadas em campo foram secas, destorroadas e peneiradas em peneira de malha de 2 milímetros para obter a fração terra fina. Posteriormente foram colocadas em sacos plásticos e etiquetadas para o envio ao Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa, onde as amostras foram analisadas de acordo com os parâmetros da Tabela 2, conforme o método apresentado.

Foi analisado o complexo sortivo e outros parâmetros, como a quantidade de matéria orgânica (MO), a saturação por alumínio (m), a saturação por bases (V), os micronutrientes (ferro, zinco, manganês, cobre) e macronutrientes (cálcio e magnésio).

O Complexo sortivo é um parâmetro referente ao conjunto de compostos que trocam íons no solo (EMBRAPA, 2017) e os tornam disponíveis às plantas, relacionando-se à fertilidade desse solo e demonstrando a quantidade de nutrientes presentes (RAIJ, 2011).

Tabela 2 - Parâmetros analisados e métodos utilizados

Parâmetros	Método
Fe	Espectrofotômetro de absorção atômica
Zn	Espectrofotômetro de absorção atômica
Mn	Espectrofotômetro de absorção atômica
Cu	Espectrofotômetro de absorção atômica
Ca ²⁺	Espectrofotômetro de absorção atômica
Mg ²⁺	Espectrofotômetro de absorção atômica
m	Índice de Saturação por Alumínio
Matéria Orgânica (MO)	C.Org x 1,724 - Walkley-Black
V	Índice de Saturação por Bases

5.5 Tratamento estatístico dos dados

Com o intuito de avaliar estatisticamente as semelhanças e diferenças entre as amostras foi utilizado o teste estatístico de Kruskal Wallis.

O teste de Kruskal-Wallis é o teste não paramétrico utilizado quando se deseja comparar três ou mais amostras independentes com relação a uma única variável. Esse teste indica se há diferença entre pelo menos duas das amostras (MCKIGHT & NAJAB, 2010).

Apesar de um número pequeno de amostras (n = 12) o teste estatístico mostrou eficiente, fornecendo informações confiáveis ao serem validadas pelo teste de Student-Newman-Keuls. Contudo, para trabalhos complementares, sugere-se a realização de repetições dentro de cada área para que os dados sejam mais concretos quanto ao cenário ambiental.

6. Resultados e Discussões

6.1 Caracterização dos perfis de solo

As feições morfológicas em cada perfil foram descritas por camadas (Figura 9), agrupadas por apresentar características comuns, a fim de avaliar as diferenças morfológicas presentes nas áreas amostradas e que podem estar associadas aos diferentes usos do solo.

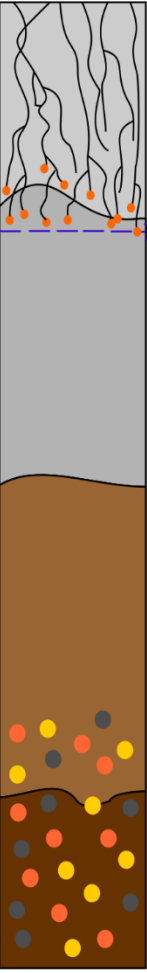
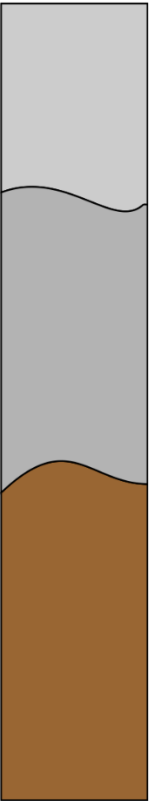
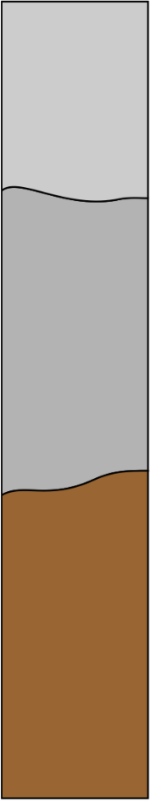
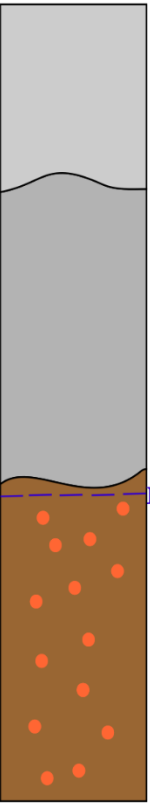
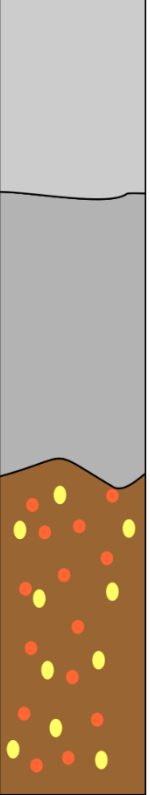
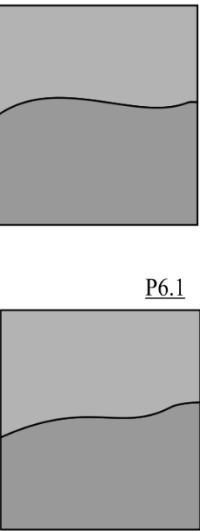
Para a descrição, foram consideradas as propriedades de cor, textura, estrutura e coesão (FAO, 2006), assim como a ocorrência de nódulos e manchas (VEPRASKAS et al, 1994). O P1 (Murundu) encontra-se a 942 m de altitude e se refere a uma área hidromórfica natural, tendo sido descritas quatro camadas de solo na trincheira aberta até 80 cm.

De acordo com as características apresentadas, a camada de 60-80 cm é considerada como o típico horizonte manchado laterítico, com a presença de manchas vermelhas endurecidas e pequenos nódulos de ferro (Figura 8), cuja gênese está associada com a presença de nível freático elevado em períodos do ano (VEPRASKAS et al, 1994).



Figura 8 - Amostra de solo do P1(Murundu) referente à camada de 60-80 cm.

Figura 9 - Descrição por camadas de todos os perfis analisados.

Camada (cm)	COMPARAÇÃO												
	P1 (Murundu)	Descrição P1 (Murundu)	P2 (Murundu 2)	Descrição P2 (Murundu 2)	P3 (Murundu Drenado)	Descrição P3 (Murundu Drenado)	P4 (Plantio de cana)	Descrição P4 (Plantio de cana)	P5 (Plantio de soja)	Descrição P5 (Plantio de soja)	P6 (Mineração)	Descrição P6 (Mineração T2)	Descrição P6.1 (Mineração T4)
0-20		Bruno oliva claro (2,5Y 5/4), argiloso, ocorrência de pequenos grumos endurecidos de argila (na mesma cor), poroso, presença de muitas raízes finas (<0,2 mm) e saturado.		Bruno acinzentado muito escuro (2,5Y 3/2), estrutura maciça e muito dura.		Bruno oliva claro (2,5Y 5/6), estrutura maciça e excessivamente dura.		Bruno amarelado escuro (10YR 4/4), argiloso, pegajoso, maciço, sem raízes e homogêneo.		Marrom (10 YR 4/3), argiloso, estrutura ligeiramente microagregada e volumes amarelos do horizonte inferior.		Argila branca, friável, microagregada, não coesa e úmida.	Argila branca, friável, microagregada, não coesa e úmida.
20-40		Bruno vivo (7,5YR 5/8), argiloso, maciço, presença de muitas raízes finas (<0,2mm), ocorrência de manchas de oxirredução ao redor das raízes, muito poroso e saturado.		Bruno oliva (2,5Y 4/3), estrutura maciça e muito dura.		Bruno amarelado (10YR 6/8), estrutura maciça e excessivamente dura.		Bruno amarelo claro (10YR 6/4), argiloso, pegajoso e homogêneo.		Horizonte de transição difusa por cor.		Argila branca, estrutura laminar, fortemente compactada e maciça.	Argila branca, estrutura laminar, fortemente compactada e maciça.
40-60		Bruno amarelado claro (2,5Y 6/3), argiloso, pegajoso, maciço, presença de micropontuações de óxidos de ferro amarelo e vermelho de tamanhos variados e microporoso.		Bruno amarelado (10YR 6/6), estrutura maciça e muito dura.		Bruno vivo (7,5YR 5/8), estrutura maciça e excessivamente dura.		Bruno muito pálido (10YR 7/3), argiloso, pegajoso e matriz amarela com nódulos vermelhos isolados.		Vermelho amarelado (5YR 5/8), argiloso, nódulos vermelhos pequenos e nódulos vermelhos pálidos, também pequenos.		Inexistente	Inexistente
60-80		Vermelho (2,5YR 4/8) dos nódulos, seguido do amarelo (2,5Y 6/3) e cinza (2,5Y 7/1).		Inexistente		Inexistente		Inexistente		Inexistente		Inexistente	Inexistente

O P2 (Murundu 2), se refere a uma área hidromórfica natural, tendo sido descritas três camadas de solo até 60 cm. Este perfil também sem influência antrópica, difere do P1 (Murundu) por apresentar cor que indica características próximas à matriz do Latossolo amarelo mostrando ser um perfil de transição.

Não houve expressiva mudança na cor da primeira camada comparando-se o P2 (Murundu 2) com o P1 (Murundu), enquanto que as demais camadas apresentaram alteração no matiz, que foi de 2,5 no P2 (Murundu 2) e de 7,5 no P1 (Murundu) para a camada de 20-40cm.

A estrutura maciça e muito dura quando seca, característica presente em todas as camadas, reflete o pouco desenvolvimento estrutural comum em áreas com excesso de água no solo. Essa característica torna o solo suscetível a maior erodibilidade ao propiciar maior escoamento superficial (CAPECHE, 2008).

No P2 (Murundu 2), o nível freático não aflorou e não foi observada a presença de nódulos ferruginosos no perfil. A ausência de nível freático e das características de oxirredução podem estar relacionadas à altitude mais elevada desse perfil, com 963 metros, em comparação ao P1 (Murundu) que encontra-se a 942 metros de altitude. Desse modo, a maior altitude observada no P2 (Murundu 2) pode justificar o fato do nível freático ser mais profundo.

O P3 (Murundu Drenado) representa uma área onde foram instalados drenos para cultivo de soja e milho. Este perfil de solo apresenta consistência excessivamente dura, a qual está relacionada ao adensamento do solo, um tipo de compactação natural que gera limitações na natureza física do solo no que se refere ao desenvolvimento de plantas, podendo ocasionar limitações químicas, alternando a capacidade do solo em absorver nutrientes, por exemplo (EMBRAPA, 2018).

Este ponto encontra-se a 984 metros de altitude, fato que pode justificar o não afloramento do nível freático. As cores das camadas do P3 (Murundu Drenado) se assemelham às cores observadas no P1 (Murundu), ainda que existam alterações em uma das variáveis de cor do solo, como a matiz, que no P3 (Murundu Drenado) é 10, enquanto que no P1 (Murundu) é 7,5 para a camada de 20-40cm.

No P4 (Plantio de cana), foi aberta trincheira até os 60 cm e descrita em três camadas. Este perfil difere do P1 (Murundu) em razão do menor contraste entre as camadas superficial (0-20 cm) e subsuperficial (20-40 cm), fato possivelmente relacionado ao revolvimento do solo para o plantio.

Na camada superficial (0-20 cm), foi observada uma mudança na coloração do solo, estando mais escura no P4 (Plantio de cana) quando comparada ao P1 (Murundu), provavelmente em razão da agricultura que revolve o solo e incorpora maior quantidade de matéria orgânica (SANTOS, 2007).

Neste perfil, o solo estava maciço, portanto sem estrutura na camada mais superficial, diferentemente do P1 (Murundu), que apresentou estrutura grumosa. A falta de estrutura do solo, entre outros fatores, pode estar relacionada ao cultivo agrícola.

No P4 (Plantio de cana), a altura do nível freático estava a 40 cm de profundidade (Figura 10), enquanto que no P1 (Murundu) o nível freático foi observado a 24 cm, sendo que esses dois pontos estão na mesma altitude (942 metros).

Nota-se que não há o desenvolvimento do horizonte manchado como no P1 (Murundu), fato que pode estar relacionado as práticas de cultivo de cana, uma vez que a agricultura influencia no solo, alterando sua estrutura e a altura do nível freático (EWING et al., 2012).



Figura 10 - Visualização do nível freático no P4 (Plantio de cana).

O P5 (Plantio de soja) (Figura 9) se refere a uma área de cultivo de soja com abertura de trincheira até 60 cm. Ao se comparar o solo do P5 (Plantio de soja) com o P1 (Murundu), percebe-se que existem diferenças estruturais e na coloração entre estes perfis.

Com relação a estrutura do solo, o P5 (Plantio de soja), apresenta uma estrutura microagregada, enquanto que o P1 (Murundu) apresenta uma estrutura grumosa na primeira camada e maciça nas demais.

A coloração do P5 (Plantio de soja) apresenta um matiz vermelho, enquanto que a cor do P1 (Murundu) é de um matiz alaranjado, no que se refere à camada superficial (0-20 cm).

Nesse perfil de solo não foi observado o nível freático (Figura 11), fato que pode estar relacionado à maior altitude desse ponto, que encontra-se a 982 metros, em comparação com os perfis P1 (Murundu) e P4 (Plantio de cana), que estão a uma altitude menor, de 942 metros. Dessa forma, o nível freático não aflora até 60 cm no P5 (Plantio de soja) em razão da maior altitude que este apresenta.



Figura 11 - Trinchira aberta no Perfil P5 (Plantio de soja), com evidência de transição de cor entre 25 e 40 cm.

No P6 (Mineração), foram abertas duas trincheiras e descritas duas camadas (0-20 e 20-40 cm) de solo para cada uma. A primeira camada do P6 (Mineração), foi descrita como uma argila microagregada e não coesa.

Outra característica observada nas duas trincheiras abertas para o P6 (Mineração), se refere à compactação do solo, a qual foi descrita para a segunda camada (20-40 cm). Esta característica dificulta a infiltração de água no perfil e o torna mais susceptível a erosão

laminar, comprometendo o reestabelecimento de vegetação como observado na Figura 12 (SANTOS, 2007; STUMPF et al., 2011).



Figura 12 - Vegetação observada do P6.

Com o fechamento das cavas da mineração e o manejo incorreto do solo, este torna-se mais compacto, propiciando a ocorrência de estrutura laminar (CAPECHE, 2008; STUMPF et al., 2011).

A erosão laminar é um tipo de erosão frequente nestas estruturas e está associada ao escoamento de água na superfície do solo quando este apresenta uma má infiltração, propiciando a remoção de camadas superficiais do solo (TROEH & THOMPSON, 2007).

Esse processo erosivo está relacionado a práticas inadequadas de uso do solo, o que inclui atividades da mineração quando não há a correta recuperação da área (TROEH & THOMPSON, 2007).

Dos perfis de solo apresentados no presente estudo, o P6 (Mineração) se destacou pela grande alteração nas feições morfológicas estruturais em comparação com os demais pontos, evidenciando que a realização de atividades de mineração é geradora de importantes e negativas mudanças no solo.

6.2 Granulometria

A granulometria possui grande importância na caracterização do solo e na identificação dos processos naturais ou antrópicos que nesse ocorrem (RAIJ, 2011). O estudo

das frações minerais reflete características do solo, drenagem no perfil e trocas catiônicas (ARAUJO et al., 2012). A Tabela 3 apresenta as classes texturais das amostras analisadas.

Tabela 3 - Apresentação das frações areia, silte e argila dos locais amostrados.

Local	Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural	
			Porcentagem (%)					
Murundu	P1	0-20	12	3	37	48	Argila	
		20-40	23	5	25	47	Argila	
		40-60	24	4	24	48	Argila	
		60-80	23	3	25	49	Argila	
Murundu 2	P2	0-20	24	4	9	63	Muito Argilosa	
		20-40	17	4	14	65	Muito Argilosa	
		40-60	15	4	11	70	Muito Argilosa	
	P2.1	0-20	9	3	11	77	Muito Argilosa	
		20-40	9	2	13	76	Muito Argilosa	
		40-60	9	2	13	76	Muito Argilosa	
	P2.2	0-20	24	3	6	67	Muito Argilosa	
		20-40	23	4	13	60	Muito Argilosa	
		40-60	15	4	11	70	Muito Argilosa	
	Murundu Drenado	P3	0-20	8	4	27	61	Muito Argilosa
			20-40	9	3	9	79	Muito Argilosa
			40-60	12	3	6	79	Muito Argilosa
P3.1		0-20	9	5	36	50	Argila	
		20-40	12	5	12	71	Muito Argilosa	
		40-60	11	5	11	73	Muito Argilosa	
P3.2		0-20	8	3	14	75	Muito Argilosa	
		20-40	7	2	14	77	Muito Argilosa	
		40-60	10	3	15	72	Muito Argilosa	
P3.3		0-20	8	3	12	77	Muito Argilosa	
		20-40	14	4	14	68	Muito Argilosa	
		40-60	14	4	8	74	Muito Argilosa	
Plantio de cana	P4	0-20	15	1	36	48	Argila	
		20-40	13	2	41	44	Argilo Siltosa	
Plantio de soja	P5	20-40	13	2	48	37	Franco Argilo Siltosa	
Mineração	P6	***	***	***	***	***	***	
	P6.1	***	***	***	***	***	***	

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da obtenção das porcentagens das três frações minerais (areia, silte e argila) apresentadas nas Figuras 13 a 18, foi determinada a textura dos solos analisados, por meio da utilização do triângulo textural do USDA – EUA (Figura 19), considerando as correspondências dadas pela Tabela 4.

Figura 13 – Curva Granulométrica amostra 2.

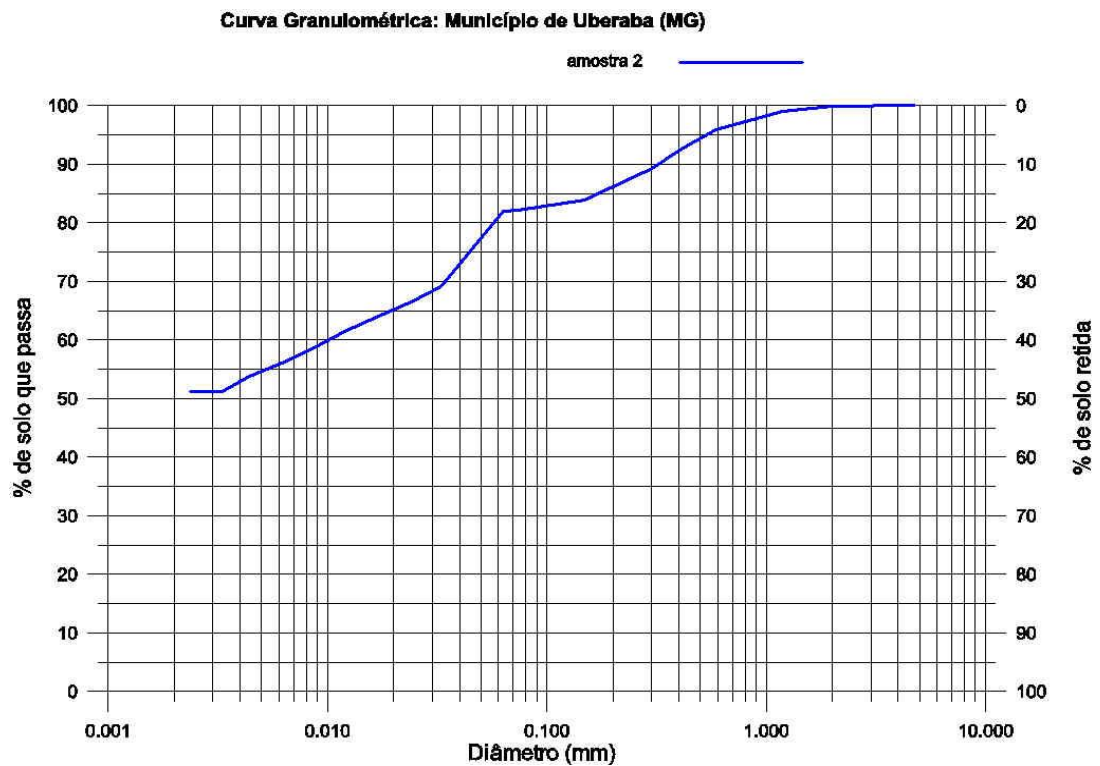


Figura 14 - Curva Granulométrica amostra 5.

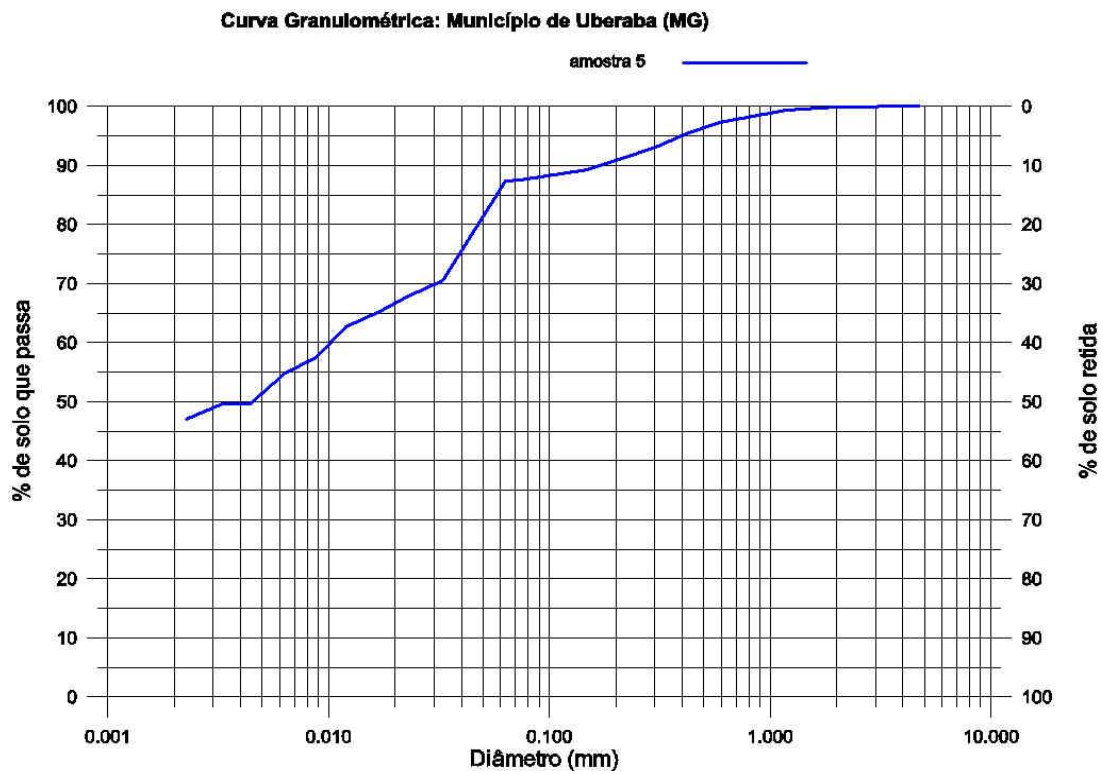


Figura 15 - Curva Granulométrica amostra 6.

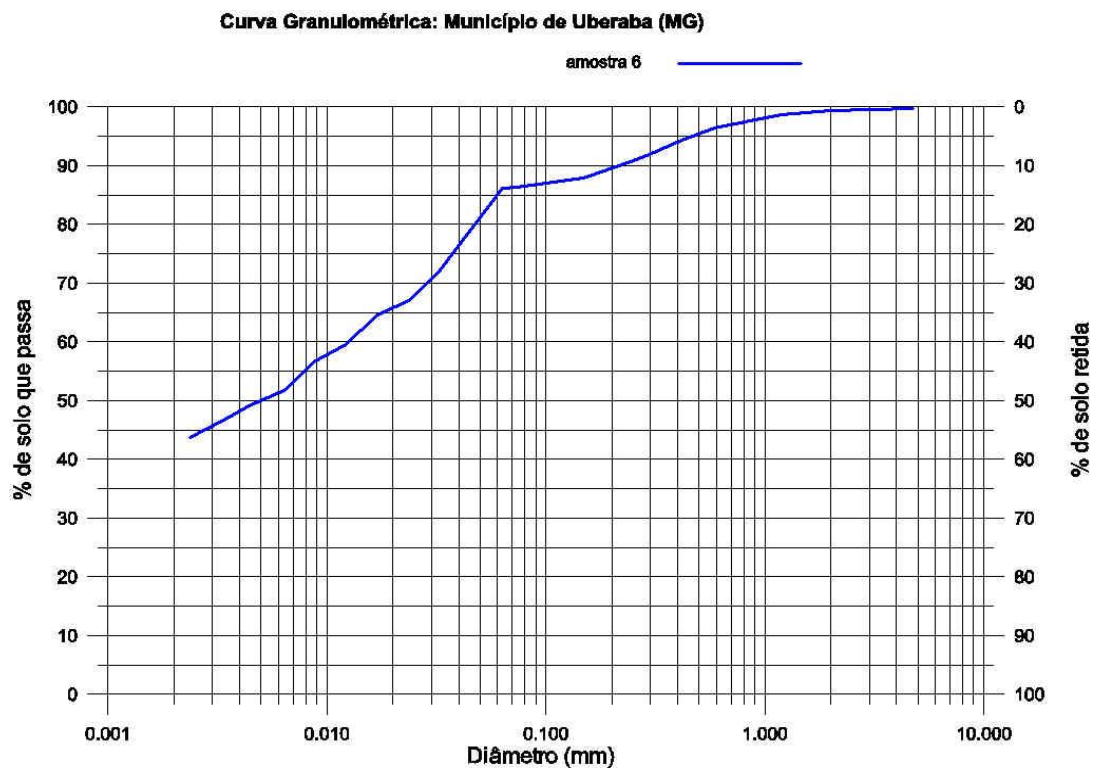


Figura 16- Curva Granulométrica amostra 7.

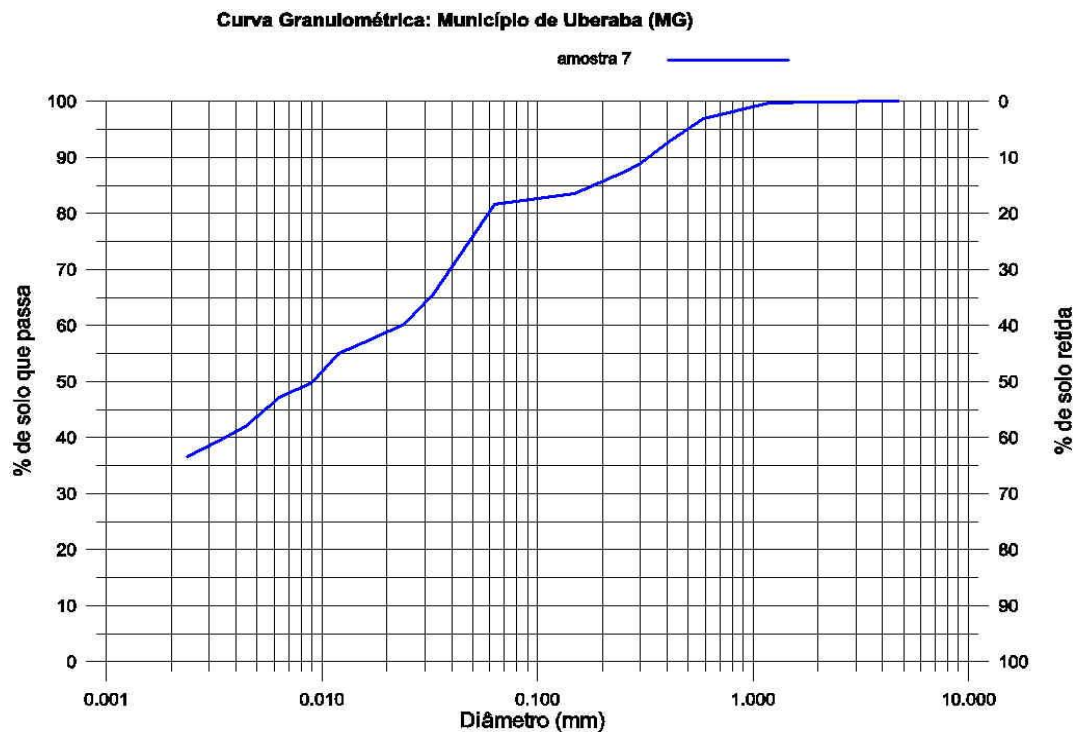


Figura 17 - Curva Granulométrica amostra 8

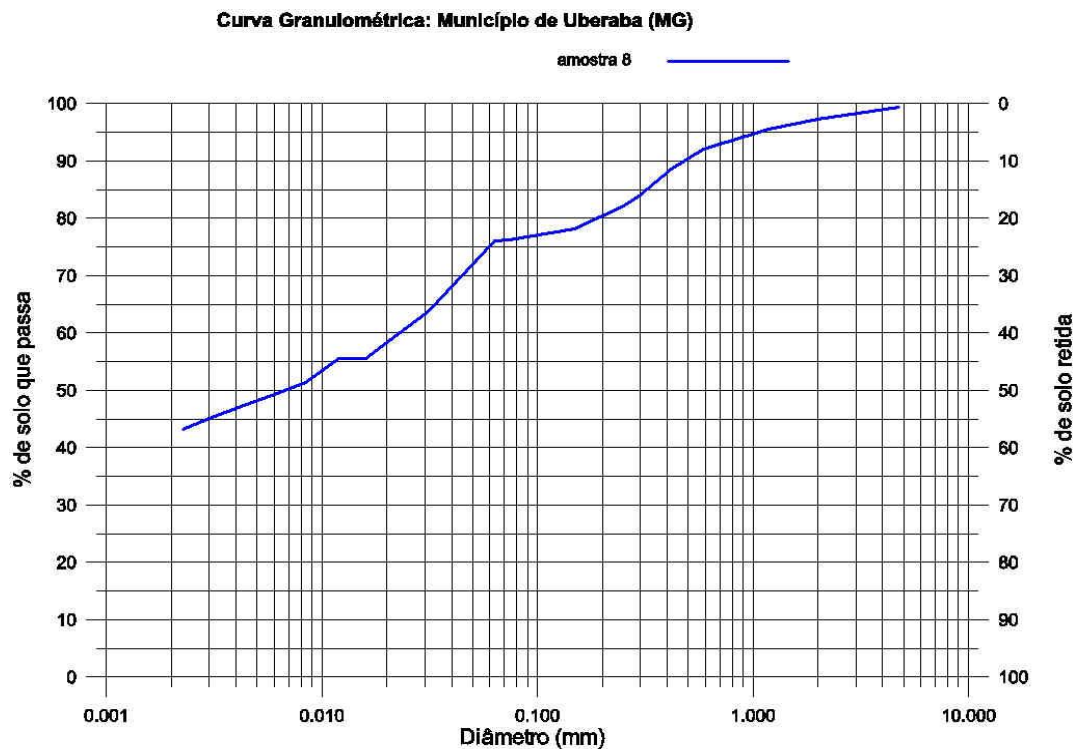


Figura 18 - Curva Granulométrica amostra 10.

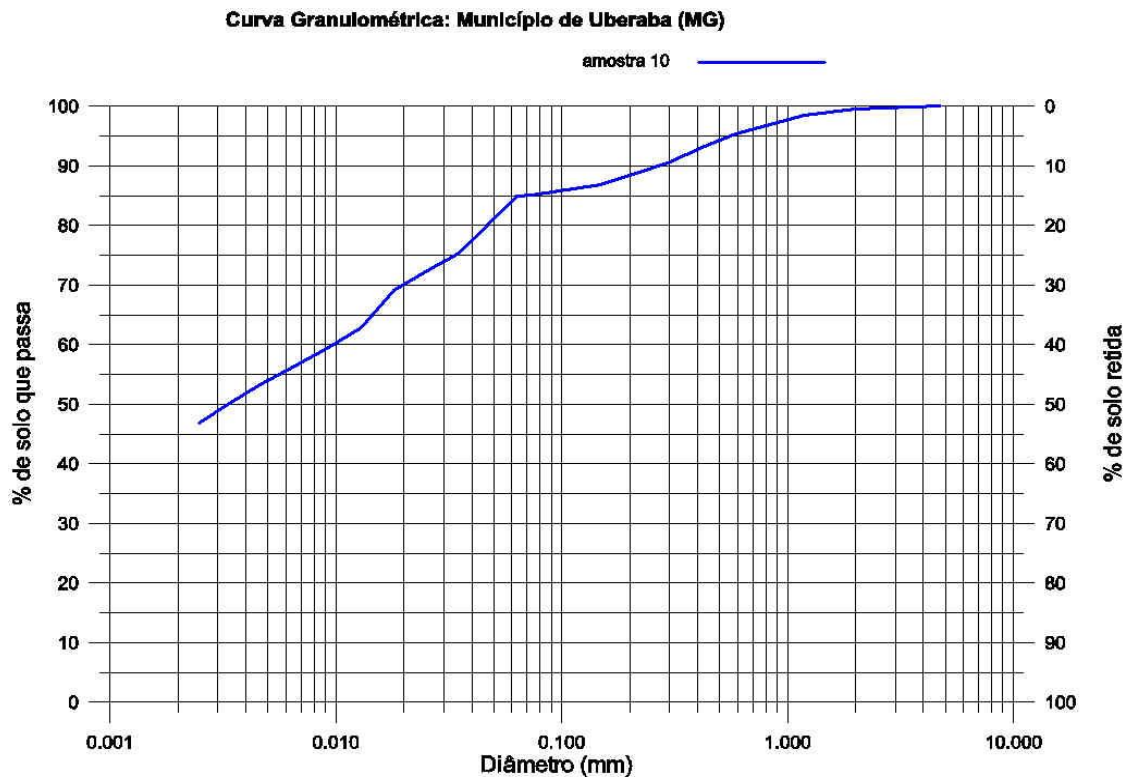


Tabela 4 – Curvas granulométricas e correspondências de amostras.

Curvas granulométricas	Correspondências
Amostra 2	P1 (20-40 cm)
Amostra 5	P4 (20-40 cm)
Amostra 6	P4 (0-20 cm)
Amostra 7	P5 (20-40 cm)
Amostra 8	P1 (60-80 cm)
Amostra 10	P1 (0-20 cm)

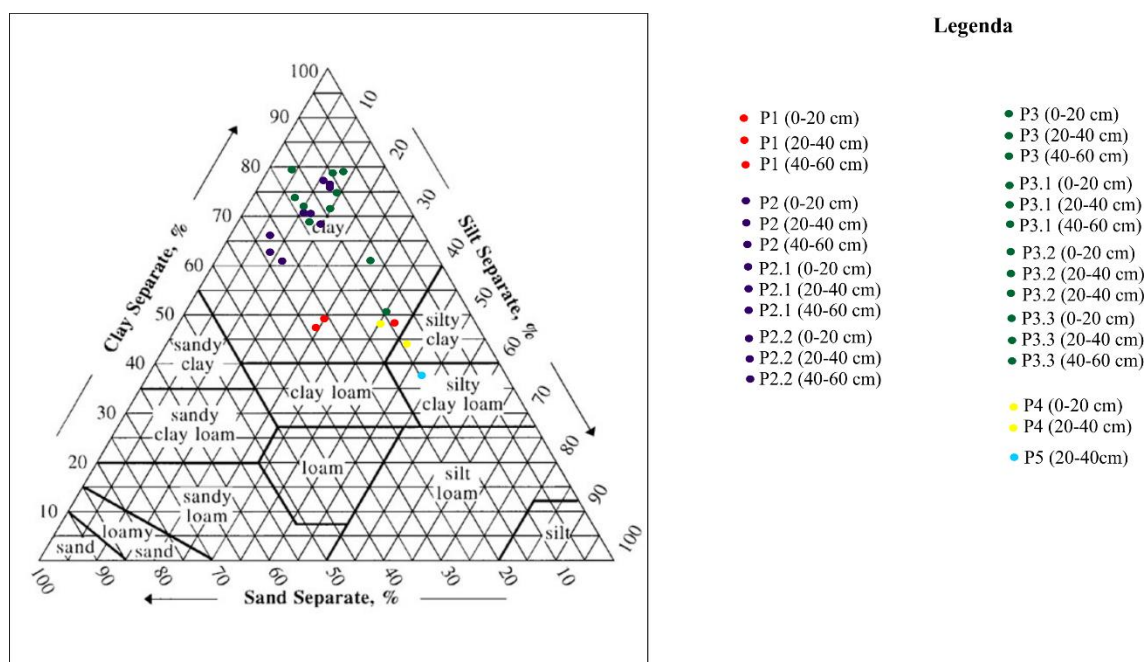


Figura 19 - Triângulo Textural do UDSA-EUA.

As características dos solos estudados estão relacionadas aos processos de intemperismo bioquímico e físico que atuam no material parental, os arenitos da Formação Marília. Nesse sentido, a transformação do material parental ocorre com a desagregação da rocha e a gradual mudança mineral, levando à geração de novos minerais, chamados de secundários (TROEH & THOMPSON, 2007).

A fração areia corresponde aos minerais primários do material parental, como quartzo e outros minerais resistentes, enquanto que a fração argila corresponde aos minerais secundários formados por processos de intemperismo (TROEH & THOMPSON, 2007).

A Tabela 3 mostra que das 27 amostras analisadas, 25 delas apresentaram predominância da fração argila nas diferentes camadas do perfil.

De modo geral, as amostras enquadradas como muito argilosas encontram-se na porção noroeste da área de estudo, locais em que o solo é destinado à mineração e cultivo de soja ou que houve mudança na cobertura vegetal.

As amostras do P1 (Murundu) foram classificadas como argilosas porém estando no limite da fração argilo-siltosa, assim como a camada mais superficial do P4 (Plantio de cana).

A amostra P5 (Plantio de soja) foi classificada como franco argilo-siltosa e a amostra P4 (Plantio de cana), na camada de 20-40 cm, se enquadrrou como argilo-siltosa. Ressalta-se que não foi coletada amostra suficiente no P6 (Mineração) porque o solo estava completamente compactado e misturado com resíduos lateríticos.

A ocorrência de solos argilosos está relacionada a solos férteis, visto que a argila apresenta partículas com cargas elétricas, atraindo íons nutrientes de plantas para superfície e tornando-os disponíveis aos vegetais.

A argila armazena mais água no perfil do solo, retendo-a e dificultando a aeração. Dessa forma, é perceptível que algumas propriedades físicas do solo estão diretamente relacionadas com a classe textural deste.

Os solos argilosos e muito argilosos, se destacam devido à maior porosidade e à coesão elevada, propiciando uma má drenagem da água no perfil. Além disso, esses solos se caracterizam pela grande susceptibilidade à compactação (REINERT & REICHERT, 2006).

De acordo com Marques et al. (2003), os solos argilosos da superfície de erosão Sul Americana na região do Triângulo Mineiro são produto do intemperismo de outro material sedimentar que recobriu a Formação Marília.

A elevada presença de argila no solo está relacionada com a idade geológica do material e o intenso processo de intemperismo ao qual a rocha foi submetida. Estes solos são de composição caulínica com forte presença de óxidos de ferro e alumínio (MOTTA et al., 2002; COELHO, 2017).

Desse modo, a ocorrência de uma porcentagem maior da fração silte em algumas amostras evidencia solos que estão em processo de alteração e são capazes de formar mais argila, substituindo o que se perde por processos como erosão, além de fornecer nutrientes para o crescimento vegetal pelo intemperismo (TROEH & THOMPSON, 2007).

Quanto à atividade econômica desenvolvida no P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja), ou a alteração do solo no P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), não é possível estabelecer relação direta entre o manejo do solo e a mudança textural observada.

6.3 Composição química dos perfis

Com relação à análise química do solo, foi analisado o complexo sortivo e demais parâmetros (Tabela 5), para comparação dos valores entre as áreas de referência e os locais com interferência antrópica.

O complexo sortivo é um conjunto de elementos que trocam íons no solo, deixando-os disponíveis para as plantas, como cálcio, magnésio e alumínio (EMBRAPA, 2017; RAIJ, 2011).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados obtidos e os valores de referência propostos por Raij (2011) e Embrapa (2010). Para a melhor compreensão dessas mudanças por camada com relação aos parâmetros analisados, foram construídos gráficos.

Tabela 5 - Parâmetros químicos analisados para a área de estudo.

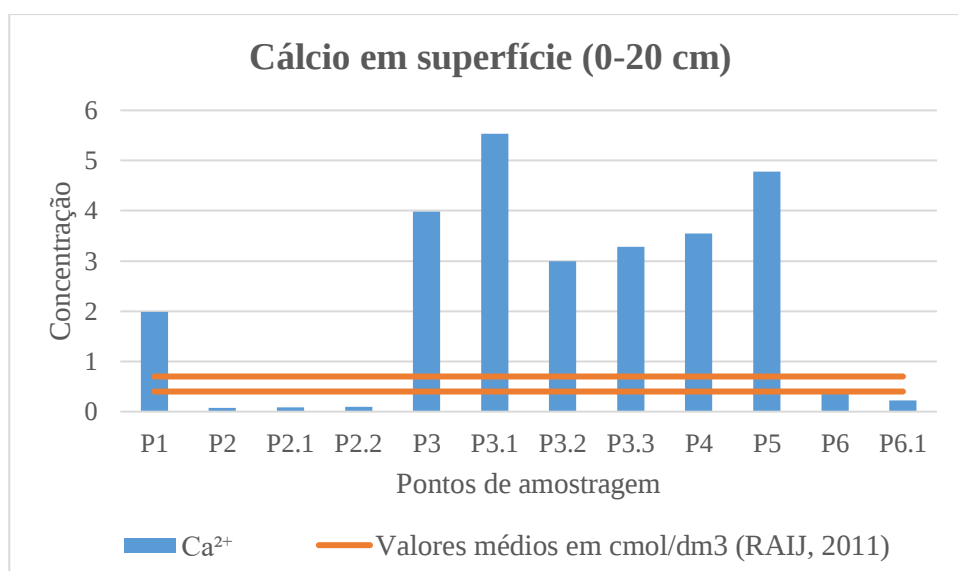
Parâmetros	Unidade	P1				P2			P2.1			P2.2			Referência			
		Murundu				Murundu 2												
		Profundidades (cm)																
		0-20	20-40	40-60	60-80	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60				
Ca ²⁺ (Cálcio)	cmol/dm ³	1,99	0,33	0,11	0,1	0,07	0,05	0,03	0,09	0,04	0,07	0,1	0,05	0,03	0-0,3 0,4-0,7 >0,7	baixo médio alto		
Mg ²⁺ (Magnésio)		0,41	0,07	0,06	0,07	0,04	0,03	0,02	0,05	0,04	0,02	0,04	0,04	0,01	0-0,4 0,5-0,8 >0,8	baixo médio alto		
V (Índice de Saturação por Bases)	%	32,4	13,7	5,6	16,7	1,9	2,5	2,7	2,4	1,5	2,1	2,5	2,6	2,3	0-25 26-50 51-70 71-90 >90	muito baixa baixa média alta muito alta		
m (Índice de Saturação por Alumínio)		7	0	33,3	0	75,5	0	0	70,2	81,6	0	63,8	45,5	0	<5 5-10 10,1-20 20,1-45 >45	muito baixa baixa média alta muito alta		
MO (Matéria Orgânica)	dag/kg	4,65	2,13	2,13	1	4,13	2,45	1,55	4,39	3,88	2,71	3,88	2,71	1,42	< 1,5 1,6-3,0 3,1-6,0	arenoso média argiloso		
Zn (Zinco)	mg/dm ³	2,16	0,39	0,58	0,44	1,05	0,81	0,33	0,82	0,64	0,69	0,75	0,39	0,28	0-0,50 0,6-1,20 >1,20	baixo médio alto		
Fe (Ferro)		158,8	12,6	15,4	6,4	70	13,1	12	67,4	52,7	22,5	89,2	30	23,4	0-4,0 5,0-12,0 >12,0	baixo médio alto		
Mn (Manganês)		15	0,3	0,4	0,9	0,6	0,4	0,5	0,7	0,6	1,1	0,7	0,4	0,7	0-1,40 1,50-5,0 >5,0	baixo médio alto		
Cu (Cobre)		3,26	0,77	1,6	0,84	1,11	1,04	1,27	1,5	1,15	0,89	0,91	0,81	0,77	0-0,20 0,30-0,8 >0,80	baixo médio alto		

Parâmetros	Unidade	P3			P3.1			P3.2			P3.3			Referência	
		Murundu Drenado													
		Profundidades (cm)													
		0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60		
Ca ²⁺ (Cálcio)	cmol/dm ³	3,98	0,64	0,32	5,53	0,88	0,32	3	0,61	0,46	3,28	0,46	0,38	0-0,3 0,4-0,7 >0,7	baixo médio alto
Mg ²⁺ (Magnésio)		1,03	0,15	0,06	1,43	0,22	0,09	0,6	0,1	0,07	0,58	0,13	0,09	0-0,4 0,5-0,8 >0,8	baixo médio alto
V (Índice de Saturação por Bases)	%	59,3	15,1	9,8	79,6	12,6	10,2	47,2	19,1	20,9	41,1	9	16,4	0-25 26-50 51-70 71-90 >90	muito baixa baixa média alta muito alta
m (Índice de Saturação por Alumínio)		0	0	0	7,9	34,1	0	0	0	0	2,6	49,6	0	<5 5-10 10,1-20 20,1-45 >45	muito baixa baixa média alta muito alta
MO (Matéria Orgânica)	dag/kg	4,78	4,13	1,55	4,78	5,2	2,41	3,93	1,94	1,42	5,7	4,06	2,28	< 1,5 1,6-3,0 3,1-6,0	arenoso média argiloso
Zn (Zinco)	mg/dm ³	2,33	0,43	0,47	2,7	0,69	0,41	2,31	0,44	0,73	9,95	1,07	1,13	0-0,50 0,60-1,20 >1,20	baixo médio alto
Fe (Ferro)		69,3	13,1	10,5	75,5	179,2	7,1	54,6	26,5	21,9	158,3	149,2	11,8	0-4,0 5,0-12,0 >12,0	baixo médio alto
Mn (Manganês)		6,7	1	0,3	6,6	0,4	0,3	3,7	0,3	0,3	5,8	0,4	0,4	0-1,40 1,50-5,0 >5,0	baixo médio alto
Cu (Cobre)		1,25	0,87	0,62	1,26	1,91	0,5	1,54	0,66	0,42	1,99	1,72	0,53	0-0,20 0,30-0,8 >0,80	baixo médio alto

Parâmetros	Unidade	P4			P5			P6		P6.1		Referência	
		Plantio de cana			Plantio de soja			Mineração					
		Profundidades (cm)											
		0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	0-20	20-40		
Ca ²⁺ (Cálcio)	cmol/dm ³	3,55	0,91	0,17	4,78	0,41	0,29	0,42	0,21	0,22	0,22	0-0,3 0,4-0,7 >0,7	baixo médio alto
Mg ²⁺ (Magnésio)		0,59	0,23	0,08	0,98	0,13	0,08	0,33	0,32	0,31	0,32	0-0,4 0,5-0,8 >0,8	baixo médio alto
V (Índice de Saturação por Bases)	%	50,4	24,6	13,2	68,5	9	11,8	33,9	23,4	25,6	23,7	0-25 26-50 51-70 71-90 >90	muito baixa baixa média alta muito alta
m (Índice de Saturação por Alumínio)		0	0	0	0	23,8	0	41,4	55,3	55,3	57,9	<5 5-10 10,1-20 20,1-45 >45	muito baixa baixa média alta muito alta
MO (Matéria Orgânica)	dag/kg	5,02	2,39	1,76	4,27	3,64	2,13	0,13	0,13	0,13	0,13	< 1,5 1,6-3,0 3,1-6,0	arenoso média argiloso
Zn (Zinco)	mg/dm ³	8,49	0,18	0,43	4,57	0,37	0,47	0,37	0,28	0,31	0,38	0-0,50 0,60-1,20 >1,20	baixo médio alto
Fe (Ferro)		59,4	17,8	10	31,2	68,8	10	5,7	3,4	4,8	4	0-4,0 5,0-12,0 >12,0	baixo médio alto
Mn (Manganês)		9,5	0,9	0,3	7,5	0,9	0,3	0,9	0,7	0,8	0,7	0-1,40 1,50-5,0 >5,0	baixo médio alto
Cu (Cobre)		2,33	1,81	1,26	1,57	2,71	0,86	0,62	0,47	0,47	0,51	0-0,20 0,30-0,8 >0,80	baixo médio alto

De forma geral os valores de cálcio foram elevados, como observado nos solos superficiais (0-20 cm) do P1 (Murundu), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja), quando comparados com os valores estabelecidos por Raij (2011) (Gráfico 1). Cálcio e magnésio são macronutrientes essenciais para o crescimento das plantas e normalmente ocorrem em teores altos na solução do solo para atender a demanda da planta pela interceptação radicular (RAIJ, 2011).

Gráfico 1 – Concentração de cálcio em superfície.



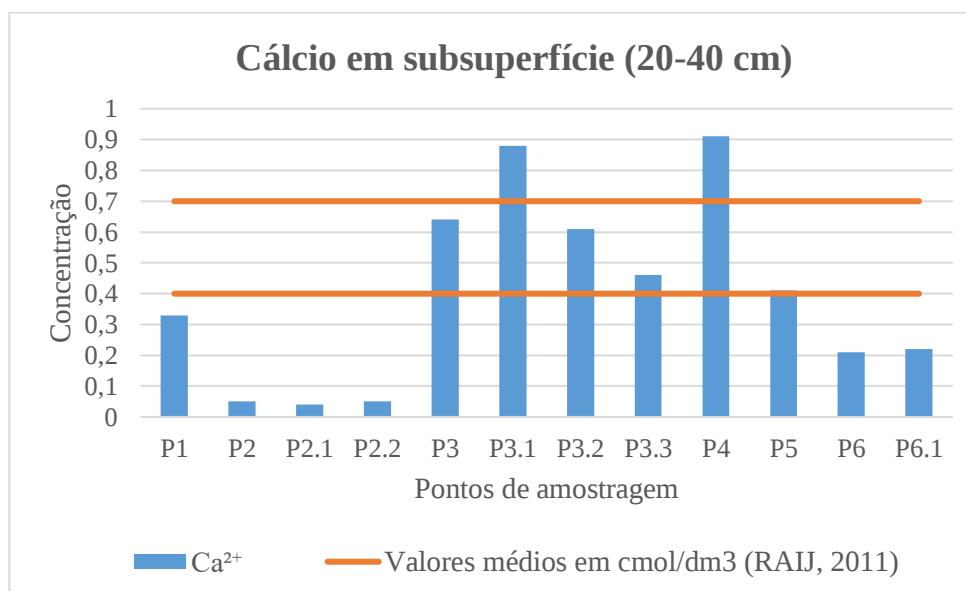
Em subsuperfície, os teores de cálcio são de médio a baixo, podendo ser extremamente baixos de acordo com os limites de referência de Raij (2011). Alguns pontos apresentaram valores que estão muito abaixo dos limites estabelecidos, mesmo nas camadas mais superficiais do solo, como é o caso do P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2).

O ponto P6.1 (Mineração) apresentou teores baixos nas duas camadas analisadas (0-20 cm e 20-40 cm), enquanto que o P6 (Mineração) apresentou teor médio para camada superficial (0-20 cm) e teor baixo para a camada subsuperficial (20-40 cm).

Desse modo, a grande maioria das amostras analisadas, tais como o P1 (Murundu), P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2), P3, P3.1 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana), P5 (Plantio de soja), além do P6 e P6.1 (Mineração), apresentaram uma concentração menor de

cálcio em profundidade (Gráfico 2). Alguns pontos, evidenciaram valores abaixo dos limites de referência, mesmo nas camadas mais superficiais do solo, como é o caso do P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2).

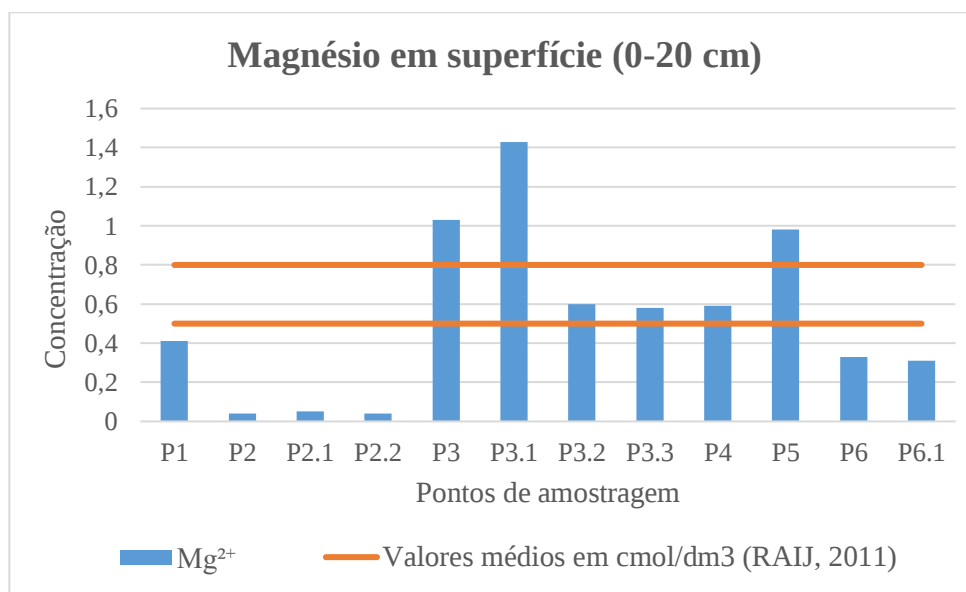
Gráfico 2 - Concentração de cálcio em subsuperfície.



Os solos dos pontos P4 e P5 (áreas agrícolas) e do P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado) evidenciam teores altos de cálcio, provavelmente devido a maior adubação desses solos (RAIJ, 2011).

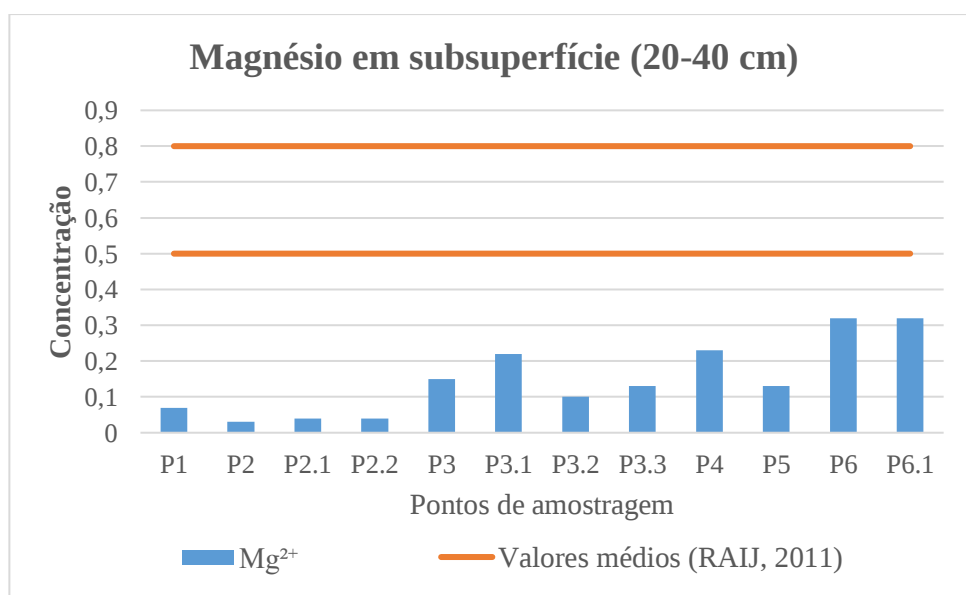
Um comportamento semelhante ao descrito para o cálcio ocorre com o magnésio (Mg^{2+}). As camadas superficiais (0-20 cm) do P5 (Plantio de soja), P3 e P3.1 (Murundu Drenado) evidenciaram valores elevados desse elemento (Gráfico 3), quando comparados com as demais amostras.

Gráfico 3 - Concentração de magnésio em superfície.



Os pontos P1 (Murundu), P4 (Plantio de cana), P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado) apresentaram teores médios desse elemento no solo superficial. Nas demais profundidades desses pontos, os teores de magnésio estiveram baixos em comparação aos teores de referência (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Concentração de magnésio em subsuperfície.



Nos pontos P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2) os dados demonstraram valores pouco significantes desse elemento, em razão dos valores extremamente baixos quando comparados aos limites de Raij (2011). Nos pontos P6 e P6.1 (Mineração), pôde-se constatar teores baixos de magnésio em todas as camadas analisadas.

Além disso, de acordo com Ewing et al. (2012), a presença de matéria orgânica na camada mais superficial do solo favorece a fixação desses elementos, aumentando seus teores.

Porém, evidenciam que a ocorrência de teores elevados desses macronutrientes nas camadas mais superficiais pode ser atribuída à fertilização desses pontos (EWING et al., 2012; ROSOLEN et al., 2015a). Ewing et al. (2012) relaciona os altos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} nas camadas mais superficiais de alguns pontos em decorrência do cultivo agrícola prolongado nesses locais, de modo que quanto maior o tempo de uso do solo, mais profundas são as mudanças na química no perfil.

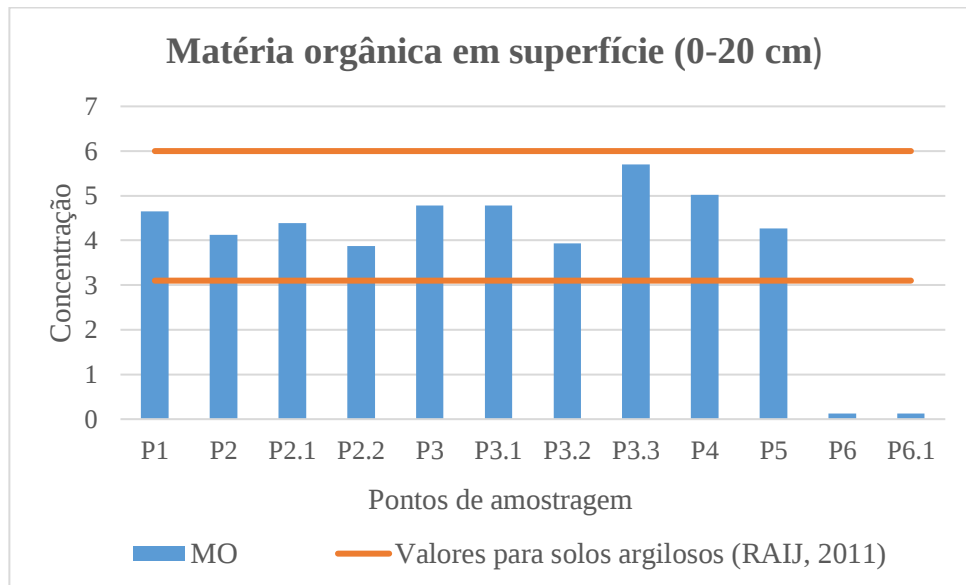
A matéria orgânica é um componente fundamental do solo e dois importantes elementos químicos (carbono e nitrogênio) são incorporados a essa durante o desenvolvimento do solo. No entanto pode-se fazer uma correlação entre matéria orgânica e textura do solo (RAIJ, 2011).

De acordo com Raij (2011), teores de matéria orgânica variando de 3,1 dag/kg a 6,0 dag/kg se referem a solos que conservam uma quantidade maior de matéria orgânica, como os solos de textura argilosa.

Dos resultados observados na Tabela 5 e nos Gráficos 5 e 6, todos os pontos, com exceção do P6 e P6.1 (Mineração), apresentaram na camada mais superficial do solo (0-20 cm) e por vezes, na camada subsuperficial (20-40 cm), valores de matéria orgânica entre 3,1 dag/kg e 6,0 dag/kg considerada por Raij (2011) como solos de textura argilosa.

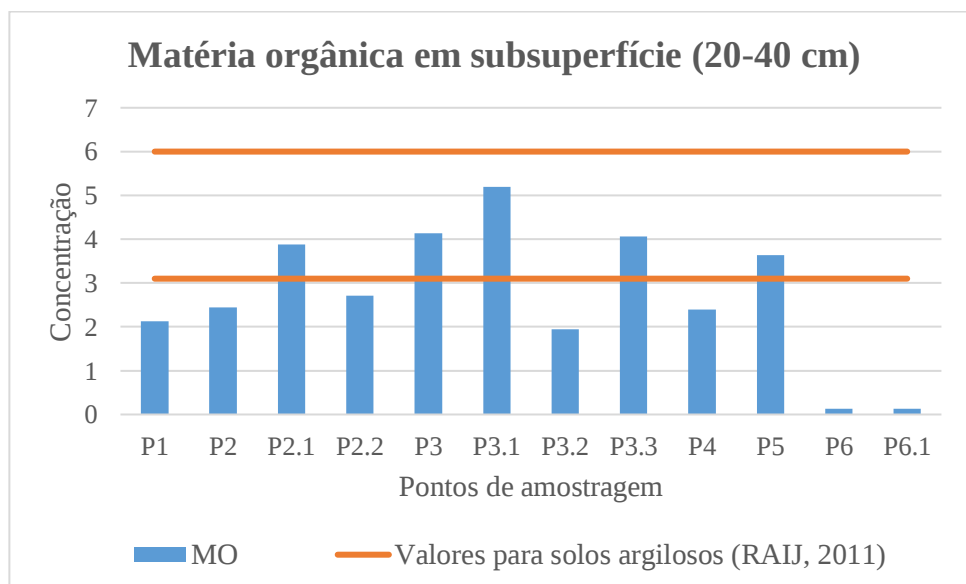
A porcentagem de argila de um solo e a quantidade de matéria orgânica podem ter relação direta, pois acredita-se que a matéria orgânica no solo está ligada com a argila e óxidos de ferro e alumínio nele contidos (EMBRAPA, 1991).

Gráfico 5 – Matéria orgânica em superfície.



Não há variação significativa entre as porcentagens de matéria orgânica na camada superficial dos pontos P1 (Murundu), P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja). As variações relacionadas a esses pontos ocorrem nas camadas subsuperficiais, onde os valores de matéria orgânica abrangem uma variação de 1,5 dag/kg a 3,0 dag/kg.

Gráfico 6 – Matéria orgânica em subsuperfície.

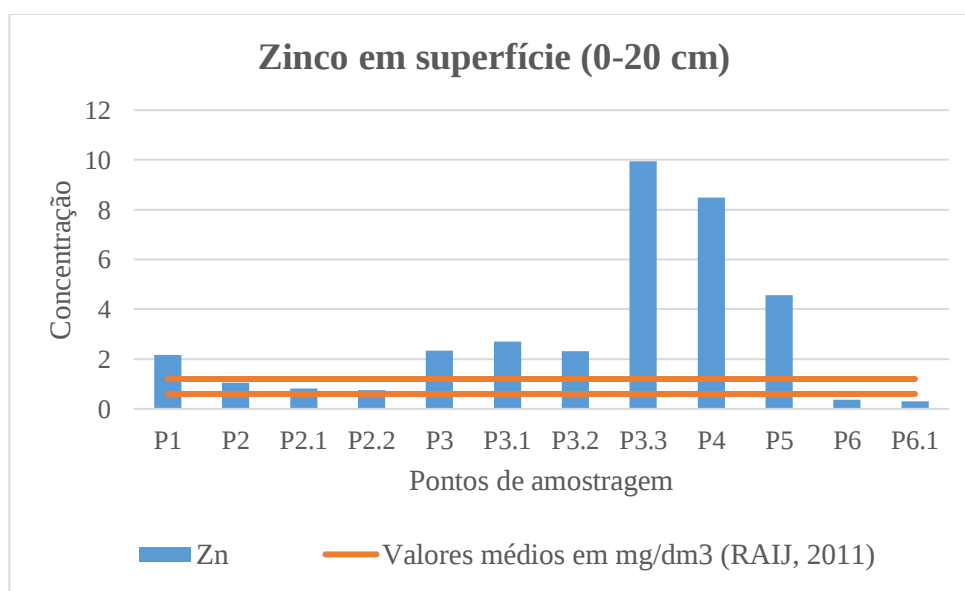


Nos pontos P6 e P6.1 (Mineração), os valores obtidos foram de 0,13 dag/kg, os quais não possuem correlação com a textura do solo, uma vez que Raij (2011) relaciona esse valor com solos arenosos. Contudo, por esse ter sido um solo profundamente modificado, o teor de matéria orgânica reflete a retirada completa da camada superficial, que geralmente é mais enriquecida com impacto posterior nas camadas mais profundas.

Além dos macronutrientes, os micronutrientes também são importantes indicadores de mudanças no solo, destacando-se o zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e o cobre (Cu).

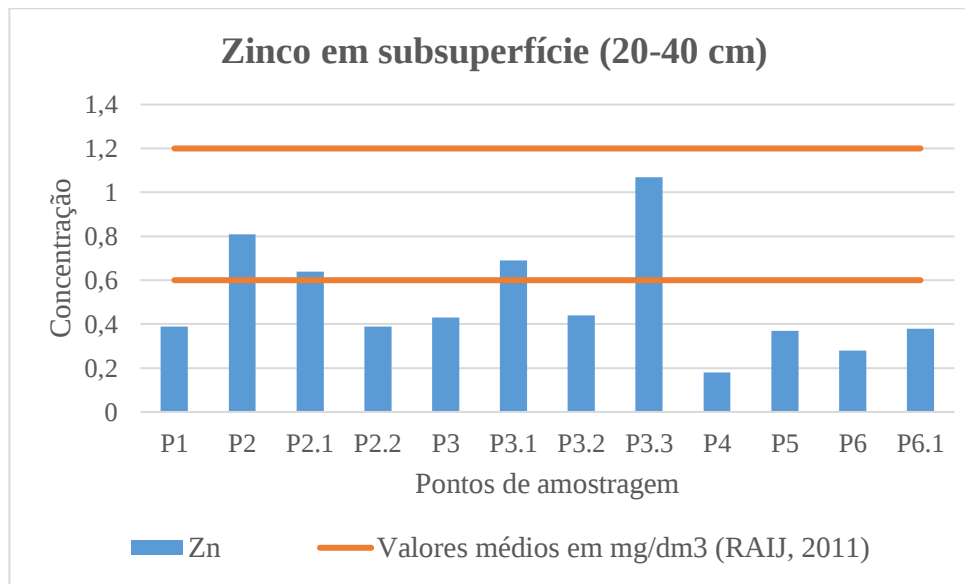
A análise dos micronutrientes evidenciou teores elevados para o Zinco nas camadas mais superficiais do solo ao ultrapassar consideravelmente o valor de referência nos pontos P1 (Murundu), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja) (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Concentração de zinco em superfície.



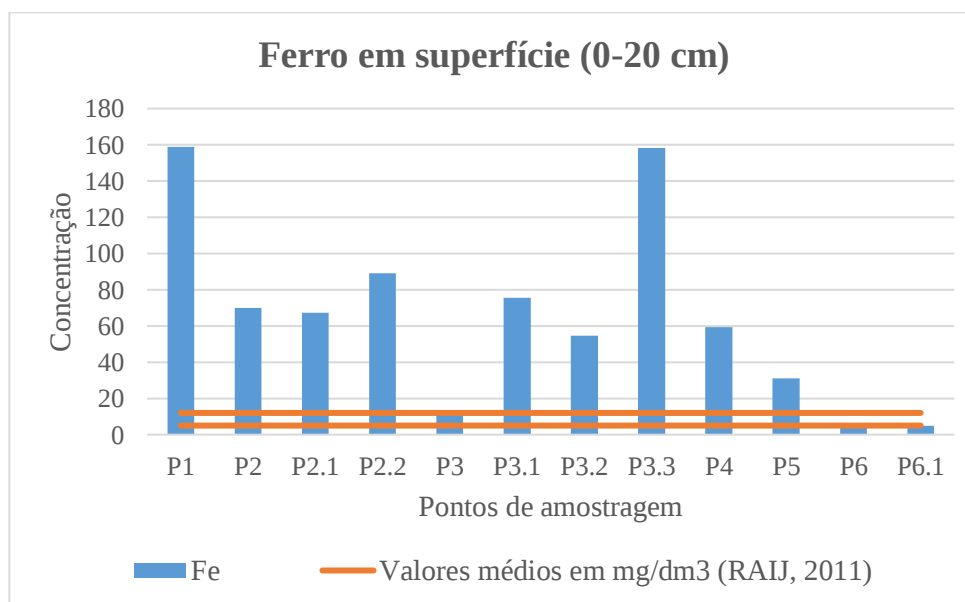
As demais camadas desses pontos possuem teores médios de zinco (Gráfico 8). Os pontos P6 e P6.1 (Mineração) apresentaram teores de baixos a médios desse elemento, não havendo diferenciação entre a quantidade de zinco nas camadas desse ponto.

Gráfico 8 - Concentração de zinco em subsuperfície.



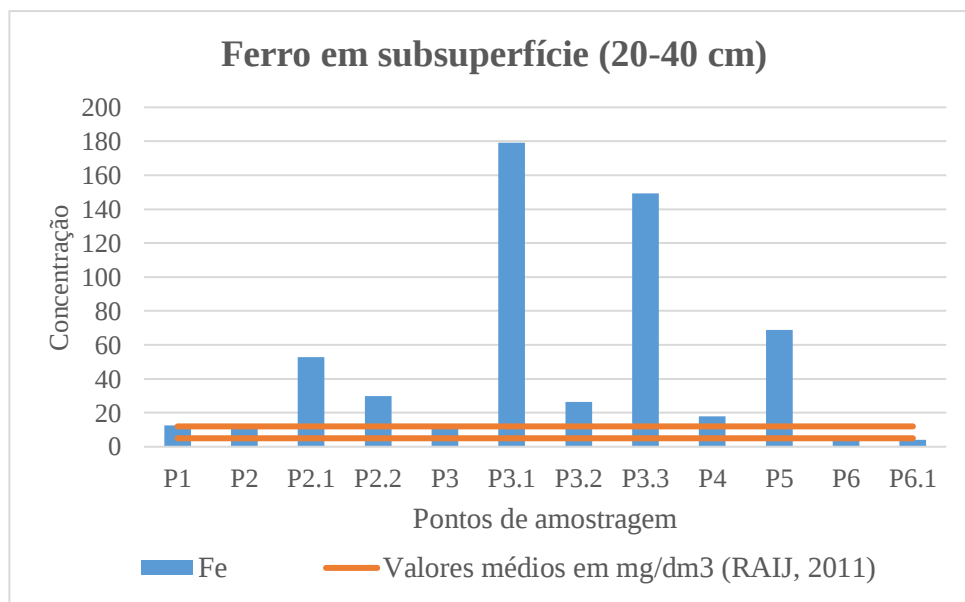
O teor de ferro apresentou-se elevado em praticamente todos os pontos amostrados e nas distintas camadas analisadas, principalmente no que se referem as camadas mais superficiais (0-20 e 20-40 cm), como observado no P1 (Murundu), P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado) (Gráficos 9 e 10). Nesse sentido, os solos tropicais são enriquecidos com óxidos de ferro, considerado nesse caso, como produto secundário residual do intemperismo sobre o arenito Marília.

Gráfico 9 - Concentração de ferro em superfície.



O P6 e P6.1 (Mineração) é um local que se distingue em relação as suas características com as dos demais pontos, fato que também ocorre quanto à presença de ferro, já que esse micronutriente apresenta teores baixos a médios.

Gráfico 10 - Concentração de ferro em subsuperfície.



Outro micronutriente presente nos solos é o manganês, o qual apresentou teores baixos na maioria das camadas dos solos amostrados, principalmente em subsuperfície (Gráfico 12).

Os teores altos ficaram evidentes quando comparados aos de referência, unicamente na camada mais superficial (Gráfico 11) do P1(Murundu), P3, P3.1 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja).

Gráfico 11 - Concentração de manganês em superfície.

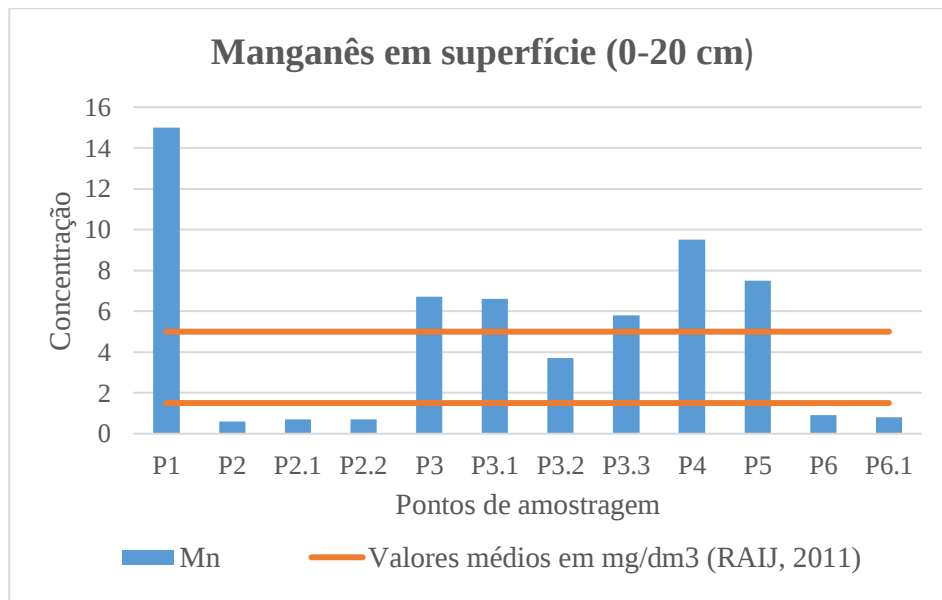
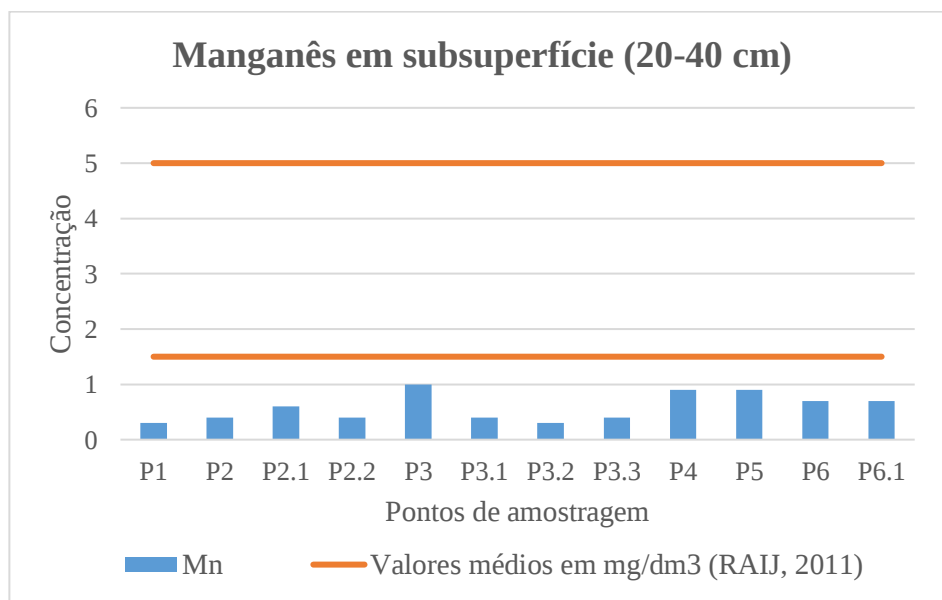


Gráfico 12 - Concentração de manganês em subsuperfície.



O cobre mostrou-se um elemento com teores médios a altos em todos os pontos analisados, quando comparado aos valores de referência, mesmo em subsuperfície (Gráfico 14), mas principalmente na camada mais superficial (Gráfico 13), onde os teores foram elevados, exceto nos pontos P6 e P6.1 (Mineração), que obtiveram teores médios.

Gráfico 13 - Concentração de cobre em superfície.

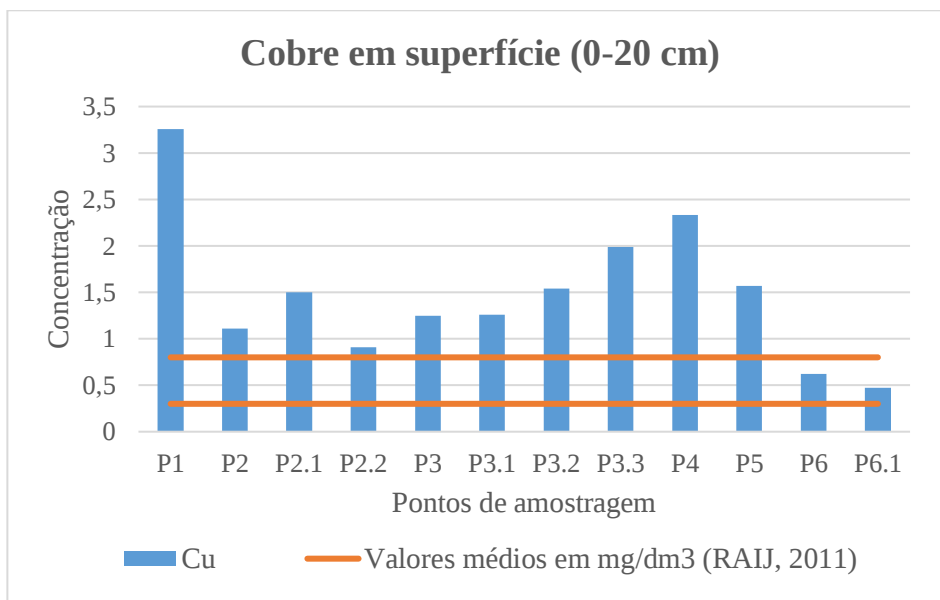
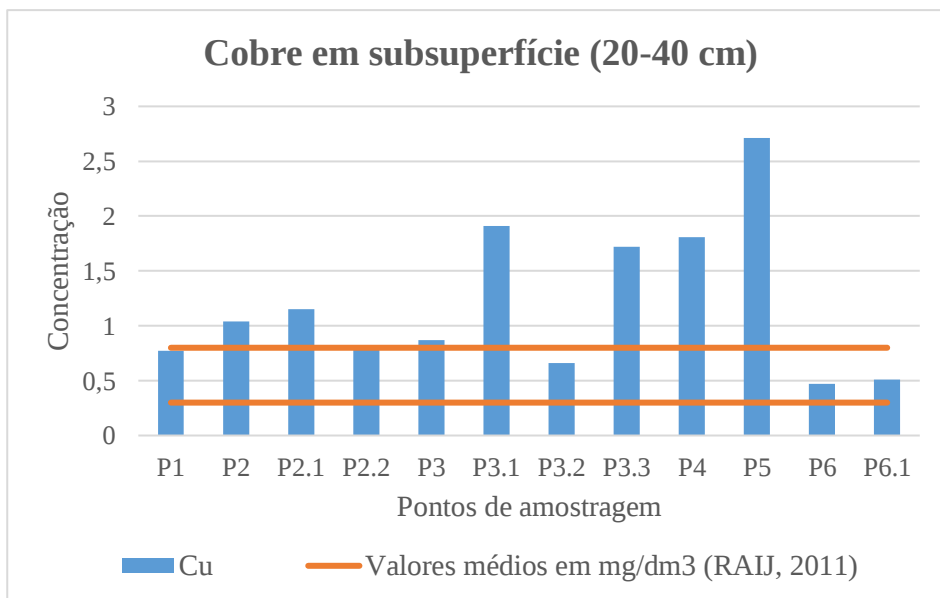


Gráfico 14 - Concentração de zinco em superfície.



Com exceção do manganês, notou-se elevada disponibilidade de micronutrientes nas distintas camadas do solo, principalmente na camada superficial (0-20 cm). Os pontos P6 e P6.1 (Mineração), no entanto, apresentaram teores particularmente baixos.

Em consonância com o observado na área de estudo, o estudo de Rosolen et al. (2015a) relata a ocorrência de concentrações altas de alguns elementos, como cromo e zinco,

em algumas de suas amostras, os quais podem estar relacionados à adição de pesticidas e fertilizantes ao solo. Segundo Bjerregaard & Andersen (2007), os elevados teores de cobre estão relacionados à afinidade deste elemento com as argilas do solo, vinculando-se a elas.

O zinco e o ferro podem se tornar tóxicos para as plantas, inibindo o crescimento vegetal e levando a necrose radicular e conseqüentemente, a morte da vegetação, sendo considerados contaminantes do solo (ALEXANDRE et al., 2012). Sabendo que as áreas úmidas funcionam como sumidouro de alguns elementos, como metais, a utilização dessas áreas para agricultura representa um grande risco ambiental, ao adicionar alguns metais ao solo (ROSOLEN et al., 2015a).

Ressalta-se que mudanças na cobertura vegetal, drenagem e adição de fertilizantes ao solo, são práticas que alteram algumas propriedades químicas (BRULAND et al., 2003; GATHUMBI et al., 2005; EWING et al., 2012; ROSOLEN et al., 2015a).

O índice de saturação por bases foi muito baixo em diversos pontos (Gráfico 15), tais como P1 (Murundu), P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana), P5 (Plantio de soja), P6 e P6.1 (Mineração), principalmente nas camadas mais profundas (20-40 e 40-60 cm) dado o Gráfico 16.

Gráfico 15 – Saturação por bases em superfície.

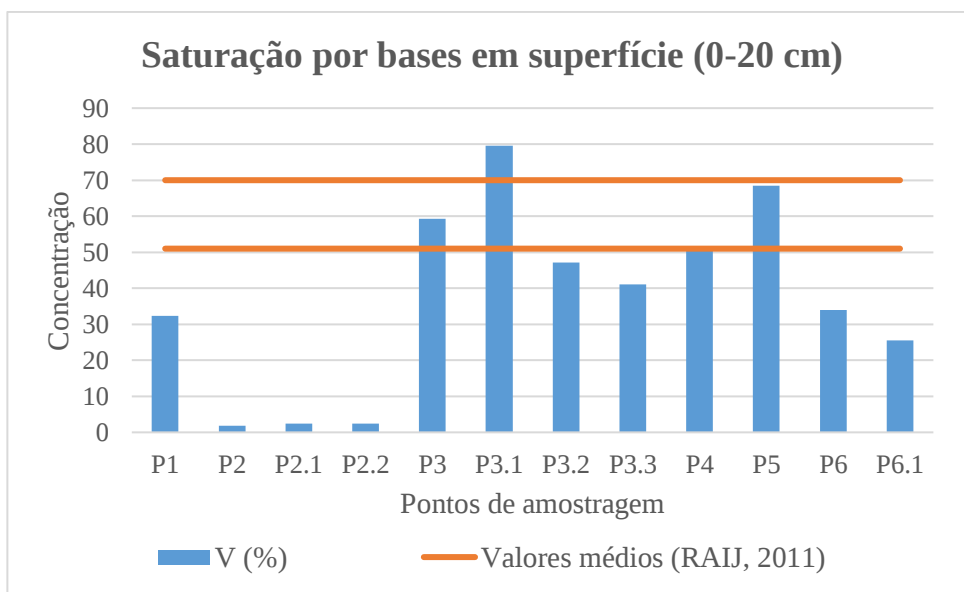
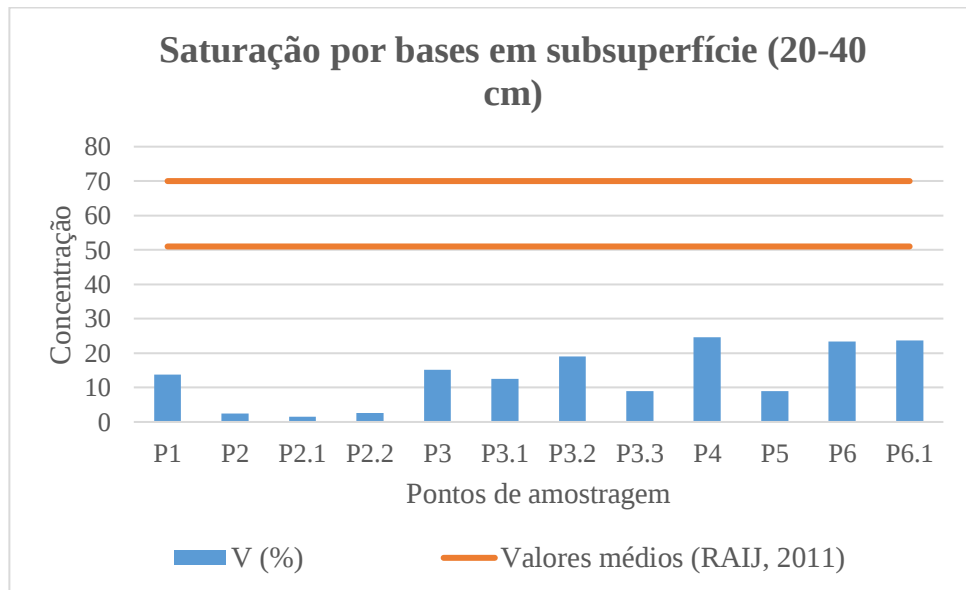


Gráfico 16 – Saturação por bases em subsuperfície.



Os pontos P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2) foram o que apresentaram a menor porcentagem de saturação por bases (solos distróficos) quando comparados aos valores limites sugeridos por Raij (2011), evidenciando uma alta acidez.

Nesse sentido, a acidez elevada, dado os baixos índices de saturação por bases no solo, se relacionaram aos baixos teores de macronutrientes que ocorrem em profundidade, assim como aos elevados teores de alumínio trocável, dada a saturação em alumínio (m%) que ocorre no P6 e P6.1 (Mineração), bem como em algumas camadas do P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2), que podem ser considerados como altas em comparação ao valor de referência da Embrapa (2010) conforme apresentado nos Gráficos 17 e 18.

Gráfico 17 - Saturação por alumínio em superfície.

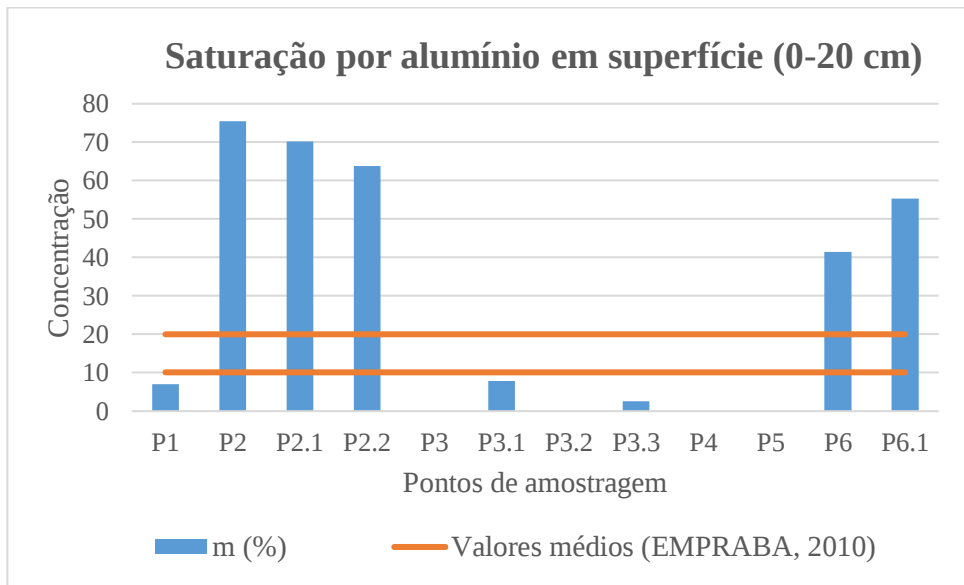
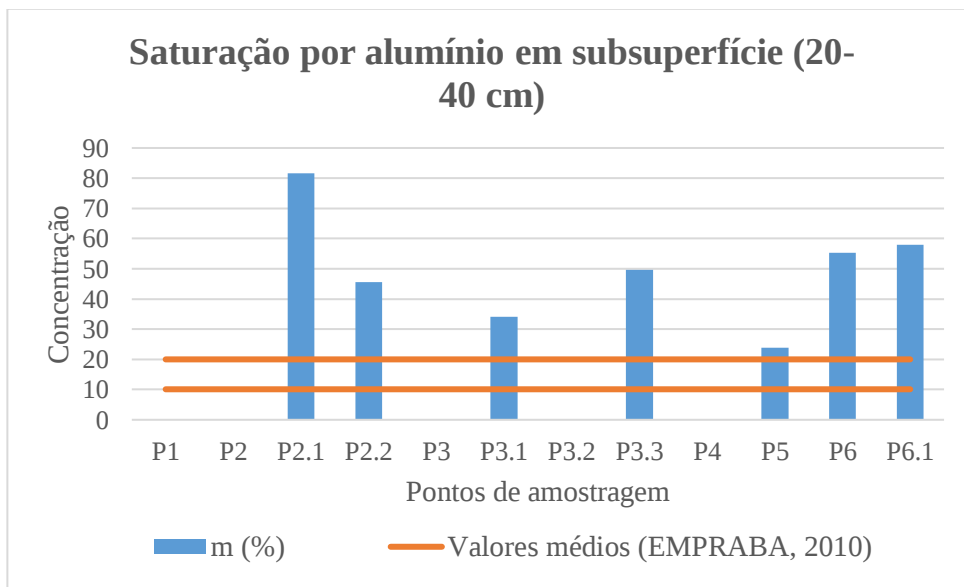


Gráfico 18 - Saturação por alumínio em subsuperfície.



Com relação à saturação em alumínio nos demais pontos amostrados, notou-se uma concentração baixa nas camadas superficiais e/ou subsuperficiais do P1 (Murundu), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja).

De acordo com a Embrapa (2010), a quantidade de alumínio no solo está relacionada ao teor de argila caolinítica, pois o alumínio está presente nesse tipo de argila. Para Marques

et al. (2003), a grande quantidade de alumínio é inversamente proporcional à ocorrência da fração areia nos solos, e como observado na análise granulométrica, a fração areia representa somente cerca de 10 % da composição desses solos.

O solo estudado apresenta-se abundante em caulinita nas camadas mais profundas, enquanto que a gibbsita está presente principalmente em camadas superficiais e subsuperficiais (COELHO, 2017).

As elevadas quantidades de alumínio podem ser prejudiciais ao desenvolvimento vegetal, porém, de acordo com Jansen et al. (2003), para algumas plantas nativas do Cerrado os óxidos de alumínio ganham importância ao participarem da composição e construção da estrutura dos solos.

De modo geral, os dados químicos indicaram maior concentração de macronutrientes na camada superficial (0-20cm) em praticamente todos os pontos, enquanto que a camada subsuperficial (20-40cm) mostrou, majoritariamente, teores de baixos a médios para o cálcio e magnésio nos pontos analisados.

Com relação aos micronutrientes, o zinco apresentou valores médios a altos na camada superficial (0-20cm) e baixos a médios na subsuperficial (20-40cm), do mesmo modo que o manganês. Os valores de ferro variaram de médios a altos na camada superficial (0-20cm) e na camada superficial (20-40cm), com exceção do P6 e P6.1 (Mineração).

O cobre apresentou teores médios a elevados em todos os pontos, tanto para a camada superficial (0-20cm) como para a camada subsuperficial (20-40cm).

A matéria orgânica apresentou valores que variaram de baixos a médios na camada superficial e subsuperficial (20-40 cm), com exceção do P6 e P6.1 (Mineração).

O índice de saturação por bases na camada superficial (0-20cm) variou desde baixos até altos, enquanto que os valores para a camada subsuperficial (20-40cm) se mostraram bastante baixos.

O índice de saturação em alumínio apresentou teores baixos na maioria dos pontos amostrados, com exceção do P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2) e P6 e P6.1 (Mineração) para a camada superficial (0-20cm). Este parâmetro foi detectado em altas quantidades no P2.1 e P2.2 (Murundu 2), P3.1 e P3.3 (Murundu Drenado), P5 (Plantio de soja), P6 e P6.1 (Mineração) na camada subsuperficial (20-40cm).

Os resultados obtidos a partir do teste de Kruskal-Wallis ajudam a compreender os dados químicos apresentados. Nesse contexto, observa-se na Tabela 6 que os valores de p são inferiores ao nível de significância de 0,05, fazendo com que a hipótese nula seja

rejeitada e concluindo-se que as medianas calculadas para cada grupo (Murundu, Murundu 2, Murundu Drenado, Plantio de Cana, Plantio de Soja e Mineração) não são todas iguais.

Tabela 6 – Valores de Kruskal-Wallis

Parâmetros	Cálcio (Ca ²⁺)	Magnésio (Mg ²⁺)	Índice de Saturação por bases (V)	Índice de saturação por alumínio (m)	Matéria Orgânica (MO)	Zinco (Zn)	Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Cobre (Cu)
(p) Kruskal-Wallis	0,0173	0,0244	0,0238	0,5741	0,827	0,3348	0,3815	0,9792	0,1799

Dessa forma, segue o cálculo do posto médio das amostras para cada parâmetro que apresentou $p < 0,05$ (Tabela 7).

Tabela 7 – Posto médio das amostras para cálcio, magnésio e índice de saturação por bases.

Posto médio dos pontos	Cálcio (Ca ²⁺)	Magnésio (Mg ²⁺)	Índice de Saturação por bases (V)
R 1 (posto médio)	18	16,6667	18
R 2 (posto médio)	22,3333	22,1667	23,6667
R 3 (posto médio)	21,6667	21,6667	19,5
R 4 (posto médio)	15	25	25
R 5 (posto médio)	4,1667	4,3333	5,8333
R 6 (posto médio)	5,8333	6	3
R 7 (posto médio)	5	4,6667	6,1667
R 8 (posto médio)	23,5	21,1667	21
R 9 (posto médio)	24,5	23,8333	21
R 10 (posto médio)	24,1667	20,1667	24
R 11 (posto médio)	22,8333	21,3333	19,8333

Diante da diferença de valor entre os postos médios de alguns grupos (R5, R6 e R7), aplica-se o teste de Student-Newman-Keuls, com o objetivo de confirmar se há diferenças críticas entre os grupos (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores do teste de Student-Newman-Keuls

Parâmetros	Cálcio (Ca ²⁺)	Magnésio (Mg ²⁺)	Índice de Saturação por bases (V)	Pontos
Comparações Student-Newman- Keuls	p-valor			
Grupos (1 e 2) =	0,5831	0,486	0,4729	
Grupos (1 e 3) =	0,6423	0,5265	0,8493	
Grupos (1 e 4) =	0,704	0,2912	0,3753	
Grupos (1 e 5) =	0,0798	0,1183	0,1233	
Grupos (1 e 6) =	0,1233	0,1767	0,0574	
Grupos (1 e 7) =	0,0996	0,1285	0,1339	
Grupos (1 e 8) =	0,486	0,5687	0,704	
Grupos (1 e 9) =	0,4103	0,364	0,704	
Grupos (1 e 10) =	0,4348	0,6575	0,4473	
Grupos (1 e 11) =	0,5404	0,5545	0,8164	
Grupos (2 e 3) =	0,9327	0,9495	0,5977	
Grupos (2 e 4) =	0,353	0,7197	0,8659	
Grupos (2 e 5) =	0,0214	0,0239	0,0239	P4 e P2
Grupos (2 e 6) =	0,0366	0,0406	0,0089	P4 e P2.1
Grupos (2 e 7) =	0,0281	0,0267	0,0267	P4 e P2.2
Grupos (2 e 8) =	0,8825	0,8992	0,7355	
Grupos (2 e 9) =	0,7838	0,8328	0,7355	
Grupos (2 e 10) =	0,8164	0,8	0,9663	
Grupos (2 e 11) =	0,9495	0,9159	0,6273	
Grupos (3 e 4) =	0,3984	0,6729	0,486	
Grupos (3 e 5) =	0,0267	0,0281	0,0834	P5 e P2
Grupos (3 e 6) =	0,0449	0,0472	0,0366	P5 e P2.1
Grupos (3 e 7) =	0,0348	0,0313	0,0913	P5 e P2.2
Grupos (3 e 8) =	0,8164	0,9495	0,8493	
Grupos (3 e 9) =	0,7197	0,7838	0,8493	
Grupos (3 e 10) =	0,7515	0,8493	0,5687	
Grupos (3 e 11) =	0,8825	0,9663	0,9663	
Grupos (4 e 5) =	0,17	0,0089	0,0152	P6/P6.1 e P2
Grupos (4 e 6) =	0,2456	0,0161	0,0053	P6/P6.1 e P2.1
Grupos (4 e 7) =	0,2053	0,01	0,0171	P6/P6.1 e P2.2
Grupos (4 e 8) =	0,2817	0,6273	0,6124	
Grupos (4 e 9) =	0,2289	0,8825	0,6124	
Grupos (4 e 10) =	0,2456	0,5404	0,8992	
Grupos (4 e 11) =	0,3211	0,6423	0,5128	
Grupos (5 e 6) =	0,8328	0,8328	0,7197	
Grupos (5 e 7) =	0,9159	0,9663	0,9663	

Parâmetros	Cálcio (Ca ²⁺)	Magnésio (Mg ²⁺)	Índice de Saturação por bases (V)	Pontos
Comparações Student-Newman- Keuls	p-valor			
Grupos (5 e 8) =	0,0143	0,033	0,0547	P2 e P3
Grupos (5 e 9) =	0,01	0,0135	0,0547	P2 e P3.1
Grupos (5 e 10) =	0,0113	0,0449	0,0214	P2 e P3.2
Grupos (5 e 11) =	0,0181	0,0313	0,0762	P2 e P3.3
Grupos (6 e 7) =	0,9159	0,8659	0,6884	
Grupos (6 e 8) =	0,0252	0,0547	0,0226	P2.1 e P3
Grupos (6 e 9) =	0,0181	0,0239	0,0226	P2.1 e P3.1
Grupos (6 e 10) =	0,0202	0,0728	0,0078	P2.1 e P3.2
Grupos (6 e 11) =	0,0313	0,0521	0,033	P2.1 e P3.3
Grupos (7 e 8) =	0,0191	0,0366	0,0603	P2.2 e P3
Grupos (7 e 9) =	0,0135	0,0152	0,0603	P2.2 e P3.1
Grupos (7 e 10) =	0,0152	0,0496	0,0239	P2.2 e P3.2
Grupos (7 e 11) =	0,0239	0,0348	0,0834	P2.2 e P3.3
Grupos (8 e 9) =	0,8992	0,7355	1	
Grupos (8 e 10) =	0,9327	0,8992	0,704	
Grupos (8 e 11) =	0,9327	0,9832	0,8825	
Grupos (9 e 10) =	0,9663	0,6423	0,704	
Grupos (9 e 11) =	0,8328	0,7515	0,8825	
Grupos (10 e 11) =	0,8659	0,8825	0,5977	

Dados os valores da Tabela 8, nota-se que o p-valor é menor do que o nível de significância aceito e que portanto, há diferenças significativas entre esses grupos, com relação aos parâmetros apresentados.

Desse modo, os dados obtidos do teste não paramétrico de Kruskal Wallis evidenciaram que as amostras do ponto P2, P2.1 e P2.2 (Murundu 2) diferiram dos demais pontos analisados para os parâmetros como Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (índice de saturação por bases) e apresentaram resultados semelhantes para os outros parâmetros analisados. É importante frisar nesse caso, que os pontos do Murundu 2 apresentaram características morfológicas mais semelhantes com o Latossolo do que com o Gleissolo e que as análises químicas confirmaram se tratar de um Latossolo.

O processo de latolização se caracteriza pela remoção da sílica e das bases do perfil de solo, após a transformação dos minerais primários, além de apresentar no solo, teores

elevados de óxidos de ferro e alumínio que são agentes agregantes e comumente são solos ácidos (FARIAS, 2016).

Os demais pontos da área de estudo, tais como P1 (Murundu), P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana), P5 (Plantio de cana) e P6 e P6.1 (Mineração) apresentaram resultados estatísticos que mostram semelhança entre esses pontos para os parâmetros analisados, sendo possível fazer uma melhor comparação entre os dados químicos desses pontos.

7. Gestão de áreas úmidas

Diante de um cenário legislativo de conservação ambiental ineficaz e da comprovação por meio de análises morfológicas, granulométricas e químicas, de que a paisagem da região vem sendo intensamente modificada, nota-se a relevância de políticas reais de conservação.

Nesse contexto, os planos diretores municipais de Uberaba e Uberlândia foram pesquisados com a intenção de compreender como o planejamento do uso do solo é feito por cada um deles.

O plano diretor é um instrumento de planejamento e ordenamento territorial do município, considerando a preservação e a sustentabilidade ambiental, visto que determina regras para orientar, induzir e organizar as atividades urbanas e rurais, levando em consideração, aspectos importantes da sociedade, tais como meio ambiente, habitação, transporte, desenvolvimento urbano, economia, entre outros.

Algumas das diretrizes propostas no plano diretor de Uberlândia (Lei Complementar nº 023/2017), se referem à proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos (Artigo 5º, Inciso III).

O plano diretor de Uberlândia apresenta no seu Artigo 6º, Inciso III, a necessidade de recuperar, proteger, conservar e preservar os ambientes naturais e construídos, incluindo também o patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e paisagístico. No Inciso IX é apresentada a importância de incorporar o componente ambiental na definição dos critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, principalmente no que tange à proteção dos mananciais e recursos hídricos, à biodiversidade e recuperação de áreas degradadas.

De modo geral, o plano diretor de Uberlândia enfatiza a importância da proteção e conservação ambiental, mas não especifica as áreas úmidas presentes no município e que são de grande relevância para o cenário ambiental regional.

A Lei Complementar nº 359/06, consolidada em março de 2013, apresenta o Plano Diretor do Município de Uberaba, o qual institui pelo Artigo 1º, Inciso II a proteção ao meio ambiente, segundo os princípios da política ambiental e da função socioambiental da propriedade.

O plano diretor faz menção frequente à implantação de projetos ambientais que preze pela preservação e conservação do meio, assim como a elaboração do zoneamento ambiental, definição de corredores de fauna e flora, identificação de pontos de recarga de aquíferos, incentivo a recuperação e preservação da mata ciliar e de galeria, além da restrição à ocupação e controle do uso das áreas de mananciais, bem como a preservação de áreas próximas às nascentes, entre outras ações.

Da mesma forma, há menção quanto à articulação conjunta dos municípios e órgãos de esferas superiores para a proteção do meio ambiente, como dos mananciais do Rio Uberabinha e Ribeirão Bom Jardim.

A preservação de áreas úmidas consta no Plano Diretor de Uberaba no Artigo 78, que dá garantia à sustentabilidade de bacias hidrográficas, mananciais e solos hidromórficos, assim como no Artigo 90, que regulamenta a criação de uma área de relevância ecológica constituída por covaais e solos hidromórficos.

Dessa forma, percebe-se que o Plano Diretor de Uberlândia menciona as questões ambientais de modo mais generalizado, sem especificar os ecossistemas de maior fragilidade e que devem ser priorizados na conservação e recuperação, não sendo observadas menções quanto às áreas úmidas.

Notou-se um interesse distinto quanto à conservação ambiental das áreas úmidas que abrangem esses dois municípios, criando um conflito entre as ações propostas no plano diretor de Uberaba em comparação ao de Uberlândia. Diante disso, buscou-se saber sobre a existência de outro instrumento para a conservação e recuperação das áreas úmidas na área de estudo. Nesse sentido, o Comitê de Bacias Hidrográficas responsável pela área de estudo é o do Rio Araguari (Figura 20).

A Bacia Hidrográfica é considerada pela legislação brasileira como sendo uma unidade territorial na qual está em execução os preceitos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Nestas unidades territoriais é feita a gestão de recursos hídricos descentralizada, que integra a participação do poder público (governo federal, estadual e municipal), dos usuários e comunidades dos municípios abrangidos pela bacia, como consta na Lei Federal nº 9.433 de 08/01/1997.

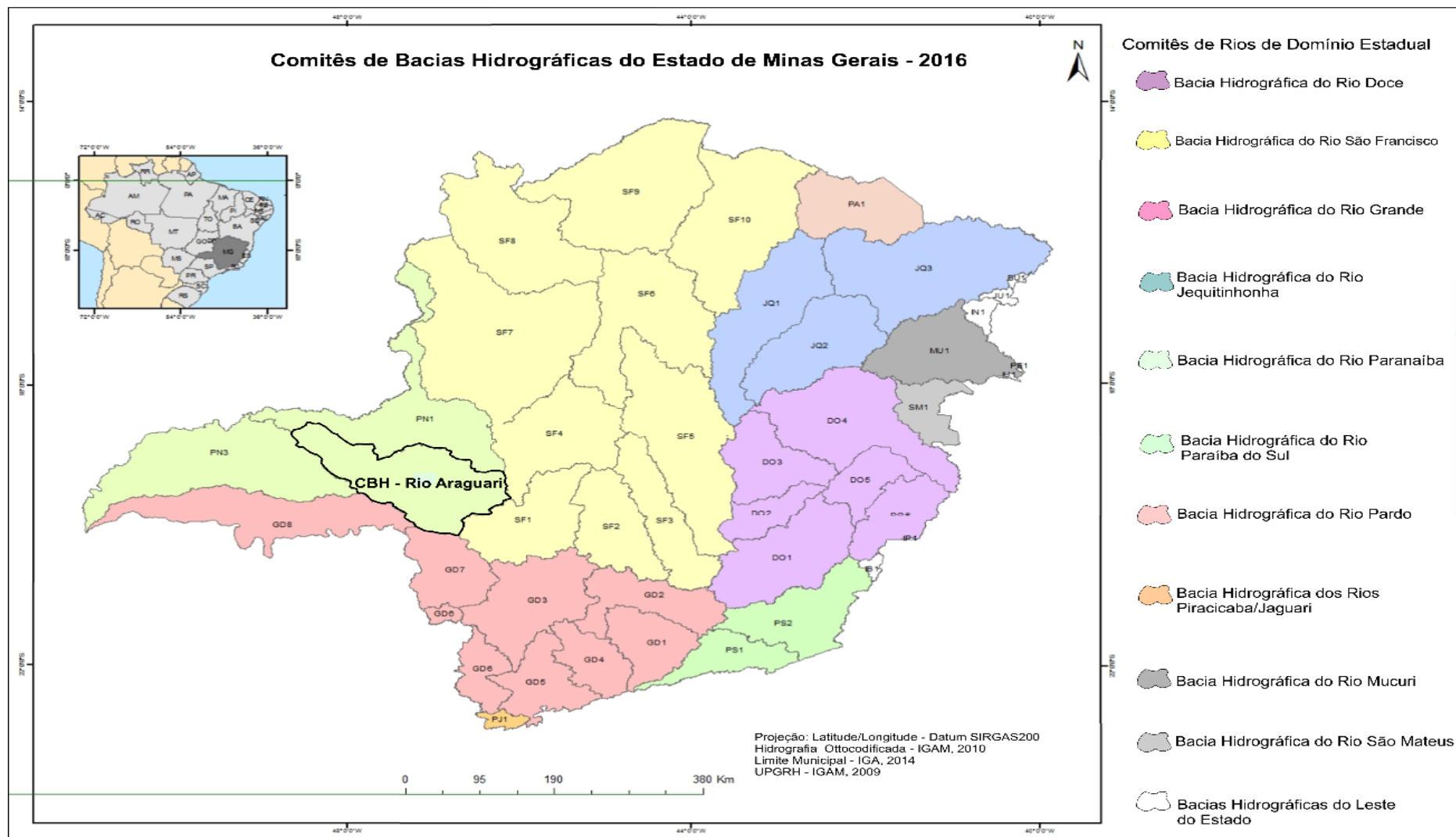


Figura 20 - Domínio do Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Araguaari. Adaptado do IGAM (2018).

Dadas as prerrogativas citadas, a criação do comitê de bacia propicia o encontro dos três segmentos distintos da sociedade, com o intuito de gerir os recursos hídricos numa bacia hidrográfica, não considerando os limites administrativos, mas sim, o limite da bacia, possibilitando uma ação mais efetiva.

Na área de estudo, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (MG) é o responsável pela gestão dos recursos hídricos da chapada, compreendendo uma área geográfica de 21.856 km² (Figura 21) incluindo 20 municípios do Triângulo Mineiro (JUNIOR et al., 2004).

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/97, os Comitês de Bacias Hidrográficas surgem como órgão colegiado na gestão dos recursos hídricos de uma determinada região, apresentando caráter deliberativo, consultivo e normativo. Os comitês podem abranger a área de uma bacia hidrográfica, de uma sub-bacia, de um rio tributário que pertence a bacia, de um grupo de bacias ou sub-bacias adjacentes (NAVES, 2017).

A referida Lei Federal citada dispõe sobre as prerrogativas da existência dos comitês de bacias hidrográficas, listando as suas atribuições, tais como: promoção do debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia, articulação da atuação das entidades que trabalham com o tema, arbitragem nos conflitos relacionados aos recursos hídricos, aprovação e acompanhamento da execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, estabelecimento dos mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e determinação de critérios e promoções quanto ao rateio do custo das obras de uso múltiplo.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são uma realidade recente no cenário legislativo do planejamento brasileiro, principalmente por permitirem que vários segmentos da sociedade atuem na dinâmica social de forma integradora, fazendo com que o processo de gestão esteja mais próximo da sociedade e compreenda realidades específicas de uma dada localidade (NAVES, 2017)

É uma forma de participação que propicia a deliberação sobre a gestão dos recursos hídricos de modo compartilhado com as demais esferas da sociedade com relação a um bem que é público, sendo esta a principal e maior diferença quanto às demais formas de participação pública mencionadas na legislação (RABELO, 2012).

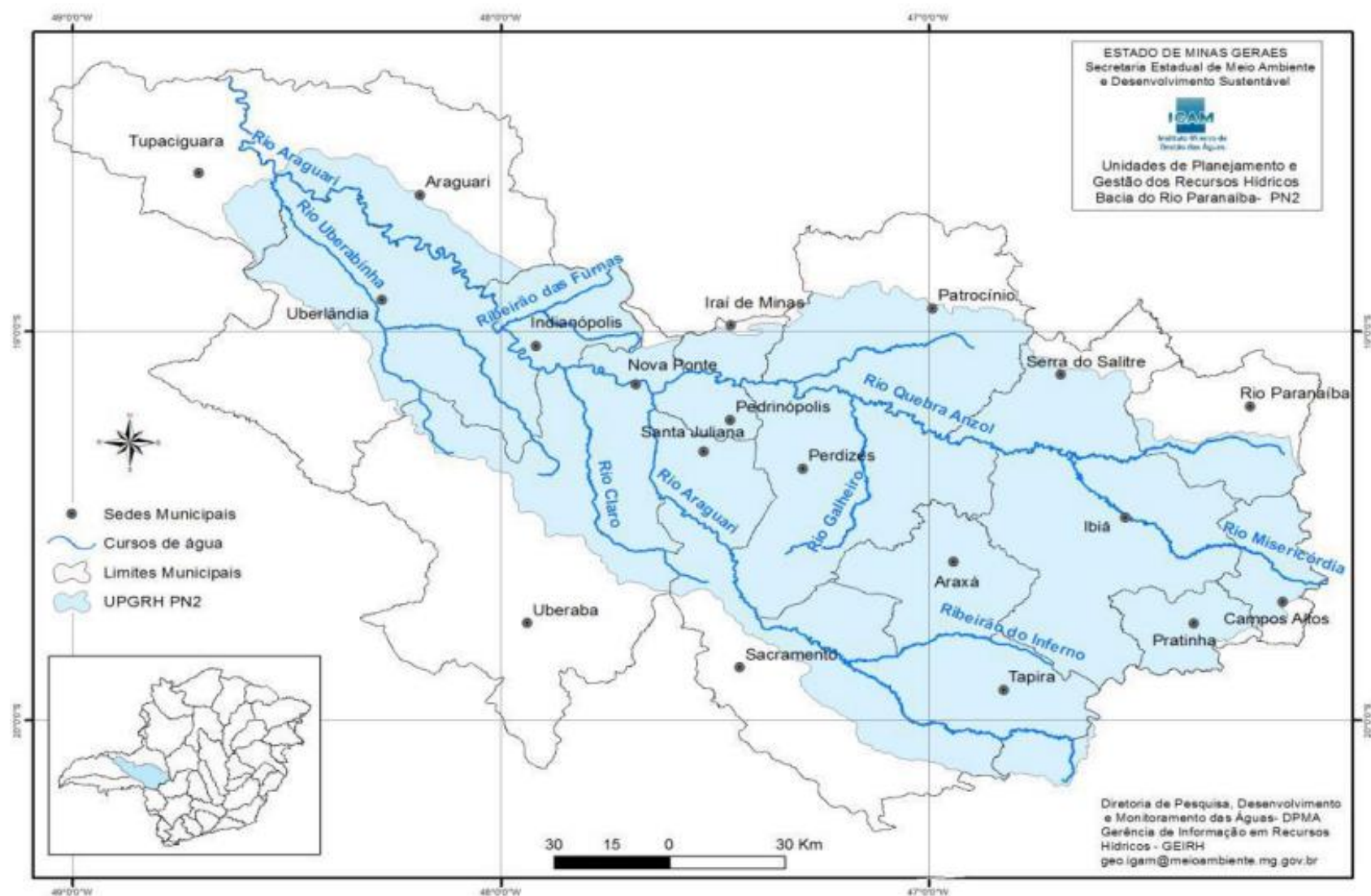


Figura 21 - Municípios presentes na área do Comitê de Bacias do Rio Araguari (ABHA, 2016).

Os comitês de bacias hidrográficas deliberam sobre os recursos hídricos, mas não são os responsáveis pela execução das decisões aprovadas, sendo tal responsabilidade da Agência da Bacia. No Brasil, são poucos os comitês que contam com uma instituição que execute o que foi determinado pelos comitês (RABELO, 2012).

Segundo o IGAM (2018), a Agência de Bacia é a unidade executiva de apoio aos respectivos comitês, relativo ao suporte administrativo, técnico e financeiro, atuando na cobrança pelo uso dos recursos em uma determinada localidade. Em Minas Gerais, as Agências de Bacias são instituídas por meio de decreto e mediante autorização legislativa.

A Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (ABHA) é a entidade equiparada à Agência de Bacia no que se refere à Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, onde está inserida a área de estudo.

O cenário legislativo em âmbito municipal evidencia a falta de medidas protetivas às áreas úmidas de Uberlândia e o não cumprimento das ações municipais estipuladas por Uberaba quanto a esse ecossistema. Por outro lado, o Comitê de Bacias Hidrográficas se mostra omissos com relação à proteção de nascentes, já que muitas áreas úmidas dessa região são áreas de nascente de significativa importância para os municípios vizinhos e estão sendo utilizadas para fins econômicos.

O fato que pode estar relacionado à falta de atuação dos municípios e órgãos regionais se refere à estrutura socioeconômica do Triângulo Mineiro, onde o agronegócio determina a ocupação e o uso do solo (Figura 22), sobressaindo-se em relação aos interesses públicos.

Essa região é uma área estratégica para grupos nacionais e internacionais realizarem pesquisas e cultivo de sementes, sendo atualmente um dos principais espaços de acolhida para os grandes grupos de empresas organizadas em prol da produção agrícola destinada à exportação (PEREIRA, 2012).

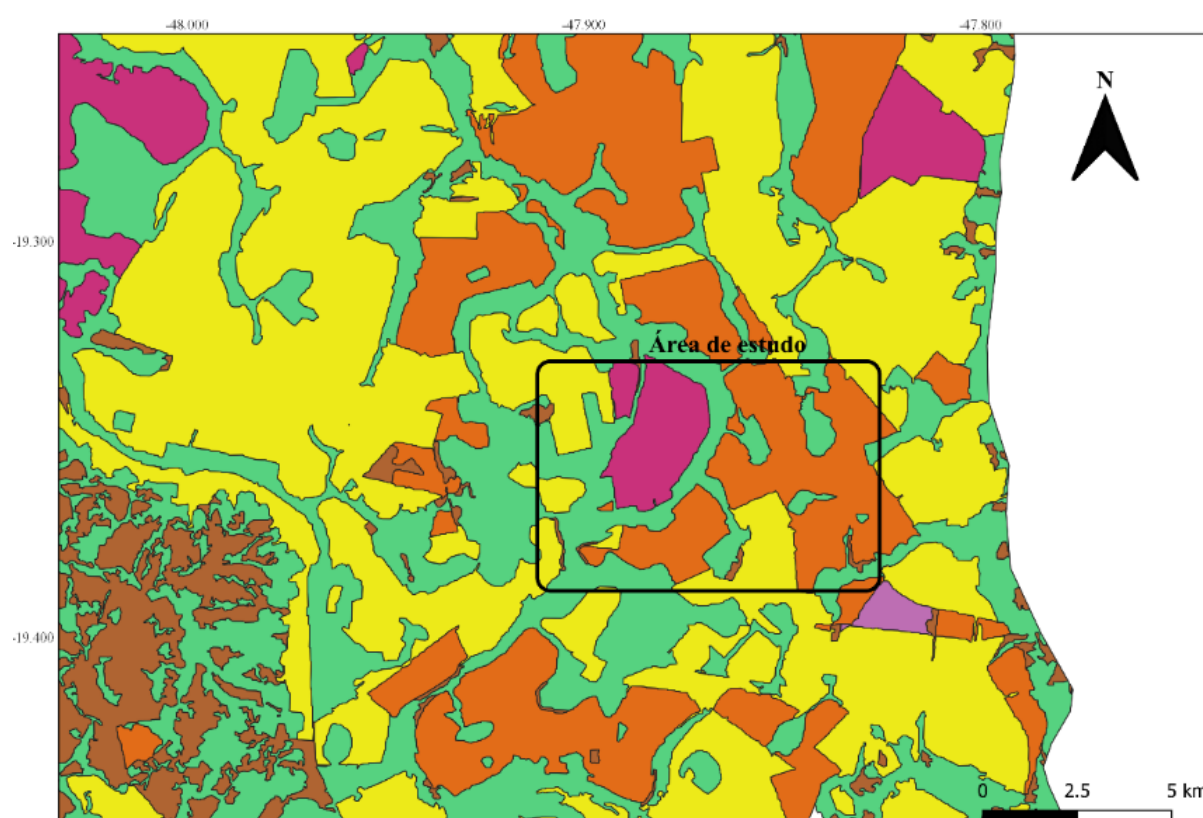
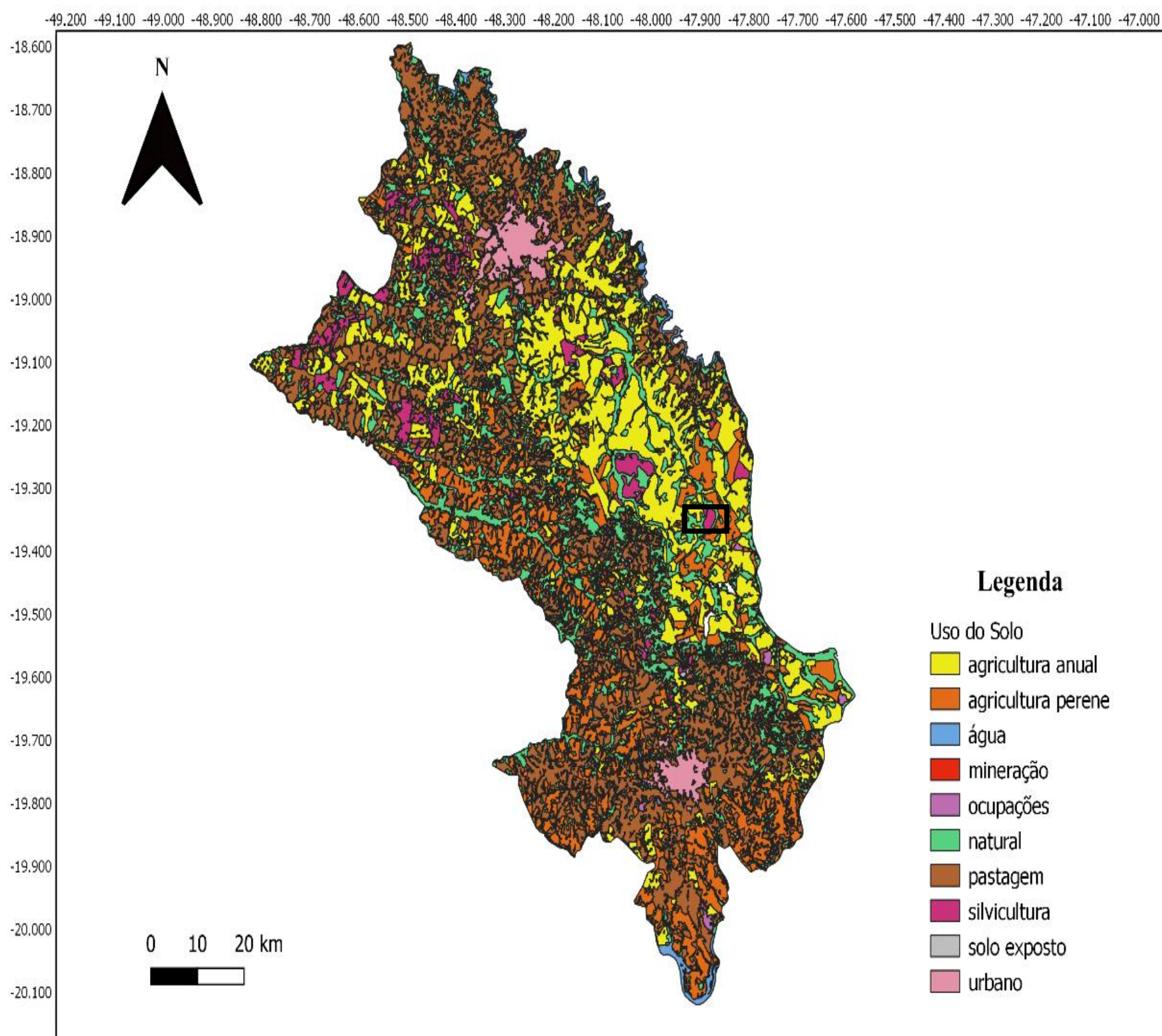


Figura 22 - Mapa de uso e ocupação de Uberlândia e Uberaba, em detalhe, a área de estudo. Modificado de IDE-Sisema (2018) - Imagem Modis (2012)

A partir dos anos de 1990, o Brasil passou a ter interesse em se tornar um produtor de destaque no cenário da produção mundial de etanol, e dentre os espaços produtivos no país, o Triângulo Mineiro se tornou o principal local do Estado (PEREIRA, 2012).

Diante da demanda de etanol no cenário interno e externo e considerando as políticas que valorizam os biocombustíveis, assim como o desenvolvimento do agronegócio no Triângulo Mineiro claramente por razões econômicas, há uma progressiva promoção relacionada ao desenvolvimento de usinas. O discurso ambiental, da mesma forma, incentiva o mercado de etanol dado o viés sustentável da utilização desse biocombustível, desconsiderando que o cultivo da cana-de-açúcar (matéria-prima desse combustível) requer uma quantidade significativa de terra para o cultivo (PEREIRA, 2012; SOUZA & JUNIOR, 2009).

Com o objetivo de superar todas as dificuldades apresentadas para a conservação de áreas úmidas, seja na esfera legislativa, econômica e/ou social, muitos países vêm desenvolvendo estratégias para conservação desses ambientes, seja pelo desenvolvimento de pesquisas ligadas a esse ecossistema, pela criação de leis e políticas públicas eficientes ou pela educação ambiental oferecida aos produtores rurais e outros grupos sociais.

Segundo informações da *Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2018)*, da *Junta de Andalucía*, a região de Andaluzia (Espanha), possui um patrimônio referente às áreas úmidas mais rico, variado e melhor conservado de toda a Espanha e também da União Europeia.

A criação de uma grande rede de informações sobre as áreas úmidas presentes nessa região se deu pela necessidade de preservar e conservar esse ambiente, seguindo a filosofia de que para isso, seria importante conhecer a organização, funcionamento e dinâmica desse ecossistema. Além disso, diversos tratados e convenções internacionais de importância para a conservação direta ou indireta desse ecossistema foram aprovados, desde a década de 1970, pela Espanha, incluindo a Convenção de Ramsar, ainda de acordo com informações da *Junta de Andalucía (2018)*.

No Brasil, não há um modelo de conservação e recuperação de áreas úmidas. Desse modo, para esta pesquisa foram elaboradas propostas para a área de estudo, de acordo com as ações apresentadas na gestão das áreas úmidas de Andaluzia, realizando adaptações específicas para a área de estudo que possibilitam uma melhor eficiência na conservação e gestão dessa área (Quadro 1, 2 e 3).

Quadro 1- Propostas de curto prazo (1 a 3 anos)

1. Mapeamento das áreas úmidas estudadas neste trabalho e que abrangem uma área de aproximadamente 350 km², com a demarcação de áreas de interesse em razão do uso e ocupação do solo próximos a esse ecossistema.
2. Descrição morfológica dos pontos selecionados de modo a serem representativos das áreas escolhidas, observando-se as possíveis alterações nas características morfológicas do solo, como descritas nesse trabalho.
3. Coleta de amostras de solo desses pontos para análise físico-química, comparando-se os resultados da granulometria com as características dos solos hidromórficos e os valores químicos com os valores fornecidos pela EMBRAPA.
4. Coleta de amostras de água, para análise de parâmetros químicos, tendo como base os valores de referência da Resolução CONAMA 420/2009. Realizar uma análise Hidroquímica dessas águas.
5. Estudo de indicadores biológicos para compreender a estrutura, funcionamento e peculiaridades desse ambiente em razão da flora existente, assim como da diversidade faunística.
6. Identificação dos fatores externos que podem causar tensão a este ecossistema, influenciando em seu estado de conservação.
7. Elaboração de relatórios técnicos semestrais a respeito da situação ambiental, considerando que as características observadas são influenciadoras da qualidade da água dos corpos hídricos próximos, visto serem áreas de recarga.

8. Amparo legal por parte dos municípios de Uberlândia e Uberaba quanto às ações do Comitê de Bacia do Rio Araguari, potencializando as ações voltadas à conservação das áreas úmidas.

Quadro 2 - Propostas de médio prazo (3 a 5 anos)

9. Desenvolvimento de projetos de educação ambiental para a população rural e urbana dos municípios próximos a essa área, podendo desenvolvê-los com o apoio de estudantes universitários.
10. Restrições ao uso da terra em localidades compreendidas como frágeis, desenvolvendo estratégias para áreas ocupadas, seja pelo agronegócio como também pelos pequenos produtores.
11. Restauração das áreas degradadas a partir da elaboração de um plano específico dado o estado ambiental da área, tamanho e localidade, assim como o nível de interferência humana.
12. Criação de um banco de dados contendo os relatórios técnicos elaborados, assim como dados adicionais a fim de se criar um histórico da área que ajude a compreender a melhor forma de gerenciar o ambiente.
13. Programar ações de gestão e restauração anuais a partir das informações adquiridas.
14. Promover a realização de linhas de pesquisa na área de estudo com instituições de pesquisa e universidades, criando uma colaboração mútua.

Quadro 3 - Propostas de longo prazo (5 a 7 anos)

15. Elaborar uma relação dos impactos que incidem sobre essas áreas úmidas, considerando o nível de intervenção humana, para compreender e minimizar os efeitos negativos.
16. Fomentar a realização de ações educativas e de divulgação destinadas aos turistas e visitantes dos municípios de Uberlândia e Uberaba.
17. Estabelecer e medir os indicadores socioeconômicos dos municípios de Uberaba e Uberlândia, próximos a essas áreas úmidas, com o intuito de avaliar os efeitos positivos que a correta gestão exerce sobre o bem estar, qualidade de vida e nível de conscientização da população local.
18. Estabelecer incentivos fiscais aos empreendimentos localizados na área, que desempenhem ou invistam na recuperação e conservação das áreas úmidas.
19. Classificação das áreas úmidas do Triângulo Mineiro por meio de iguais características, ajudando a compreender o funcionamento e gestão de áreas semelhantes.

Acrescenta-se que para uma gestão integrada é preciso identificar os diferentes usuários locais desse sistema hidrológico, compreendendo as funções desse ambiente e os interesses relacionados a cada um dos grupos sociais associados, considerando usuários diretos e indiretos, agricultores, moradores próximos, pessoas que de algum modo utilizam a área e pesquisadores que buscam conservá-la. (TURNER et al., 2000).

Além disso, as áreas úmidas não podem ser gerenciadas de modo isolado quanto ao desenvolvimento de políticas e estratégias de gestão, sendo essencial uma coordenação entre os níveis nacionais e locais (ADGER & LUTTRELL, 2000).

Espera-se com as propostas citadas criar uma consciência quanto aos valores das áreas úmidas em seus diferentes níveis, esclarecer e identificar a divisão de responsabilidades entre diferentes níveis de decisão, a fim de estabelecer um nível

hierárquico consistente, além de incentivar acordos de instituições locais, como universidades, para gerir o uso sustentável dessas áreas (TURNER et al., 2000).

De forma inquestionável, destaca-se a necessidade de mudar o comportamento da sociedade no âmbito ambiental, sendo esta uma das chaves para resolver a problemática apresentada e com isso mitigar a destruição de áreas úmidas. Concomitantemente, ampliar e complementar o conhecimento científico desse ambiente, concebendo-o como um complexo ecossistema que proporciona benefícios à sociedade (TURNER et al., 2000).

A comunicação, seja por meio digital, televisivo ou científico, surge como um meio provável de se ter sucesso devido ao potencial das palavras, as quais podem atingir desde cientistas até a população local (BURGESS et al., 2000).

É perceptível que os interesses e entendimentos acerca do meio ambiente nem sempre serão mútuos e compatíveis, fato este que implica na existência de políticas públicas para gerir o uso do meio ambiente e órgãos ambientais que se encarreguem de fazer cumprir o estabelecido (TURNER et al., 2000).

8. Considerações finais

Diante das análises ambientais realizadas na área de estudo, foram identificadas algumas alterações morfológicas e químicas nos solos agrícolas e de mineração.

Foram analisados 6 pontos, com a coleta de 12 amostras para identificação de mudanças físico-químicas e na morfologia dos solos estudados, assim como alterações do nível freático.

Através da caracterização dos perfis de solo, foi possível identificar algumas alterações morfológicas nos solos do P3, P3.1, P3.2 e P3.3 (Murundu Drenado), P4 (Plantio de cana), P5 (Plantio de soja), P6 e P6.1 (Mineração). Houve alteração do nível freático no P4 (Plantio de cana) em comparação ao P1 (Murundu), que se encontram na mesma altitude, enquanto que nos demais pontos o nível freático não foi observado, possivelmente em razão da maior altitude.

Quanto às análises granulométricas, a grande parte das amostras foram classificadas como argilosas ou muito argilosas, com exceção da amostra (20-40 cm) do P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja), que foram classificadas como argilo siltosa e franco argilo siltosa, respectivamente. Contudo, as alterações observadas quanto à granulometria não foram diretamente relacionadas ao uso desses solos para fins agrícolas.

As análises químicas evidenciaram teores elevados de micro e macronutrientes nesses solos, principalmente nas camadas superficiais do P4 (Plantio de cana) e P5 (Plantio de soja), baixa saturação por bases na maioria dos pontos e elevadas concentrações de alumínio, principalmente no P6 e P6.1 (Mineração). Por meio das análises químicas notou-se alterações derivadas do uso do solo para fins agrícolas, assim como pela mineração.

Considerando os impactos determinados e a ocupação e uso do solo, nota-se que a legislação Brasileira e os Instrumentos de Planejamento em níveis estaduais e municipais não foram eficientes em relação à conservação das áreas úmidas, permitindo brechas legais ou omissões que impedem a correta gestão ambiental. Além disso, ainda que as leis ambientais busquem a conservação do meio ambiente, não há especificações claras sobre o que seriam as áreas úmidas, sendo outro ponto conflitante para sua preservação. Interesses privados se sobrepõem claramente aos interesses públicos em relação ao uso e ocupação dos solos.

Através da análise de estudos internacionais, foram percebidos diversos esforços para conservação desses ambientes, a partir de diferentes modelos de gestão ambiental,

considerando não somente a preservação dessas áreas, mas também sua utilização para fins econômicos regionais que beneficiassem as comunidades locais.

Dessa forma, foram colocadas algumas propostas para a conservação e recuperação das áreas úmidas da área de estudo, considerando o modelo de gestão espanhol de Andaluzia visto que essa região apresenta um modelo bem desenvolvido, tendo delimitado as áreas úmidas da região e adotado medidas eficientes para sua conservação.

As áreas úmidas de todo o mundo apresentam um papel essencial no equilíbrio ecológico natural, por abrigarem diferentes espécies animais e serem habitats de uma grande variedade de espécies vegetais de características específicas. Desempenham funções econômicas e sociais ao armazenar e purificar água, armazenar carbono orgânico, regular o clima regional, além de serem locais propícios ao desenvolvimento de atividades turísticas e econômicas.

O desenvolvimento de modelos de gestão ambiental que busquem a correta e eficaz conservação de áreas úmidas se faz importante, assim como evidenciado pela presente pesquisa, em que a criação de tal modelo deve ser específica a determinada localidade em razão das diferentes características ambientais, sociais e econômicas encontradas em todo o país.

9. Referências

AB'SABER, A.N. 1971. *Contribuição à Geomorfologia da área dos Cerrados*. In: Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: EDUSP, 97-103p.

ABHA – ASSOCIAÇÃO MULTISSETORIAL DE USUÁRIOS DE RECURSOS H+IDRICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. 2016. Disponível em:<
http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/relatorio_gestao__indicador_2a_plano_aplicacao.pdf> Acessado em: 20 de outubro de 2018.

ADGER, W. N. & LUTTRELL, C. 2000. *Property rights and utilisation of wetlands*. Special Issue: The Value of wetlands: landscape and institutional perspectives. Elsevier Science, Ecological Economics 35, p.75-89.

ADIS, J. 1997. *Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns*. In The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System, JUNK, W.J (ed.). Ecological Studies 126, Springer Verlag: Berlin/Heidelberg/New York; 299–317.

ADIS, J.; JUNK, W.J. 2002. *Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review*. Freshwater Biology 47: 711–731.

ALEXANDRE, J. R.; OLIVEIRA, M. L. F.; dos SANTOS, T. C.; CANTON, G.C.; da CONCEIÇÃO, J.M.; EUTRÓPICO, F.J.; CRUZ, Z.M.A.; DOBBSS, L.B.; RAMOS, A.C. 2012. *Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo*. Revista Natureza online. 6p.

AMARAL, A. F. 1999. *Estrutura comunitária da vegetação, em uma seção transversal de vereda da reserva vegetal do CCPIU*. 1999. 54 f. Monografia (Bacharelado em Biologia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ARAÚJO NETO, M.D. 1981. *Solo, água e relevo dos campos de murundus na Fazenda Água Limpa*, Distrito Federal. Brasília: UnB.112p. Tese de Mestrado.

ARAÚJO NETO, M.D.; FURLEY, P.A.; HARIDASAN, M.; JOHNSON, C.E. 1986. *The murundus of the Cerrado region of Central Brazil*. Journal of Tropical Ecology, v.2, p.17-35.

ARAÚJO, G. M.; BARBOSA, A. A.; ARANTES, A. A.; AMARAL, A. F. 2002. *Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG*. Revista Brasileira de Botânica 25: 475–493.

ARAUJO, J.L.; FAQUIN, V.; VIEIRA, N.M.B.; OLIVEIRA, M.V.C. de.; SOARES, A.A.; RODRIGUES, C.R.; MESQUITA.A.C. 2012. *Crescimento e produção de arroz sob diferentes proporções de nitrato e amônio*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, p.921-930.

BACCARO, C. A. D.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. 2001. *Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural*. In: Sociedade & Natureza, Uberlândia, 13 (25) p.115-127.

BARBERI, M.; SALGADO-LABOURIAU, M.L.; SUGUIO, K. 2000. *Paleovegetation and paleoclimate of "Vereda de Águas Emendadas", DF, Central Brazil*. Journal South American Earth Sciences, 13: 241-254, DOI: 10.1016/S0895-9811.

BARCELOS, J. H. 1984. *Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar fora do Estado de São Paulo*. 190p. Tese (Livre Docência) – Departamento de Geociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BARLETTA, M.; JAUREGUIZAR, A. J.; BAIGUN, C.; FONTOURA, N. F.; AGOSTINHO, A. A.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L.; TORRES, R. A.; JIMENES-SEGURA, L.F.; GIARRIZZO, T.; et al. 2010. *Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems*. Journal of Fish Biology 76: 2118–2176.

BASILICI, G.; SGRBI, G.N.; FÜHR DLA`BÓ, P.F. 2012. A sub-Bacia Bauru: Um sistema continental entre deserto e cerrado. In: Yociteru Hasui; Celso Dal Ré Carneiro; Fernando Flávio Marques de Almeida; Andrea Bartorelli. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca. 900p.

BATEZELLI, A. 2003. *Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, 195p

BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. 2016. *Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil*. Journal of South American Earth Sciences, v. 65, p. 1-24.

BATEZELLI, A., et al. 2003. Análise Estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru-Ks) no centro-oeste do Estado de São Paulo. *Geociências*, v. 22, n 1, p. 5-32.

BJERREGAARD, P.; ANDERSEN, O. 2007. *Ecotoxicology of metals: sources, transport, and effects in the ecosystem*. In: Nordberg, G.F., Vouk, V.B. (Eds.), *Handbook on the Toxicology of Metals*. Elsevier, California, p. 251–280.

BORGES, F.A. 2012. *Caracterização Temporal das áreas úmidas e de preservação permanente da porção alto e médio curso d bacia hidrográfica do rio Uberabinha – MG com a aplicação de técnicas de geoprocessamento*. Dissertação Mestrado – Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 135f. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16130/1/diss%20fabiano.pdf>> Acesso em: 15 de maio de 2018.

BORGES, L.A.C.; de REZENDE, J.L.P.; PEREIRA, J.A.A.; JÚNIOR, L.M.C.; De BARROS, D.A. 2011. *Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira*. Ciência Rural, Santa Maria. 9p.

BRANDÃO, M.; CARVALHO, P. G.S.; BARUQUI, F. M. 1991. *Veredas: uma abordagem integrada*. Daphne. v. 1, n. 3, p. 5-8.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2010. *Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)*. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>> Acesso em: 20 de abril de 2018.

BRASIL. Decreto Federal nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934. *Aprova o Código Florestal*. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm> Acesso em: 10 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 4.711 de 15 de setembro de 1965. *Institui o novo Código Florestal*. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acesso em: 10 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 7.511 de 7 de julho de 1986. *Altera dispositivos da Lei nº 4.711, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7511.htm> Acesso em: 13 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 7.803 DE 17 DE JULHO DE 1989. *Altera a redação da Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6535 de 15 de junho de 1987 e 7511,*

de 7 de julho de 1986. Disponível em:<www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm>
Acesso em: 13 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>
Acesso em 13 de junho de 2018.

BRASIL. Decreto Federal nº 6.514 de 22 de julho de 2008. *Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências*. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm> Acesso em: 13 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>
Acesso em: 14 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938 de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: 14 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Estadual nº 14.309 de 19 de junho de 2002. *Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado*. Disponível

em:<<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=Lei&num=14309&ano=2002>> Acesso em: 13 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Estadual nº 12.585 de 17 de julho de 1997. *Dispõe sobre a reorganização do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - e dá outras providências*. Disponível em:< <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5449>> Acesso em: 14 de junho de 2018.

BRASIL. Decreto Federal nº 97.632 de 10 de abril de 1989. *Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm> Acesso em: 14 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em: 14 de junho de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08/01/1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acessado em: 30 de outubro de 2018.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*, de 5 de outubro de 1988. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 10 de junho de 2018.

BRULAND, G.L.; HANCHEY, M.F.; RICHARDSON, C.J. 2003. *Effects of agriculture and wetland restoration on hydrology, soils, and water quality of a Carolina bay complex*. Wetlands Ecology and Management 11, 141–156.

BUOL, S. W.; HOLF, D.F.; MC CRACKEN, Y. 1981. *Genesis y clasificacion de suelos*. Editorial Irillas: México, 417p.

BURGESS, J.; CLARK, J, HARRISON, C, M. 2000. *Knowledges in action: na actor network analysis of a wetland agri-environment scheme*. Special Issue: The Value of wetlands: landscape and institutional perspectives. Elsevier Science, Ecological Economics 35, p. 119-132.

CAPECHE, C.L. 2008. *Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista*. Comunicado Técnico. Pesquisador da Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 1º ed. 6f.

CASANOVA, M. T & BROCK, M. A. 2000. *How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities*. Plant Ecology 147: 237–250.

COELHO, C.V. De SOUSA. 2017. *Caracterização Petrográfica, Geoquímica e Mineralógica do Arenito da Formação Marília e Processos de Alteração*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus Rio Claro. 101f.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 009, de 6 de dezembro de 1990*. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0990.html>> Acesso em: 13 de junho de 2018.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 010, de 6 de dezembro de 1990*. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1090.html>> Acesso em: 13 de junho de 2018.

CONAMA — National Environmental Council, 2009. *Resolução nº 420 de 2009. Critérios e valores orientadores de qualidade do solo agrícola quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas*. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>> Acesso em: 14 de dezembro de 2017.

CONVENÇÃO SOBRE ZONAS ÚMIDAS. 1971. Disponível em: <<https://www.ramsar.org/>> Acesso em: 22 de outubro de 2017.

_____. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 2018. *Plan Andaluz de Humedales*. Junta de Andalucía. 253p.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; et al. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature 387: 253–260.

CORRÊA, W. L. P. 2006. *Contribuição à gênese e caracterização tecnológica das argilas da região de Uberaba, Minas Gerais*. Tese (Doutorado) – Departamento do Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 143f.

DARWALL, W.; SMITH, K.; ALLEN, D.; SEDDON, M.; MCGREGOR REID, G, CLAUSNITZER, V, KALKMAN, V. 2008. *Freshwater biodiversity – a hidden resource under threat*. In The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species, Vié J-C, Hilton-Taylor C, Stuard SN (eds). IUCN: Gland, Switzerland.

DIAS-BRITO, D. *et al.* 2001. *Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos*. *Revue de Paléobiologie*, v. 20, n. 1, p. 245-304.

DRECHSLER, M.; LOURIVAL, R.; POSSINGHAM, H.P. 2009. *Conservation planning for successional landscapes*. *Ecological Modeling* 220: 438–450.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1976. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Levantamento exploratório reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco, estado da Bahia*. Recife, 1976. 404 p. (Boletim de técnico, 38).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1978. *Levantamento de reconhecimento dos solos no Distrito Federal*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Rio de Janeiro. 455 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1982. *Levantamento de Média Intensidade dos Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Triângulo Mineira*. SNLS – Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1986. *Levantamento exploratório reconhecimento dos solos do Estado do Maranhão*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. 964 p. (Boletim de pesquisa, 35).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1991. *Dinâmica da Matéria Orgânica na região dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 22p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2008. *Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. (Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 205). 60p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2010. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. Embrapa Monitoramento por Satélite. RONQUIM, C.C. Campinas, São Paulo, 30p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2017. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Embrapa Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G, editores técnicos – 3.ed. rev. e ampl - Brasília, DF.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. *Compactação e Adensamento de Solo: caracterização, origem, riscos, danos e soluções*. Embrapa Trigo. DENARDIN, J.E. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31340322/artigo---compactacao-e-adensamento-de-solo-caracterizacao-origem-riscos-danos-e-solucoes>> Acesso em: 20 de abril de 2018.

ERWIN, T.L.; ADIS, J. 1982. *Amazonian inundation forests. Their role as short-term refuges and generators of species richness and taxon pulses*. In Biological Diversification in the Tropics, PRANCE, G.T (ed). Columbia University Press: New York; 358–371.

EWING, J.M.; VEPRASKAS, M.J.; BROOME, S.W.; WHITE, J.G., 2012. *Changes in wetland soil morphological and chemical properties after 15, 20, and 30 years of agricultural production*. Geoderma 179, 73–80.

FANNING, D.S & FANNING, M. C. B. 1931. *Soil: Morphology, Genesis and Classification*. University of Maryland. Wiley International Edition. Departmente, John Wiley & Sons. 395p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. *Guidelines for soil descriptions*, 4th edition, Rome.

FARIAS, P.K.P. 2016. *Gênese e levantamento de solos da Serra de Santana no Seridó Potiguar*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró. 82f.

FELFILI, J.M. 1995. *Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in Central Brazil*. *Vegetation* 117:1 –15

FERNANDES, L. A. 1992. *A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, L. A. 2004. *Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1: 1.000. 000*. Boletim Paranaense de Geociências, v. 55.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. 1996. *A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil)*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 68, n. 2, p. 195-206.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. 2000. *Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo)*. Brazilian Journal of Geology, v. 30, n. 4, p. 717-728.

FINLAYSON, C. M.; VAN DER VALK, A. G. 1995. *Wetlands classification and inventory: A summary*. *Vegetation*, 11, 185–192.

FOSCHINI, R. C.; Ribeiro, C. A. G.; Salvador, N. N. B. *Legislação ambiental sobre recuperação de áreas degradadas pela exploração de minérios e o uso do mecanismo da caução*. Anais do IV Congresso de Meio Ambiente da AUGM, São Carlos, 2009. Disponível em: < <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-152.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

GATHUMBI, S.M.; BOHLEN, P.J.; GRAETZ, D.A. 2005. *Nutrient enrichment of wetland vegetation and sediments in subtropical pastures*. Soil Science Society of America Journal 69, p.539–548.

GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A (eds). 2000. *Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation*, Volume Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands.

GIBBS, J. P. 2000. *Wetland loss and biodiversity conservation*. Cons Bio 14(1):314–317.

GOOGLE EARTH- MAPAS. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acessado em: 12 de abril de 2018.

HASUI, Y. A. 1968. *Formação Uberaba* In: Congresso Brasileiro de Geologia, 22, 1968, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, SBG, p. 167-179.

HOEINGHAUS, D. J.; AGOSTINHO, A. A; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M.; OKADA, E. K.; LATINI, J. D, KASHIWAQUI, E. A. L.; WINEMILLER, K. O. 2009. *Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries*. Conservation Biology 23: 1222–1231.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. Mapas Temáticos (político-administrativos). Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/politico-administrativo/estaduais>> Acessado em: 16 de junho de 2018.

IDE-SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). 2018. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>> Acessado em: 31 de outubro de 2018.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2018. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Governo de Minas Gerais. Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/>> Acessado em: 04 de novembro de 2018.

JANSEN, S.; SMETS, E.; HARIDASAN, M. 2003. *Aluminum accumulation in flowering plants*. In: BLUMEL, D. D.; RAPPAPORT, A. (Ed). Mc-Graw Hill Yearbook of Science and Technology. New York: McGraw-Hill, p. 11-13.

JUNIOR, J.; PESSÔA, V. L. S.; GOBBI, W. A. de O. Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais: O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. In: LIMA, S. do C.; SANTOS, R. J dos. *Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari: rumo ao desenvolvimento sustentável*. Uberlândia, 2004.

JUNK, W.J. 2000. *Mechanisms for development and maintenance of biodiversity in neotropical floodplains*. In Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation. Vol. 1, GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A (eds). Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands; 119–139.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L.D.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHONGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A.A. 2013. *Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection*. Mar. Freshw. Ecosyst, Aquatic Conserv.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHONGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J.M.; WITTMANN, F. 2011. *A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands*. Springer, vol. 31, 4º ed.p. 623–640.

KING, L.C.A. 1956. *Geomorfologia do Brasil Oriental*. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.2, n.18, p.147-265.

LIMA, J.F.W.; SILVA, E.M. 2008. *Recursos Hídricos do Bioma Cerrado – Importância e situação*. In: Cerrado - Ecologia e Flora. Ed. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2v (1279p.)

LOURIVAL, R.; DRECHSLER, M.; WATTS, M.E.; GAME, E.T.; POSSINGHAM, H.P. 2011. *Planning for reserve adequacy in dynamic landscapes; maximizing future representation of vegetation communities under flood disturbance in the Pantanal wetland*. Diversity and Distributions 17: 297–310.

MARQUES, J.J.; SCHULZE, D.G.; CURI, N.; MERTZMAN, S.A. 2003. *Major elemento geochemistry and geomorphic relationships in Brazilian Cerrado soils*. Elsevier Science, Geoderma 119, p.179-195.

MARTINS, F. P. 2014. Caracterização física e química de latossolos e gleissolos no campo de Murundu do Córrego da Fortaleza, Chapada oeste do Triângulo Mineiro. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 92 f.

MCKIGHT, P. E. and NAJAB, J. 2010. Kruskal-Wallis Test. In The Corsini Encyclopedia of Psychology (eds I. B. Weiner and W. E. Craighead). doi:10.1002/9780470479216.corpsy0491

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystems and human wellbeing: wetlands and water*.

MINAS GERAIS. Lei Complementar nº 023/2017. Dispõe sobre a revisão plano diretor do município de Uberlândia, revoga a lei complementar nº 342, de 19 de outubro de 2006, e dá outras providências. Prefeitura de Uberlândia. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/18270.pdf> Acessado em: 30 de outubro de 2018.

MINAS GERAIS. Lei Complementar nº 359/06. Institui o Plano Diretor do Município de Uberaba, e dá outras providências. Câmara Municipal de Uberaba. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano_diretor/arquivos/legislacao_urbanistica_vigente/lei_complementar_359/lei_complementar_359.pdf> Acessado em: 25 de outubro de 2018.

MITRA, S.; WASSMANN, R.; VLEK, P.L.G. 2005. *An appraisal of global wetland area and its organic carbono stock*. Current Science, v. 88, n. 1, 10 january.

MOTTA, P.E.F.; CARVALHO-FILHO, A.; KER, J.C.; PEREIRA, N.R.; CARVALHO Jr. W.; BLANCANEUX, P., 2002. *Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro*. Pesqui. Agropecu. Bras. 37, p. 869–878.

MUNSELL *Soil Color Chats*. 2000. GretagMacbeth, 21p.

NAIMAN, R.J.; DECAMPS, H. 1997. *The ecology of interfaces: riparian zones*. Annual Review of Ecology and Systematics 28: 621–658.

NAVES, J.G.P. 2017. *O comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (MG) e sua importância para a tomada de consciência socioambiental*. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Programa de pós-graduação em Geografia (Dissertação de Mestrado). 114p.

NISHIYAMA, L. 1989. *Geologia do Município de Uberlândia e áreas adjacentes*. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 1, n.1, p. 9-16.

NISHIYAMA, L.; BACCARO, C.A.D. 1989. *Aproveitamento dos recursos minerais nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: uma agressão ao meio natural*. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v.1, n.1, p.49-52.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J.; LEITÃO-FILHO, H. 2007. *Woody vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: a preliminary typology*. Amazoniana 19: 159–184.

NOGUEIRA, J.B. 2005. *Mecânica dos Solos – Ensaios de Laboratório*. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Geotecnia. São Carlos, 284p.

OLIVEIRA, D.A. 2013. *Áreas de preservação permanente em topo de chapada e sua adequação à legislação federal*. Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geografia. 125p.

OLIVEIRA FILHO, A.T. 1992a. *Foodplain “murundus” of entral Brazil: evidence for the termite-origin hypothesis*. Journal of Tropical Ecology, v.8, n.1, p.1-19.

OLIVEIRA FILHO, A.T. 1992b. *The vegetation of Brazilian “murundus”: the island.-effect on the plant community*. Journal of Tropical Ecology. V.8, n.4, p.465-486.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M.N. 1992. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 210p.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; FURLEY, P.A. 1990. *Monchão, cocuruto, murundu*. Ciência Hoje, v.11, n.61, p.30-37.

PENTEADO-ORELLANA, M.M. 1980. *Microrelevos associados e térmitas no Cerrado*. Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.20, n.39-40, p.61-72.

PEREIRA, M.F.V. 2012. Os agentes do agronegócio e o uso do território no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba: da moderna agricultura de grãos à expansão recente da cana de açúcar. Revista do Departamento de Geografia (USP), vol. 23, p. 83-104.

PEREIRA, K. G. O. 2016. *A importância litoestrutural na morfogênese nas bacias dos ribeirões Douradinho e Estiva, no Triângulo Mineiro*. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 173 f.

_____. Prefeitura Municipal de Uberaba. 2012. *Plano de Manejo Emergencial*. Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Uberaba. 153p.

QUEIROZ, F. A. 2009. *Impactos da Sojicultura de Exploração sobre a Biodiversidade do Cerrado*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 193-209.

QUEIROZ, A. T. 2012 *Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica no alto e médio curso do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geografia, UFU, Uberlândia. 137f.

RABELO, D.L. 2012. Os comitês de bacias hidrográficas: saberes para a governamentalidade. In: PORTUGUEZ, A.P.; SEABRA, G.; QUEIROZ, O.T.M.M (Organizadores). *Turismo, espaço e estratégias de desenvolvimento local*. Editora Universitária da UFPB. João Pessoa. p. 333-343.

RADAMBRASIL. 1983. *Levantamento de Recursos Naturais*. Folha SE – 22, Goiânia, Rio de Janeiro, v.31.

RAIJ, B.V. 2011. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, 420p.

RAMOS, M.V.V. 2000. *Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso*. Universidade Federal de Lavras. Dissertação de Mestrado. 127p.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T.; DE SOUZA MARTINS, E. 2008. *Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos*. In: Cerrado - Ecologia e Flora. Ed. SANO, S.M.;

ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 2v (1279p.)

REINERT, D. J. & REICHER, J. M. 2006. *Propriedades físicas do solo*. Disponível em: <http://portais.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>
Acesso em: 18 de junho de 2018.

RESENDE, M.; CURI, N. L.; RESENDE, S. B; CORRÊA, G. F. 1995. *Pedologia: base para distribuição de ambientes*. Viçosa: NEPUT, 304p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. 1988. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação. Lavras. ESAL. Piracicaba: POTAFOS, 83p.

RICCOMINI, C. 1997. *Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. Revista Brasileira de Geociências, v. 27, n. 2, p. 153-162.

RIBEIRO, L. C. B.; DE SOUZA CARVALHO, I. 2007. *Peirópolis and Serra da Galga Site*, Uberaba, State of Minas Gerais.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. Cap.3, p.87-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 2008. *As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado*. In: Cerrado - Ecologia e Flora. Ed. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 2v (1279p.)

RODRIGUES, G. S. S. C. *Os instrumentos de gestão da política ambiental do estado de Minas Gerais e a expansão da cana-de-açúcar no triângulo mineiro, Brasil*. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, 2011, pp. 1-12.

ROSOLEN, V.; DE CAMPOS, A. B.; GOVONE, J. S.; ROCHA, C. 2015a. *Contamination of wetland soils and foodplain sediments from agricultural activities in the Cerrado Biome (State of Minas Gerais, Brazil)*. Catena 128, p.203-210.

ROSOLEN, V.; OLIVEIRA, D. A.; BUENO, G. T. 2015b. *Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation*. Wetlands Ecol Manage, n.23, p.285-292.

ROSOLEN, V., OLIVEIRA, D.A., BUENO, G.T., 2015c. *Vereda and murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation*. Wetland Ecology Management. Volume 23, 2º ed., pp 285–292.

SALGADO, A. A. R. 2006. *Estudo da Evolução do Relevo do Quadrilátero Ferrífero, MG, através da mensuração dos processos erosivos e denudacionais*. Tese de Doutorado. DEGE/EM/UFOP.

SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. 2008. *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, vol. 2, 1279p.

SANTOS, J.D. 2007. *Alterações das Propriedades físicas e químicas do solo em função de diferentes sistemas agrícolas – São José da Lapa/ MG*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia da UFMG. Belo Horizonte.

SCBD. 2010. *Global Biodiversity Outlook 3*. Secretariat of the Convention on Biodiversity: Montreal, Canada.

SIQUEIRA, C. A. DE & ROSA, R. – *Mapeamento digital dos aspectos físicos da mesoregião do Triângulo Mineiro, através dos softwares Autocadr12 e Grass 4.0*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 10, n.o 19, p. 93-114, 1998.

SHIMIZU, W.A. 2000. *Oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio no rio Uberabinha - um estudo da poluição orgânica biodegradável*. Instituto de Geografia. Programa de pós graduação em Geografia (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais.102p.

SCHNEIDER, M. O. 1996. *Bacia do Rio Uberabinha: Uso agrícola do solo e meio ambiente*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 157p

SCOTT, D. A. & JONES, T. A. 1995. *Classification and inventory of wetlands: a global overview*. Vegetation 118: 3–16.

SÉGUIN, E. 2002. *Direito ambiental: nossa casa planetária*. 2º ed. Rio de Janeiro: Forense, 450p.

SOIL SURVEY STAFF. 1975. *Soil Taxonomy*. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Conservation Service. Agriculture Handbook, nº 436.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; GALVÃO, L. M. 2013. *Cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Cerrado of central Brazil: inventory of phytophilous community in natural wetlands*. Biota Neotrop 13(3):222–229.

SOUZA, A. G.; JÚNIOR, J.C. 2009. *Reprodução do capital sucroalcooleiro no Estado de Minas Gerais e transformações recentes no espaço agrário do Triângulo Mineiro*.

Disponível

em:<<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaagraria/12.pdf>> Acessado em: 07 de outubro de 2018.

STUMPF, L.; PAULETTO, E.A.; DA SILVA, T.S.; SUZUKI, L.E.A.S.; FERNANDES, F.F.; TIMM, L.C.; GARCIA, G.F. 2011. *Atributos físicos de um solo construído em área de mineração de carvão, cultivado com diferentes espécies vegetais*. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, 10p.

TAVARES, A. B.; CRUZ, S. P.; LOLLO, J. A. 2007. *Geoindicadores para a caracterização de estado de diferentes ambientes*. Estudos Geográficos, Rio Claro, v. 5, n. 2, p. 42-57.

TEEB. 2013. *TEEB for Water and Wetlands*. Institute for European Environmental Policy (IEEP) & Ramsar Secretariat, London and Brussels.

TROEH, F.R & THOMPSON, L.M. 2007. *Solos e Fertilidade dos Solos*. Organização Andrei Editora Ltda. Tradução: NETO, D.D & DOURADO, M.N. 6º ed, 718p.

TURNER, R.K.; VAN DEN BERGH, J.C.J.M.; SÖDERQVIST, T.; BARENDREGT, A.; VAN DER STRAANTEN, J.; MALTBY, E.; VAN IERLAND, E.C. 2000. *Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy*. Special Issue: The Value of wetlands: landscape and institutional perspectives. Elsevier Science, Ecological Economics 35, p.7-23.

VALADÃO, R. C. 2009. *Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil Oriental*. Anais do VII SINAGEO. Belo Horizonte.

VEPRASKAS, M.J.; WILDING, L.P.; DREES, L.R. 1994. *Aquic conditions for Soil Taxonomy: concepts, soil morphology and micromorphology*. In: A.J. Ringrose-Voase and G.S. Humphreys (Editors), *Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis*. Roc. IX Int. Working Meeting on Soil Micromorphology, Townsville, Australia, July 1992. *Developments in Soil Science* 22, Elsevier, Amsterdam, pp. 117-131.

WITTMANN, F.; HOUSEHOLDER, E.; PIEDADE, M.T.F.; ASSIS, R.L.; SCHONGART, J.; PAROLIN, P.; JUNK, W.J. 2013. *Habitat specificity, endemism and the neotropical distribution of Amazonian white-water floodplain trees*. *Ecography* 36: 690–707.