

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Avaliação de Impactos Potenciais da Agricultura em Ambientes Sazonalmente Alagados
(Minas Gerais)

William Amaral Omati

Prof(a).Dr(a). Vânia Silvia Rosolen

Rio Claro (SP)

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

WILLIAM AMARAL OMATI

Avaliação de Impactos Potenciais da Agricultura em Ambientes Sazonalmente Alagados (Minas Gerais)

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Campus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP

2019

O54a

Omati, William Amaral

Avaliação de impactos potenciais da agricultura em ambientes sazonalmente alagados (Minas Gerais) / William Amaral Omati. -- Rio Claro, 2019

53 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Vânia Silvia Rosolen

1. Áreas Úmidas. 2. Campo de Murundus. 3. Diagnóstico Ambiental. 4. Contaminantes Inorgânicos. I. Título.

WILLIAM AMARAL OMATI

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DA AGRICULTURA EM AMBIENTES SAZONALMENTE ALAGADOS (MINAS GERAIS)

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Prof.^a. Dr(a) Vânia Silvia Rosolen (orientadora).
Prof.^a. M.Sc. Karen Luko Sulato.
Prof. M.Sc. Carlos Eduardo Eismann.

Rio Claro, _____ de _____.

Assinatura do (a) aluno (a)

assinatura do (a) orientador (a)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família pelo apoio, oportunidades e sacrifícios que me ajudaram a chegar aqui. Agradeço o carinho dos meus pais (Sandra e Afrânio), Avós (Wilma e Álvaro) e do meu irmão (Leandro). Um agradecimento especial ao meu tio (Eduardo) pelo constante auxílio durante meu período de formação.

Agradeço os meus colegas de turma de Engenharia Ambiental de 2014 pelo companheirismo, aprendizado e pelas experiências vividas. Agradeço também aos professores da graduação pelos inúmeros ensinamentos.

Agradeço à minha namorada Daniela por todo o apoio, carinho e paciência durante esse período. Os bons momentos compartilhados durante esse último ano de graduação fizeram dele o melhor.

Agradeço aos meus amigos/irmãos da república sununga (Glória, Bençã, Vitão, Robson, Zubat e Apolo) pelas risadas, parceria, ajuda e pelas histórias. Agradecer também ao GHG Protocol pelas risadas e pelo conteúdo de futebol nunca lido.

Agradeço à minha orientadora Vânia por todo apoio, ensinamentos e atenção. Por fim agradeço a UNESP-Rio Claro (SP) pela oportunidade e infraestrutura que possibilitou tudo isso.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo dos possíveis impactos da agricultura em ambientes sazonalmente alagados, conhecidos como “campos de murundus”, no município de Uberaba (MG), analisando elementos químicos de interesse presentes na água. Para a elaboração deste projeto foram realizadas quatro etapas de trabalho: levantamento bibliográfico; elaboração de mapas do meio físico e uso do solo; ensaios de laboratório e análise de dados. A partir dos dados obtidos foi possível estabelecer valores de referência, além de diagnosticar se há contaminação por parte das atividades agrícolas no entorno.

Palavras-chave: Áreas Úmidas. Campo de Murundus. Diagnóstico Ambiental. Contaminantes inorgânicos.

ABSTRACT

The present work aims to study the possible agricultural impacts on seasonally flooded environments, known as “murundu fields”, in Uberaba (MG) county, analyzing interest elements present in water. For this study, four working stages were performed: bibliographic survey; preparation of maps of the physical environment and land use; laboratory testing and data analysis. From the obtained data it was possible to establish reference values, as well as diagnosing if there is contamination due to agricultural activities in the surroundings.

Keywords: Wetlands. Murundu Fields. Environmental diagnosis. Inorganic Contaminants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Área Agrícola na Região de Interesse.....	19
Figura 2 - Porcentagem de Área Agrícola.....	20
Figura 3 - Mapa Localização da Área de Estudo (MG).....	20
Figura 4 - Mapa da Área de Entorno (MG).....	21
Figura 5 - Mapa Unidade Geológica.....	23
Figura 6 - Mapa Unidade Geológica (Dentro do Grupo Bauru)	24
Figura 7 - Climograma do triângulo mineiro (MG).....	27
Figura 8 - Ocorrência de Murundus na Área de Estudo.....	29
Figura 9 - Equipamento “ICP-MS Xseries2”	30
Figura 10a – Filtro Seringa PFTE.....	33
Figura 10b - Tubo VIVASPIN 10.000 MWCO PES.....	33
Figura 11 - Mapa Topográfico da Região de Estudo.....	34
Figura 12 - Mapa de Fluxo Acumulado.....	35
Figura 13 - Mapa de Pontos de Coleta.....	36
Figura 14 - Comparação da Concentração de Manganês Total ($\mu\text{g/L}$).....	40
Figura 15 - Comparação da Concentração de Cobalto Total ($\mu\text{g/L}$).....	41
Figura 16 - Comparação da Concentração de Níquel Total ($\mu\text{g/L}$).....	42
Figura 17 - Comparação da Concentração de Zinco Total ($\mu\text{g/L}$).....	43
Figura 18 - Comparação da Concentração de Cádmio Total ($\mu\text{g/L}$).....	44
Figura 19 - Comparação da Concentração de Chumbo Total ($\mu\text{g/L}$).....	45
Figura 20 - Gráfico Distribuição do Teor Total em Diferentes Profundidades.....	46
Figura 21- Área de Preservação Permanente Hipotética.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Solos da bacia do Rio Araguari.....	25
Tabela 2 - Concentrações (ppb) dos elementos 1.....	36
Tabela 3 - Concentração (ppb) dos elementos 2.....	37
Tabela 4 - Comparação da Concentração Manganês Total (µg/L).....	38
Tabela 5 - Comparação da Concentração de Cobalto Total (µg/L).....	39
Tabela 6 - Comparação da Concentração de Níquel Total (µg/L).....	40
Tabela 7 - Comparação da Concentração de Zinco Total (µg/L).....	41
Tabela 8 - Comparação da Concentração de Cádmio Total (µg/L).....	42
Tabela 9 - Comparação da Concentração de Chumbo Total (µg/L).....	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CPMTC	Centro de Pesquisas Professor Manoel Teixeira da Costa
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSV	Comma Separated Values
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IUCN	International Union for Conservation of Nature
KML	Keyhole Markup Language
LD	Limite de Detecção
LQ	Limite de Quantificação
MDE	Modelo Digital de Elevação
MG	Minas Gerais
MWCO	Molecular Weight Cut-Off
PES	Pierce Protein Concentrators
PPB	Parte por Bilhão
RGB	Red-Green-Blue
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS	World Geodetic System
XLS	eXceL Spreadsheet

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4. ÁREA DE ESTUDO	19
4.1 Caracterização da Área de Estudo	19
4.1.1 Caracterização Geral do Município	21
4.1.2 Hidrologia	22
4.1.3 Geomorfologia e Geologia	22
4.1.4 Solos	24
4.1.5 Clima	26
4.1.6 Vegetação	27
5. MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1 Materiais	29
5.2 Métodos	30
5.2.1 Levantamento Bibliográfico.	30
5.2.2 Análise Espacial.	30
5.2.2.1 Mapa Área de Entorno.....	30
5.2.2.2 Mapa de Unidades Geológicas.	30
5.2.2.3 Mapa Topográfico e Fluxo Acumulado.....	31
5.2.3 Análise dos elementos químicos de interesse por ICP-MS	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área total de aproximadamente 8.514.876 km², onde diante de sua grande extensão e variedade de ecossistemas, se encontram incluídos neste território os ecossistemas de áreas úmidas, que ocupam cerca de 20% do território brasileiro. (JUNK *et al.*, 2011)

As áreas úmidas são de extrema importância para a sociedade. As áreas úmidas provêm benefícios como capacidade de armazenar e descarregar água, recarga do lençol freático, retenção de sedimentos que ajudam a reduzir a erosão, regulação do microclima, retenção de nutrientes, entre outros. Além desses benefícios, as áreas úmidas são o lar de diversas espécies endêmicas e migratórias as quais dependem desses ecossistemas para sua existência (JUNK *et al.*, 2013).

Apesar da importância para a sociedade e sua extensão, as áreas úmidas, em sua totalidade, raramente estão incluídas nas legislações e constituições, pois ainda não há políticas efetivas para a proteção e manejo dessa ampla variedade de áreas úmidas existentes. Muitas vezes a não inclusão das áreas úmidas, acaba implicando na negligência de parte dessas áreas pelo instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente e Zoneamento Ecológico-Econômico, que organiza o território com relação à implementação de planos, obras e atividades estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade.

Para que políticas de manejo e conservação desses ecossistemas sejam elaboradas de forma efetiva e estratégica, estudos mais aprofundados dessas áreas são necessários. O estudo das relações de seus componentes, de sua formação e relevância ambiental especialmente das áreas onde a presença de água é variante, pois ainda não se compreende todas as suas relações, e, portanto, são importantes para a construção dessas políticas futuramente.

No passado, as áreas úmidas foram consideradas como regiões de pouca importância econômica. Pelo fato de as áreas úmidas estarem encobertas, temporariamente ou permanentemente, por água, diminui a possibilidade de uso. Como resultado dessa concepção, surgiu o programa governamental Provárzeas (decreto nº86146/81), onde milhares de quilômetros quadrados de áreas úmidas foram drenados e transformados para usos agrícolas. (ROSOLEN *et al.*, 2015)

Nas atividades agrícolas, para a proteção do produto a ser comercializado e a garantia de qualidade do material, são utilizados alguns componentes conhecidos como insumos agrícolas,

os quais podem contaminar o solo e as águas subterrâneas. Pesticidas, fertilizantes, herbicidas e resíduos animais são exemplos dos principais contaminantes dessa atividade. A aplicação de modo indevido de fertilizantes de origem industrial ou animal tem a possibilidade de resultar em altas concentrações de contaminantes (BUTINOF et al., 2015).

Muitas das áreas úmidas remanescentes, especialmente no estado de São Paulo, encontram-se inseridas na área de influência de atividades econômicas do entorno. No caso deste projeto, dar-se-á foco nos possíveis impactos ambientais causados pela atividade agrícola sobre as áreas úmidas no município de Uberaba (MG).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a concentração de elementos químicos nas águas do solo de uma área úmida na região de Uberaba, MG, Brasil, visando a proteção ambiental.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a concentração dos elementos químicos: Alumínio, Ferro, Manganês, Cobalto, Níquel, Cobre, Zinco, Cádmio e Chumbo nas águas do solo;
- Elaborar mapas através de técnicas de geoprocessamento;
- Associar os resultados com as atividades desenvolvidas na região.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Junk *et al.* (2013), as áreas úmidas brasileiras podem ser definidas como:

Ecossistemas localizados nas interfaces entre os ambientes aquático e terrestre, podendo ser continental ou costal; natural ou artificial; permanente ou periodicamente inundado por águas rasas ou consistir de solos encharcados. Suas águas podem ser doces, alta ou razoavelmente salinas. Além disso, as áreas úmidas são o lar de comunidades específicas de animais e plantas adaptados às dinâmicas hidrológicas. (Junk et al., 2013)

Em fevereiro de 1971, na cidade de Ramsar no Irã, os representantes de 18 nações assinaram um tratado histórico. A Convenção de Ramsar foi o primeiro dos instrumentos modernos que buscavam conservar os recursos naturais em escala global, e tem sua preocupação voltada para o grupo de habitats mais ameaçado: as áreas úmidas (MATTHEWS, 1993).

O Brasil assinou a Convenção de Ramsar em 1993, e desde então já declarou alguns sítios de Ramsar, porém o processo de implementação dos inventários e classificação de áreas úmidas tem sido lento (DIEGUES, 1994, 2002).

A Constituição Federal de 1988, declara em seu art.225, *in verbis*:

Art.225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Lei Federal nº12651 de 2012, considera as áreas úmidas como “pantanaís e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”. A lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

São considerado como Área de Preservação Permanente, apenas alguns tipos de áreas úmidas tais como: Os manguezais, em toda a sua extensão. Em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

A Lei declara em seu art.6º e nos incisos II, III e IX, *in verbis*:

Art. 6º-Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

II - Proteger as restingas ou veredas;

III - proteger várzeas;

IX - Proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.

A Lei estadual nº20922/2013 de Minas Gerais que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado, adota um definições e restrições semelhantes a lei nº 12651/2012 em relação as áreas úmidas.

O estado de Goiás possui a lei nº16.153/2007 que “Dispõe sobre a preservação dos campos de murundus, também conhecidos como covais e dá outras providências” declara no Art. 1º e Art. 3º, incisos I, II, III, *in verbis*:

Art. 1º Ficam consideradas como Áreas de Preservação Permanente para fins de licenciamento ambiental, os campos de murundus, conhecidos regionalmente no sudoeste goiano como covais.

Art. 3º A supressão da vegetação e a utilização de áreas localizadas próximas a campos de murundus para drenagem, cultivo, pastoreio e outras atividades, devem atender as seguintes exigências:

I – Manter um raio mínimo de 50 metros de largura ao redor das áreas de campos de murundus, podendo ser esta distância ampliada, de acordo com as peculiaridades locais, a partir de parecer técnico emitido após vistoria em campo;

II – Exigência de prévia avaliação de impacto ambiental, sem prejuízo de outros estudos técnicos que fizerem necessários;

III – aprovação prévia do corpo técnico dos órgãos estaduais competentes, conforme regulamento, como condição essencial à legalização da instalação e do funcionamento de atividades em área próxima a campos de murundus.

A legislação do Estado do Distrito Federal em sua instrução IBRAM nº39/2014 que “Dispõe sobre a preservação dos campos de murundus, também conhecidos como covais e dá outras providências”, declara em seu Art. 1º, Art. 3º incisos I, II, II e Art. 4º incisos I e II, *in verbis*:

Art. 1º Ficam considerados como Áreas de Preservação Permanente a fitofisionomia do Bioma Cerrado identificada como campos de murundu e sua respectiva faixa de proteção.

Art. 3º A supressão da vegetação e a utilização de áreas localizadas próximas a campos de murundus para drenagem, cultivo, pastoreio e outras atividades, devem atender as seguintes exigências:

I - Manter um raio mínimo de proteção de 50 (cinquenta) metros de largura, em projeção horizontal, ao redor das áreas de campos de murundus, podendo esta distância ser ampliada, de acordo com as peculiaridades locais, a partir de parecer técnico emitido após vistoria em campo por técnicos do IBRAM;

II - Obter autorização prévia do setor competente pela análise de pedidos de supressão no IBRAM;

III - quando se tratar de imóvel rural, apresentação prévia das Informações Ambientais de Imóvel Rural ao IBRAM.

Art. 4º No caso de áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 em campos de murundu, será obrigatória a recomposição das faixas marginais, em projeção horizontal, delimitadas ao redor dos campos de murundu, de largura mínima de:

I - 30 (trinta) metros, para imóveis rurais com área de 4 (quatro) módulos fiscais; e

II - 50 (cinquenta) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais.

As legislações desses estados, no que se referem aos campos de murundus, são de grande importância, uma vez que essas áreas trazem muitos benefícios, porém são de alta fragilidade e baixa resiliência frente às intervenções antrópicas (PAULINO et al., 2015).

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo, apesar de muitos tratados internacionais recomendarem a elaboração de seu inventário e esforços voltados para a sua proteção (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; DARWALL *et al.*, 2008; SCBD, 2010).

O Brasil é o quinto maior país do mundo, abrangendo uma área na região Neotropical de cerca de 8.5 milhões de km², no qual uma ampla variedade de áreas úmidas ocupa cerca de 20% do território (JUNK *et al.*, 2011).

As áreas úmidas provêm muitos serviços para a sociedade, tais como armazenamento da água, recarga de aquífero, retenção de sedimentos, purificação da água, regulação do microclima, recreação e ecoturismo, armazenamento de carbono orgânico, produção de madeira, plantas medicinais, peixes, produtos agrícolas, água potável e água para dessedentação de animais, e área de pastagem (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

As Veredas e os Murundus são terminologias regionais para fitofisionomias típicas do cerrado localizadas muitas vezes em solos hidromórficos (VON DER HEYDEN e NEW, 2003).

Segundo Rosolen *et al.* (2014), as veredas e os murundus apresentam funções semelhantes:

(1) Contribuem significativamente para a biodiversidade por possuir fauna e flora endêmica; (2) elas possuem um “efeito esponja”, amortecendo as mudanças na descarga devido a eventos de chuva locais; (3) armazenam carbono do solo; (4) filtram resíduos de fertilizantes e pesticidas utilizados na agricultura; (5) fornecem fibra e frutas às comunidades tradicionais. (ROSOLEN et al, 2014, p.286)

Segundo Junk *et al.* (2013), a classificação de áreas úmidas pode ser dividida em 3 subgrupos: Sistemas, Unidades definidas por parâmetros hidrológicos e Unidades definidas por plantas superiores. O primeiro subgrupo divide-se em 3 categorias:

I - Áreas Úmidas Costeiras que são definidas como todas as áreas úmidas, permanentes ou temporárias, de água doce, salobra ou salina, sob influência direta das marés, sujeito a intrusão salina, ou influenciada pela deposição atmosférica de substâncias particuladas ou dissolvidas e/ou propágulos do oceano.

II - Áreas Úmidas Terrestres que são definidas como todas as áreas úmidas, permanentes ou temporárias, de água doce, salobra ou salina que estão localizadas nas áreas continentais brasileiras e, portanto, sem influência marinha direta ou indireta.

III - Áreas Úmidas Artificiais são todas as áreas úmidas, costeiras ou artificiais, derivadas de atividades antrópicas de forma organizada (fazendas de silvicultura, plantações de arroz), e não organizada (áreas alagadas nas proximidades de reservatórios, depressões causadas por obras civis como rodovias).

O segundo nível hierárquico baseia-se em parâmetros hidrológicos e é composto por 5 subsistemas, 2 ordens e 2 subordens. A diferenciação em ordens e subordens dá ênfase à dinâmica hidrológica, que é o principal elemento da definição das áreas úmidas, e por isso tem a função chave na classificação. Ela demonstra a grande diversidade hidrológica das áreas úmidas naturais interiores brasileiros. Esta diferenciação já foi usada na classificação das áreas úmidas amazônicas (JUNK *et al.* 2011).

O terceiro nível hierárquico se baseia na ocorrência de plantas superiores e na estrutura de suas comunidades, e é dividido em classes, subclasses e macro-habitats. Plantas superiores são especialmente apropriadas para esta classificação, por causa da sua longevidade, que incorpora o impacto das condições ambientais em períodos de meses ou anos (plantas herbáceas), décadas ou séculos (florestas) (NAIMAN E DECAMPS, 1997; CASANOVA E BROCK, 2000; LOURIVAL *et al.*, 2011).

No Brasil, essas áreas estão sofrendo um rápido processo de degradação e destruição através de aterros de mangue, construção de canais, dragagem, drenagens para uso agrícola, descargas de pesticidas, fungicidas, vinhoto, poluição urbana e industrial. As consequências dessa degradação se fazem sentir no empobrecimento biológico dos ecossistemas, na invasão pelo mar, na deterioração da qualidade da água. Além disso ficam mais empobrecidas as comunidades humanas que vivem do uso de seus recursos naturais (DIEGUES, 1990).

De acordo com Moreira *et al.* (2002), no que tange à agricultura, diversas mudanças foram observadas na forma de trabalho ao longo dos anos, ocasionando impactos não só para o meio ambiente, mas também para a saúde humana. Além disso, novas tecnologias foram criadas

para realizar o controle de pragas e doenças por meio do uso de produtos químicos. Por outro lado, houve riscos ao produtor rural devido à exposição e à utilização desses compostos, revelando-se também como um problema de ordem social.

Por fim, as consequências do uso de substâncias tóxicas também são sentidas na biota, pois, segundo Rodgher (2005), a introdução dos compostos afeta diretamente o solo, ocasionando uma alteração no meio que pode se tornar prejudicial aos ecossistemas, devido à relação íntima existente entre organismo e solo.

O Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei 7.802/1989, em seu artigo 1º, inciso IV, define os agroquímicos como:

Art 1º-Produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias de produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

É válido ressaltar que, além dos agroquímicos atingirem a área desejada, eles também são capazes de provocar alterações no entorno da produção agrícola, podendo intoxicar e matar diversos seres que são benéficos, com um prejuízo ainda maior pelo fato de ser bioacumulativo nos organismos, provocando modificações indesejáveis nos ecossistemas (GLIESSMAN, 2001).

Como já foi apontado anteriormente, a exposição aos agroquímicos acarreta diversos efeitos à saúde humana, em que podem ser citados: bronquite asmática, problemas gastrointestinais, depressão, câncer, distúrbios musculares, fraqueza, etc. (LOPES, 2018).

A aplicação de fertilizantes de origem industrial ou animal pode resultar em elevadas concentrações de contaminantes inorgânicos. Visando aumentar a produtividade agrícola, alguns produtores rurais aplicam quantidades excessivas de nutrientes, que acabam não sendo aproveitados totalmente pelas culturas. Excesso de nutrientes podem percolar através do subsolo e atingir o nível freático, gerando um caso de contaminação difusa da água subterrânea (WENDLAND; MARIN, 2013).

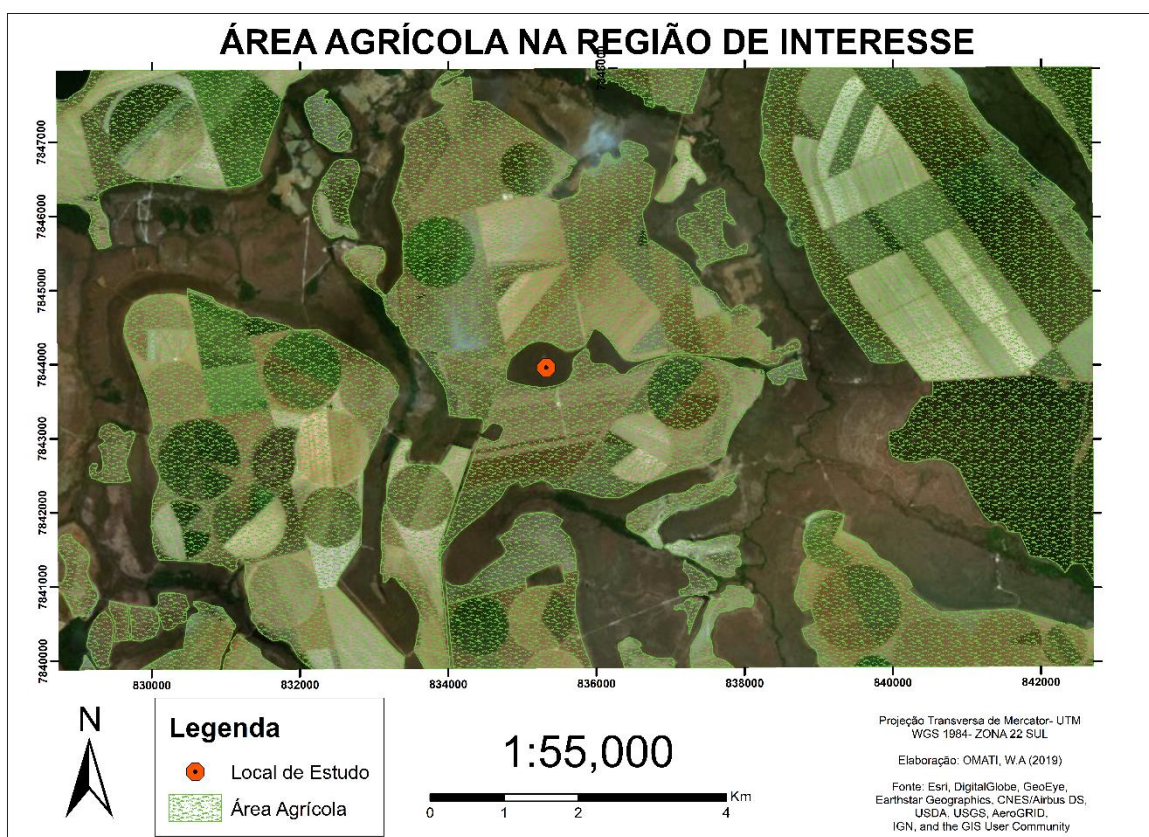
4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada na área rural do município de Uberaba próxima aos municípios de Uberlândia e Nova Ponte na microrregião do Triângulo Mineiro. Ela está à 33 km de distância do centro do município de Uberaba e à 80 km do centro do município de Uberlândia, nas coordenadas 47°48'23.432''O, 19°28'10.416''S. Trata-se de zona hidromórfica continental conhecida como “campo de murundu”, com aproximadamente 38,9 hectares. Murundus estão muitas vezes associados à depressões topográficas sazonalmente alagadas recobertas com gramíneas.

A área de entorno do local de estudo é composta em sua grande maioria por: Atividades agrícolas (Figura 1), canais de drenagem (Figura 4) e áreas úmidas.

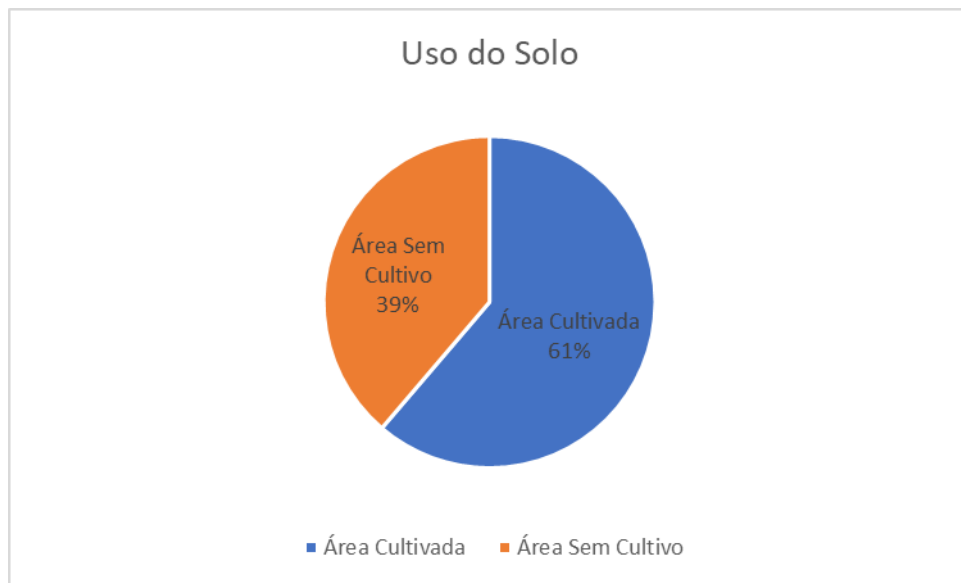
Figura 1 - Mapa Área Agrícola na Região de Interesse



Fonte: O Autor (2019).

Com a imagem de satélite com uma escala absoluta de 1:55.000 foi possível observar a porcentagem correspondente às áreas destinadas ao cultivo em uma área total de 113,2 km². O resultado é evidenciado na figura 2 abaixo.

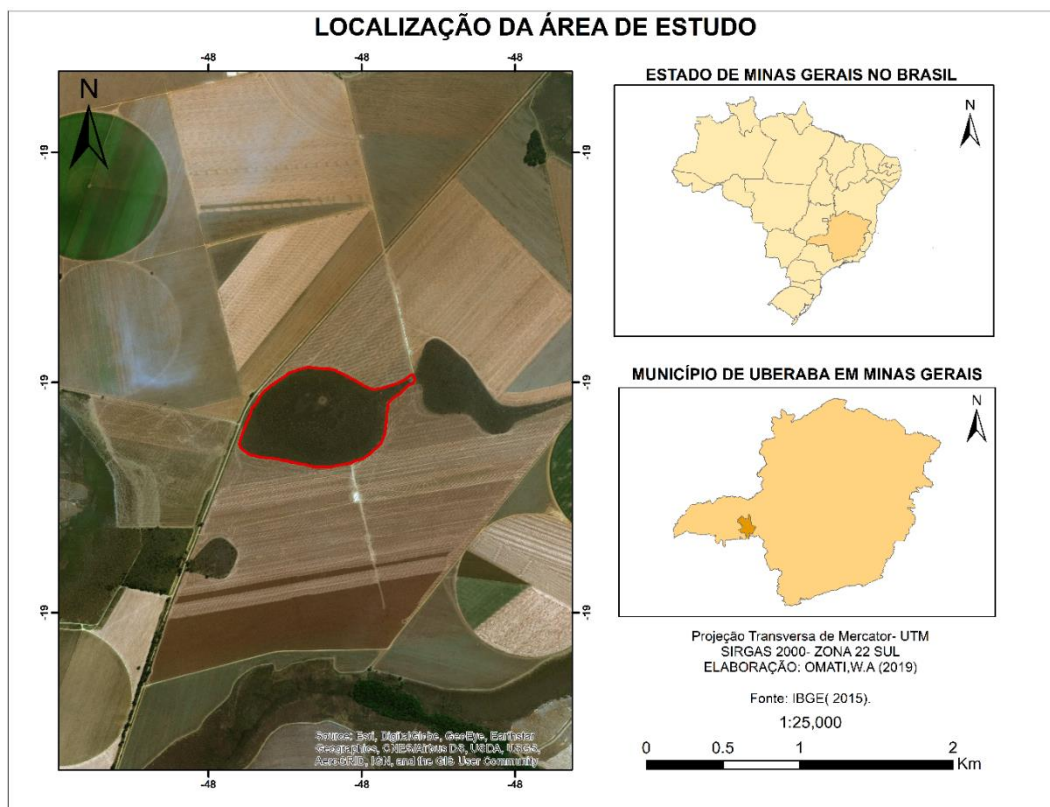
Figura 2 - Porcentagem de Área Agrícola



Fonte: O Autor (2019).

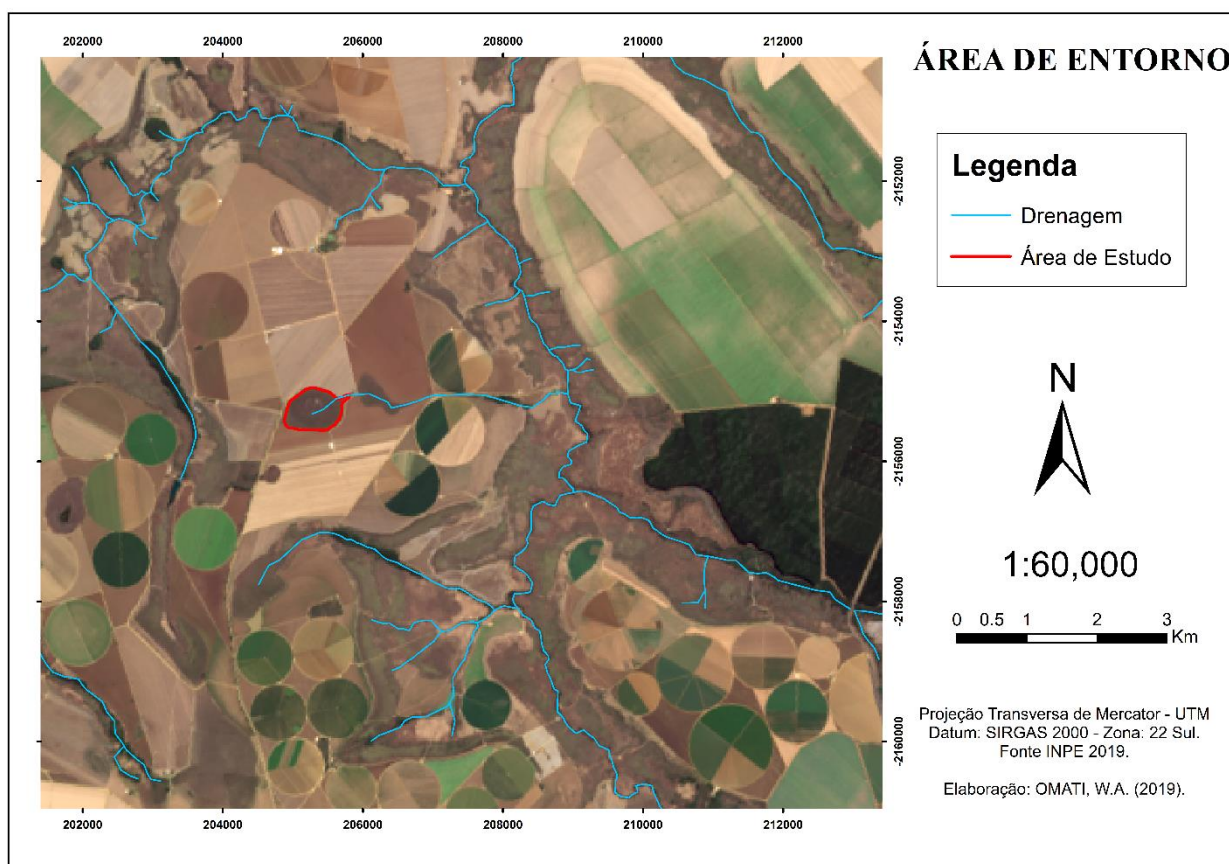
A região onde está localizada a área de estudo (Figura 3) é composta por uma paisagem de chapada e possui forte presença de veredas e campos de murundu, apresentando por sua extensão a ocorrência de solos hidromórficos, principalmente nas proximidades de canais fluviais. (RAMOS, 2006)

Figura 3 –Mapa Localização da Área de Estudo (MG).



Fonte: O Autor (2019)

Figura 4- Mapa da Área de Entorno (MG)



Fonte: O Autor (2019)

4.1.1 Caracterização Geral do Município

O município de Uberaba situa-se na microrregião do Triângulo Mineiro, no Estado de Minas Gerais. A localização do município, sob o ponto de vista geoeconômico, é altamente estratégica, em função da equidistância média de 500 km, de Belo Horizonte, São Paulo, Goiânia e Brasília, posicionando-se assim, no centro de um dos mais importantes mercados consumidores do país. (MASCARENHAS et al., 2002)

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018), a população estimada em Uberaba (MG) é de 330.361 habitantes, com densidade demográfica de 65,43 hab./km². Além disso, abrange uma área de unidade territorial de 4.523,957km², com IDHM de 0,772 e PIB per capita de 41.360,17 reais.

4.1.2 Hidrologia

Os rios que compõem a malha hidrográfica do município de Uberaba pertencem às bacias dos rios Grande e Paranaíba. Destacam-se, como cursos d'água de maior extensão e volume, os rios Araguari, Cabaçal, Claro, Estiva, Grande, Tijuco, Uberaba e Uberabinha.

A área de estudo está localizada na bacia do rio Paranaíba, para ser mais exato, ele está inserido na bacia estadual do rio Araguari. Localizada na fronteira com o Município de Nova Ponte, apresenta ocupação mais intensa, especialmente nas proximidades com a bacia do Rio Uberaba (MASCARENHAS et al., 2002).

O Rio Araguari se inicia no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas e percorre 475 km até a sua foz no Rio Paranaíba, sendo um dos afluentes do Rio Grande, que integra a Bacia Transnacional do Rio Paraná. A bacia do Rio Araguari está situada na porção oeste do estado de Minas Gerais, em uma extensão de 22086 km² e ocupa áreas de 20 municípios. A bacia faz divisa a oeste e sudoeste com a bacia do Rio Tijuco, a sul com a bacia do Rio Grande, a leste com a bacia do Rio São Francisco, ao norte com a bacia do Rio Dourados e a nordeste com as nascentes do Rio Paranaíba (FARIA e JORDÃO, 2012).

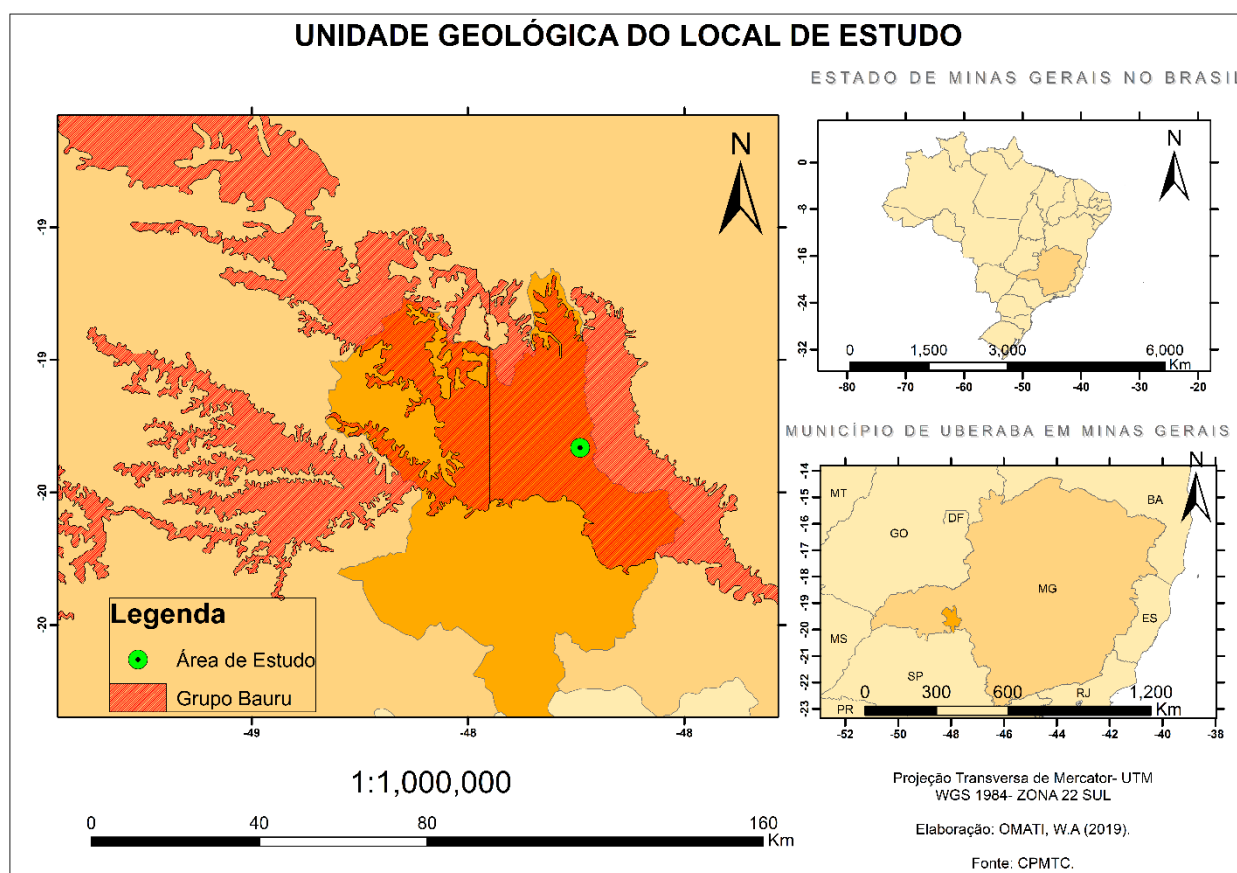
O local de amostragem localiza-se dentro da sub-bacia Rio claro que possui 484,67 km², engloba os municípios de Uberaba, Nova Ponte e Sacramento. Está sub-bacia compreende a área de drenagem do Rio Claro que é o principal corpo hídrico da sub-bacia (FERNANDA MAIA OLIVEIRA, 2014).

4.1.3 Geomorfologia e Geologia

A região onde é localizada a área de estudo foi analisada e estudada pelo Projeto RANDAMBRASIL, especificamente nas folhas SE 22. Goiânia e SE.23 Belo Horizonte. Os dados cartográficos onde o local de estudo está inserido fazem referência aos dados da folha SE.23

O local estudado está localizado dentro da unidade Grupo Bauru (Figura 5). O Grupo Bauru é constituído pelas formações Uberaba, Adamantina e Marília. Dentro da formação Marília, compreende-se Coberturas Detrítico-Lateríticas Coluvionares, na qual o sítio de estudo está inserido (Figura 6), além de outras.

Figura 5- Mapa Unidade Geológica.



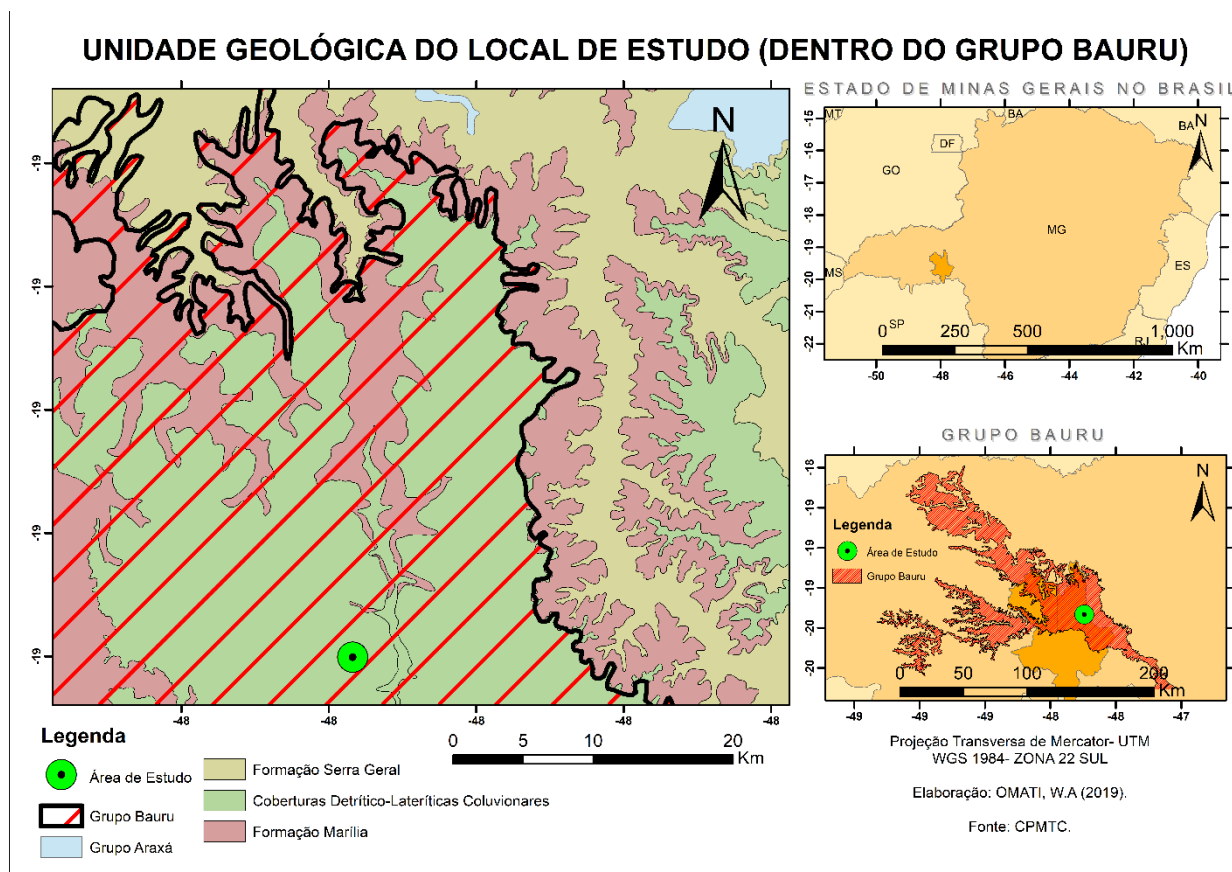
Fonte: O Autor (2019).

As rochas do Grupo Bauru estão estruturadas em sedimentos horizontais e possuem um manto de decomposição que varia entre 1 e 10 metros. Este é composto por arenitos, conglomerados, podendo ser calcíferos, siltitos e argilitos. Contribui para as atividades das jazidas de calcário e dentre os seus principais constituintes mineralógicos estão o “quartzo, sericita, plagiocásio, olivina, calcita e os minerais de argila” (CETEC, 1983, p. 27).

A formação Marília é denotada como uma “unidade composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis; ocorrem em bancos com espessura média de 1 a 2 m, maciços ou com acamamento incipiente subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte com seixos concentrados nos estratos cruzados; raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcário são encontradas”, (SOARES et al., 1980).

As coberturas detrítico-lateríticas coluvionares cenozóicas são basicamente depósitos sedimentares inconsolidados que podem chegar a alcançar até trinta metros de profundidade em regiões de topografia mais elevada, onde existe a presença de carapaças lateríticas ferruginosas (CPRM, 2017).

Figura 6- Mapa Unidade Geológica (Dentro do Grupo Bauru).



Fonte: O Autor (2019).

4.1.4 Solos

De acordo com Novaes *et al.* (1983), a Chapada Uberaba/Uberlândia (MG) é composta por Argissolo Vermelho-Amarelo, onde predomina o caráter distrófico com texturas média e arenosa, além de apresentar relevo suave ondulado. Ainda segundo o autor, esse solo está intercalado com Areias Quartzosas, Latossolos Vermelho-Escuro de caráter álico e Latossolos Vermelho-Escuro distróficos.

Através do estudo realizado por Brito e Rosa (2003), na bacia do Rio Araguari, foi possível estabelecer 11 unidades de mapeamento, agrupadas de acordo com o sistema Brasileiro de classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Tabela 1- Solos da bacia do Rio Araguari

Simbologia	Descrição dos Solos
1. Latossolo Vermelho-Amarelo	
1.1 LVaw	Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico + Latossolo Vermelho-Ácrico ambos textura argilosa (fase cerrado).
1.2 LVAd	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho Escuro Distrófico + Cambissolo Háptico Tb Distrófico.
2. Latossolo Vermelho	
2.1 LVd	Latossolo Vermelho Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (ambos textura média) + Argilossolo Vermelho Amarelo distrófico.
2.2 LVdf	Latossolo Vermelho Distroférrico + latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico + Nitossolo Vermelho Eutrófico + Cambissolo Háptico Eutrófico.
3. Nitossolo Vermelho	
3.1 Nvef	Nitossolo Vermelho Eutrófico + Latossolo Vermelho Eutroférrico e Distrófico + Cambissolo Háptico Férrico.
4. Argissolo Vermelho-Amarelo	
4.1 PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico + Cambissolo Háptico Tb Eutrófico.
5. Cambissolo	
5.1 CXd1	Cambissolo Háptico Tb. Distrófico.
5.2 CXd2	Cambissolo Háptico Tb. Distrófico + Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico.
5.3 CXd2	Cambissolo Háptico Tb. Distrófico + Neossolo Litólico Distrófico
6. Gleissolo	
6.1 GXbe	Gleissolo Háptico Tb.
7. Neossolo	
7.1 RLd	Neossolo Litólico Distrófico + Afloramento Rochoso + Cambissolo HápticoTb. Distrófico

Fonte: Adaptado de Brito e Rosa (2003)

O local de estudo apresenta a predominância dos solos “Vermelho-Amarelo (Lvaw)” e o “Gleissolo (GXbe)”. Os solos possuem um baixo pH (aproximadamente 5) e são compostos por argila de caulinita, gibbsita, e quartzo residual (CORREA, 1989).

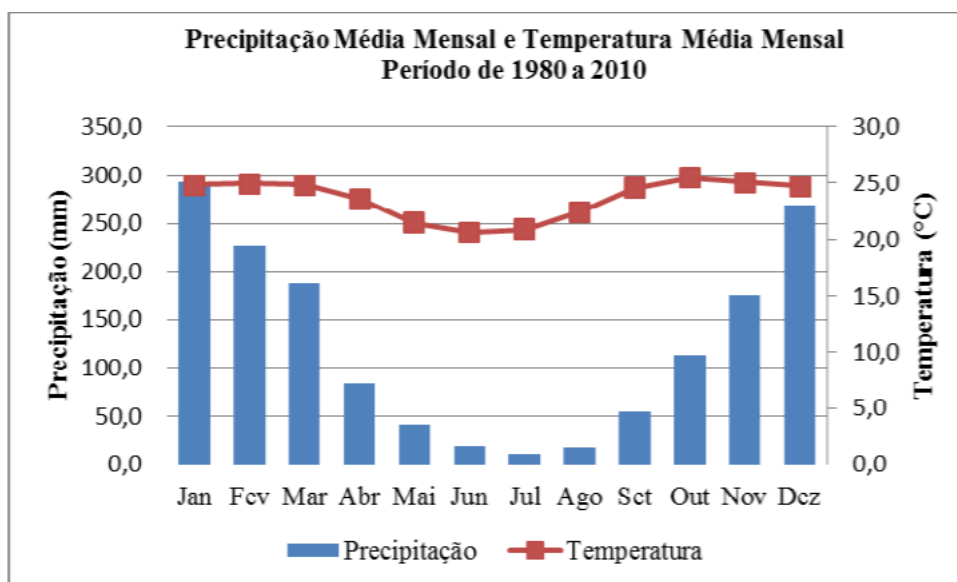
4.1.5 Clima

O município de Uberaba é influenciado diretamente pela circulação dos sistemas atmosféricos tropicais. Segundo a classificação koppen ele é caracterizado como “Cwa”, sendo ele mesotérmico com presença de chuvas de verão, invernos quentes e brandos respectivamente. (MAURO, et al., 2011; NUNES, et al., 2009).

A região do triângulo mineiro possui uma alternância de duas estações bem definidas, sendo uma com verão quente e chuvoso e outra com inverno seco e com temperaturas um pouco mais amenas (ROLDÃO e ASSUNÇÃO, 2012).

O trabalho realizado por Roldão e Assunção (2012), levou em conta dados coletados em 4 postos pluviométricos pela Agência Nacional das Águas (ANA) durante 30 anos (1980-2010) (Figura 7).

Figura 7- Climograma do triângulo mineiro (MG)



Fonte: (ROLDÃO, 2012).

Através do estudo de Roldão e Assunção (2012) pode-se concluir que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro fazem parte da estação chuvosa na região, se caracterizando como o trimestre chuvoso na área de estudo. Por outro lado, os meses de junho, julho e agosto devem

ser considerados secos, tais meses possuem menores ocorrências de chuvas e, portanto, são aqueles com maiores probabilidades de ocorrências de déficits hídricos.

A região sul de Uberaba tem cerca de 3 meses secos por ano, aumentando para 4 meses em direção ao norte do município, se estendendo até o sul de Uberlândia. (NOVAIS, 2011).

4.1.6 Vegetação

A bacia do rio Araguari, localizada no estado de Minas Gerais, está inserida no bioma Cerrado. Trata-se de um complexo vegetacional, que possui semelhanças ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como África e Austrália (BEARD 1953; COLE 1958; EITEN 1972, 1994; ALIEM & VALIS, 1987). O cerrado brasileiro possui uma extensão territorial de mais de 2.000.000 km², representando cerca de 23% do território Brasileiro. (RIBEIRO E WALTER, 1998).

Segundo Ribeiro & Walter (1998) a vegetação presente no bioma cerrado, apresenta diversas fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. As formações florestais possuem espécies arbóreas onde há presença de dossel, contínuo ou descontínuo. As áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo, é entendida como a fitofisionomia de savana. O termo campo está relacionado com as áreas onde não há predominância de espécies arbóreas, mas sim de espécies herbáceas e algumas arbustivas.

A área de estudo (Figura 8) está localizada em uma formação campestre. Dentro dessa formação existem três fitofisionomias principais: campo sujo, campo rupestre e campo limpo. O local de estudo está enquadrado dentro do “campo sujo com murundus”. Conforme Ribeiro & Walter, o campo sujo com murundus pode ser entendido como:

Campo Sujo é um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito (RIBEIRO E WALTER, 1998, p. 131)

Figura 8 - Ocorrência de Murundus na Área de Estudo



Fonte: O Autor (2019)

A família mais frequentemente encontrada é Poaceae (*Gramineae*) e destacam-se gêneros como *Aristida*, *Axonopus*, *Echinolaena*, *Ichnanthus*, *Loudetiopsis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Tracypogon* e *Tristachya*. Outra família frequentemente encontrada é *Cyperaceae* e são comuns espécies dos gêneros *Bulbosrylis* e *Rhyncosphora*, todas com aspecto graminóide (Warming, 1973).

Segundo Ribeiro & Walter (1998), os murundus são elevações convexas bastante características, que variam em média de 0,1 a 1,5 metros de altura e 0,2 a mais de 20 metros de diâmetro.

A origem dos murundus parece estar muito vinculada à atividade dos cupins, cujo solo formou-se a partir da construção dos ninhos pelos cupins e da erosão e degradação de numerosas gerações de cupinzeiros, em longo processo de sucessão. (OLIVEIRA FILHO, 1992).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

Para a elaboração e desenvolvimento do trabalho, foram utilizados os *softwares* *ArcGis 10.4* e *Google Earth Pro*. Para a confecção dos mapas foram utilizados, imagens de satélite e Mapa Geológico 1:100.000 Folha Uberaba- SE.23-Y-C-IV.

A utilização das imagens de satélite e do mapa geológico foi necessária para caracterizar a área úmida em questão, visualizar a localização exata dos pontos de coleta e fazer uma análise espacial de atributos do meio físico e das atividades antrópicas.

Para a coleta de dados em campo foram utilizados Piezômetros para coleta de água, e o *Global Position System* (GPS) para a obtenção das coordenadas geográficas dos pontos de coleta.

Foi utilizado também o equipamento laboratorial de espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS “Xseries2”) para obter a composição química elemental das amostragens (Figura 9).

Figura 9 - Equipamento “ICP-MS Xseries2”



Fonte: O Autor (2019).

5.2 Métodos

O desenvolvimento desse trabalho foi desenvolvido em 3 etapas principais: levantamento bibliográfico, análise espacial da área de interesse, análise dos elementos de interesse presentes na água.

5.2.1 Levantamento Bibliográfico.

O levantamento bibliográfico foi a parte inicial do trabalho. Durante essa etapa ocorreu o levantamento de informações pertinentes ao assunto, tendo como base dissertações, teses, livros e artigos. Além disso foi feito levantamento de imagens de satélite e mapas para a elaboração do material visual.

5.2.2 Análise Espacial.

Durante a primeira parte do trabalho, foi-se obtido um banco de dados com imagens de satélites, mapas e informações necessárias para a elaboração dos mapas da área de interesse.

5.2.2.1 Mapa Área de Entorno

As imagens de satélite foram tratadas utilizando o *software ArcMap 10.4*. O primeiro passo a ser efetuado foi a partir da opção “*Add data*”, selecionar as bandas e adicionar. Em seguida utilizou-se da ferramenta “*composite bands*” para criar um único conjunto de dados raster a partir das múltiplas bandas selecionadas. Nas propriedades do arquivo raster gerado, na aba “*symbolology*” o esquema de cores RGB foi estruturado na forma 4-3-2 respectivamente para obter a cor natural na imagem.

A etapa seguinte foi a de adicionar os elementos de interesse que seriam o limite da zona hidromórfica e os corpos hídricos. Para isso se utilizou dentro do “*catalog*” a opção “*new shapefile*” onde foram criados os shapefiles sendo eles “*polylines*”. Com os shapefiles criados dentro do sistema de coordenadas “*SIRGAS 2000, Zona 22 Sul*”, foi possível através da opção “*start editing*” criar estes elementos.

5.2.2.2 Mapa de Unidades Geológicas.

O mapa de Unidades Geológicas foi gerado a partir do mapa Geológico das folhas Uberaba SE 23-Y-C-IV e Igarapava SF 23- V-A-I do Projeto Triângulo Mineiro. Através desse arquivo foi possível extrair apenas os “*shapefiles*” as unidades geológicas referentes a área de interesse. Com a ferramenta “*Merge*”, os vários shapefiles extraídos de determinada unidade

geológica puderam ser unidos. Dentro do “catalog” a opção “new shapefile” foi acionada para criar um “point shapefile” localizado nas coordenadas da área de estudo.

5.2.2.3 Mapa Topográfico e Fluxo Acumulado

O mapa topográfico foi gerado a partir do *software GoogleEarthPro*. O primeiro passo foi gerar uma malha de pontos cotados no *software* e exportá-los no formato *KML*. Com o auxílio do programa “*TCX Converter*”, foi possível atribuir os valores de altitude para os pontos cotados do formato *KML* e exportá-lo no formato *CSV*. Com o *software Excel*, importou-se o arquivo no formato *CSV* e foi possível transformá-lo como arquivo tipo *XLS*.

A segunda parte se utilizou do *software Arcmap 10.4*. Ao importar o arquivo *XLS* para o *software*, foi-se necessário transforma-los em shapefiles. Com o auxílio da ferramenta “Topo to Raster” foi possível gerar o *MDE*. Por fim, com a ferramenta “*Contour with Barriers*” gerou-se as curvas de nível.

Para o mapa de Fluxo Acumulado utilizamos da ferramenta “*Flow Direction*” que gera um *raster* contendo a direção do fluxo de cada célula. No *Flow Direction*, cada pixel é potencialmente cercado por oito pixels vizinhos. A inclinação de cada uma destas oito direções pode ser calculada tomando-se a diferença em elevação indicada pelo valor de *MDE* para cada um destas oito localidades vizinhas e do valor no pixel a ser examinado. Após gerar o *Flow Direction*, utilizamos da ferramenta a “*Flow Accumulation*”, modificando o tipo de dado para *integer*, assim gerando o mapa.

5.2.3 Determinação dos elementos químicos de interesse por ICP-MS

Para iniciar o processo de análise dos elementos químicos, foi-se necessário adequar as amostras para ser analisado pelo ICP-MS. Tendo em mente que parte das amostras já vieram acidificadas com ácido nítrico destilado do campo e parte não, separamos as amostras já acidificadas para fazer a análise de Teor Total, e as que não estavam acidificadas para fazer o Ultrafiltrado.

Para preparar as amostras para análise do material ultrafiltrado, as não acidificadas tiveram que passar pelo processo de filtração por filtro seringa com membrana de disco PFTE Hidrofílico 0.45µm (Figura 10 a). Para a limpeza do aparato foi-se passado no sistema 5 vezes HNO_3 2%(v/v), cinco vezes água Milli-Q e depois foi feita a secagem injetando ar. Com as seringas foi feita a coleta das amostras e em seguida acoplada ao filtro em sua ponta. Cuidadosamente pressionando o êmbolo as amostras passaram pela membrana.

As amostras filtradas então foram colocadas no tubo de ultrafiltração “*VIVASPIN 6 Centrifugal Concentrator 10.000 MWCO PES*” (Figura 10 b). Os tubos foram colocados em uma centrífuga onde a amostra foi forçada a passar pela membrana. Após esse processo a amostra foi acidificada com ácido nítrico 2%.

Para a análise no ICP-MS o equipamento foi otimizado conforme as instruções do fabricante, o ajuste de parâmetros levou em consideração as contagens dos elementos Lítio, Índio e Urânio que possuem massa leve, intermediária e pesada respectivamente. Antes da análise todos os procedimentos de calibração foram cumpridos, assim como a determinação do Limite de Detecção (LD) que foi calculado a partir das leituras do branco.

Durante a análise no equipamento a amostra é bombeada através de uma bomba peristáltica, levada até um nebulizador que transforma a amostra em um aerossol. O aerossol é jogado em uma câmara de nebulização e é arrastada para o plasma. No plasma a amostra vai ser atomizada e ionizada, depois vai para o analisador de massa. A leitura dos resultados é feita pelo programa *Plasma Lab*.

Figura 10a – Filtro Seringa PFTE



Figura 10b - Tubo *VIVASPIN 10.000 MWCO PES*



Fonte: O Autor (2019).

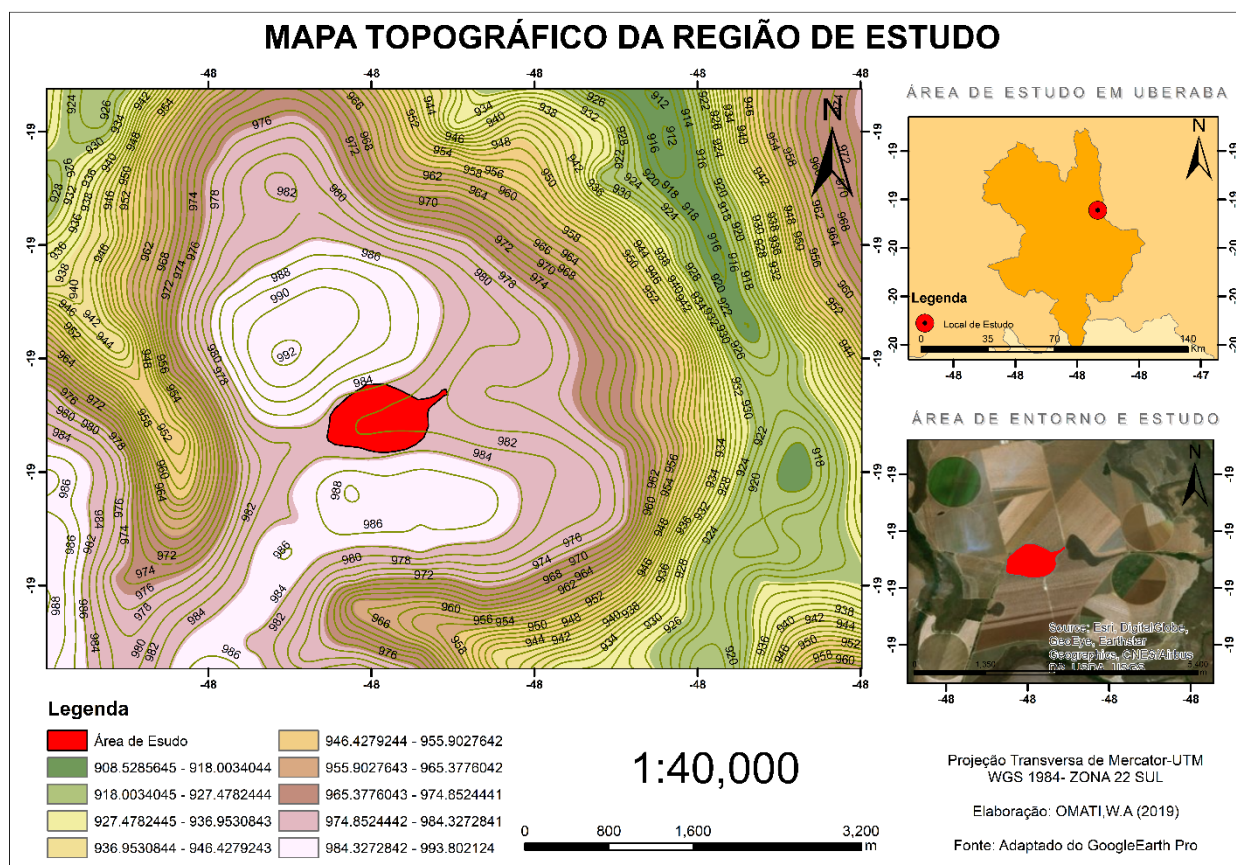
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro passo para observar se os agroquímicos utilizados nas atividades de entorno estão sendo direcionados para a área úmida estudada, é verificar se as cotas altimétricas das áreas agrícolas que circundam a área de estudo são maiores que as cotas altimétricas da própria área de estudo. Caso o relevo das áreas agrícolas seja menor que o da área de estudo, então não haverá escoamento dos elementos contidos nos agroquímicos para essa área.

Os campos de murundu ocorrem em altas posições topográficas e podem ser localizados em topos de baixa declividade, em depressões, próximo a cabeceiras de drenagem e áreas brejosas ou acompanhando o percurso da drenagem (OLIVEIRA-FILHO, 1988; 1992; OLIVEIRA-FILHO e FURLEY, 1990; ROSOLEN, et al. 2015. Dependendo de sua localização, como no caso dos topos de baixa declividade, é possível que a drenagem das áreas de entorno não se destine a área de estudo, ou ao se tratar de uma depressão é possível que todo o escoamento das áreas de entorno se destine à aquela área.

Para descobrir a situação topográfica da área de estudo, foi elaborado um mapa topográfico da área de entorno (Figura 11) a partir dos dados altimétricos do programa *GoogleEarthPro*.

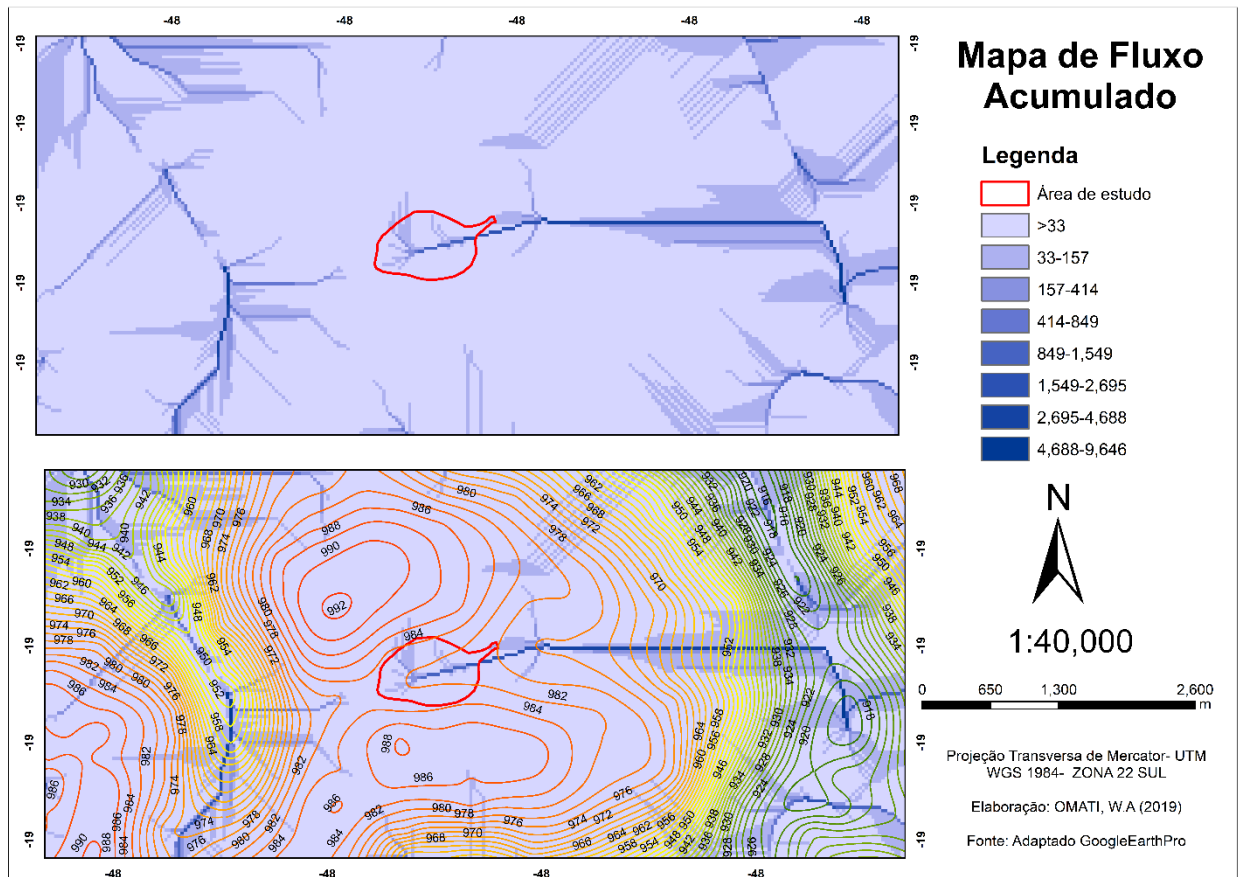
Figura 11- Mapa Topográfico da Região de Estudo



Ao observar a figura 11, é evidenciado que o campo de murundus estudado está localizado em um topo de baixa declividade, porém ele está situado entre dois topos de maior valor altimétrico que são áreas agrícolas.

A figura 12 mostra um mapa de “fluxo acumulado” que permite compreender quais áreas possuem maior acúmulo de água, consequentemente aquelas que possivelmente estariam recebendo maior carga de agroquímicos advindos das atividades do entorno.

Figura 12- Mapa de Fluxo Acumulado

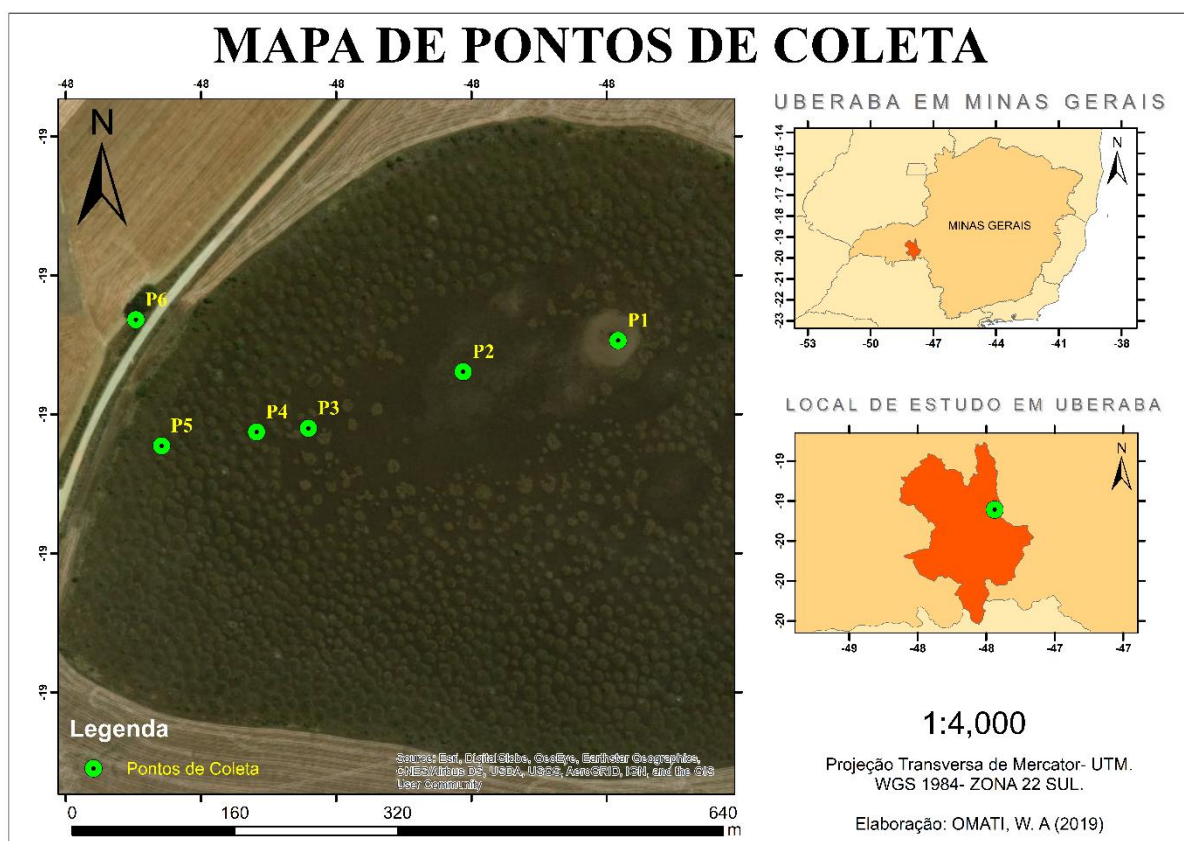


Fonte: O Autor (2019).

As porções mais escuras de azul mostram o acúmulo de água indicando que a área de estudo é uma zona de acúmulo e recebe parte da drenagem da área agrícola localizada ao norte do campo de murundu.

A amostras foram coletadas em seis pontos distribuídos em diferentes segmentos de catena. O mapa a seguir demonstra a posição dos pontos coletados (Figura 13).

Figura 13- Mapa de Pontos de Coleta



Fonte: O autor (2019).

A partir de cada amostra foi possível obter as concentrações dos elementos químicos analisados. Os elementos analisados foram: Alumínio (Al), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cádmio (Cd), Zinco (Zn) e Chumbo (Pb).

Para cada amostra foi realizado o fracionamento dos elementos: Teor Total e Ultrafiltrado. Das seis amostras numeradas de 1 a 6, as amostras de teor total 1, 2 e 4 possuem uma subdivisão baseada na altura de coleta da água, 1,5 m e 2 m (raso e profundo).

A determinação das amostras de Teor Total e Ultrafiltrado, foi realizada por pelo ICP-MS. Os resultados gerados foram compilados em forma de tabela.

Tabela 2- Concentrações (µg/L) dos elementos 1

	Amostra	Profundidade	27Al		54Fe		55Mn		59Co		60Ni	
			Conc.	DP	Conc.	DP	Conc.	DP	Conc.	DP	Conc.	DP
Total	1	Raso	171.12	9.24	7.02	0.51	2.60	0.03	<0,35	-	0.45	0.02
		Profundo	29.16	2.11	21.37	0.20	2.95	0.02	<0,35	-	0.17	0.01
	2	Raso	138.99	10.69	51.08	0.55	4.79	0.03	<0,35	-	0.17	0.01
		Profundo	26.46	1.91	<7,00	-	4.71	0.02	<0,35	-	0.16	0.01
	3	x	784.96	34.90	33.22	0.94	1.31	0.02	<0,35	-	4.62	0.08
	4	Raso	211.72	12.82	568.23	10.84	1.54	0.01	<0,35	-	<0,11	-
Ultra-filtrado		Profundo	17.73	1.89	8.17	3.23	<0,65	-	<0,35	-	0.13	0.01
	5	x	842.89	39.48	377.49	3.75	4.47	0.03	<0,35	-	2.53	0.01
	6	x	454.68	2.83	2092.00	24.65	13.02	0.14	1.41	0.03	52.68	0.36
	1	x	<3,74	-	<2,26	-	1.88	0.05	<0,35	-	1.01	0.01
	2	x	<3,75	-	80.86	0.76	10.31	0.09	1.44	0.02	54.39	0.29
	3	x	<3,76	-	<2,26	-	0.80	0.04	<0,35	-	5.00	0.10
Ultra-filtrado	4	x	<3,77	-	<2,26	-	<0,65	-	<0,35	-	1.73	0.03
	5	x	<3,78	-	<2,26	-	2.65	0.02	<0,35	-	2.06	0.03
	6	x	<3,79	-	26.53	1.06	10.13	0.11	0.84	0.01	32.00	0.36
LD			3.74		2.26		0.65		0.13		0.11	
LQ			6.17		7.15		0.89		0.34		0.33	

Fonte: O autor (2019).

Tabela 3- Concentração (µg/L) dos elementos 2

	Amostra	Profundidade	63Cu		66Zn		111Cd		206Pb	
			Conc.	DP	Conc.	DP	Conc.	DP	Conc.	DP
Total	1	Raso	8.73	0.05	60.68	0.53	<0,26	-	<1,78	-
		Profundo	2.42	0.05	18.73	0.30	<0,26	-	<1,78	-
	2	Raso	2.15	0.01	15.08	0.16	<0,26	-	<1,78	-
		Profundo	1.24	0.01	26.13	0.07	<0,26	-	<1,78	-
	3	x	3.23	0.02	85.59	1.21	<0,26	-	<1,78	-
	4	Raso	1.54	0.03	17.07	0.59	<0,26	-	<1,78	-
Ultra-filtrado		Profundo	0.46	0.02	17.85	0.37	<0,26	-	<1,78	-
	5	x	4.88	0.04	39.14	0.07	<0,26	-	<1,78	-
	6	x	4.11	0.05	949.54	9.27	0.41	0.01	1.80	0.04
	1	x	1.58	0.03	<0,53	-	<0,26	-	<1,78	-
	2	x	1.36	0.01	689.19	3.98	<0,26	-	<1,78	-
	3	x	2.53	0.03	101.54	2.35	<0,26	-	<1,78	-
Ultra-filtrado	4	x	1.32	0.01	10.98	0.73	<0,26	-	<1,78	-
	5	x	0.74	0.01	6.77	0.22	<0,26	-	<1,78	-
	6	x	1.72	0.01	475.23	6.20	<0,26	-	<1,78	-
LD			0.14		0.53		0.26		1.78	
LQ			0.43		1.02		0.50		2.29	

Fonte: O autor (2019).

Os valores tabelados em vermelho, foram aqueles que ficaram abaixo do limite de detecção (LD) ou Limite de quantificação (LQ) obtidos para análise. As profundidades marcadas com “x” são aquelas que não apresentam subdivisões.

A resolução nº 357/2005 do CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de Água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Para essa resolução, os padrões de qualidade da água variam dependendo da classe de enquadramento do corpo hídrico.

O enquadramento de corpos hídricos é baseado no seu uso. Existem cinco classes onde quanto maior o número da classe, menos restritivo são as exigências relacionadas aos padrões de qualidade daquela água.

1. Classe Especial: águas destinadas para:

- a) Abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

2. Classe 1: águas que podem ser destinadas para:

- a) Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) Proteção das comunidades aquáticas;
- c) Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

3. Classe 2: águas que podem ser destinadas para:

- a) Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) Proteção das comunidades aquáticas;
- c) Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) Aquicultura e à atividade de pesca.

4. Classe 3: águas que podem ser destinadas para:

- a) Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) Pesca amadora;
- d) Recreação de contato secundário;
- e) Dessedentação de animais.

5. Classe 4: águas que podem ser destinadas para:

- a) Navegação;
- b) Harmonia paisagística.

Como o enquadramento do corpo hídrico é baseado em seu uso, pelas atividades realizadas no entorno da zona hidromórfica, ausência de comunidades nas proximidades, não ser considerada uma zona de proteção integral, podemos enquadrá-la como um corpo hídrico de classe 3.

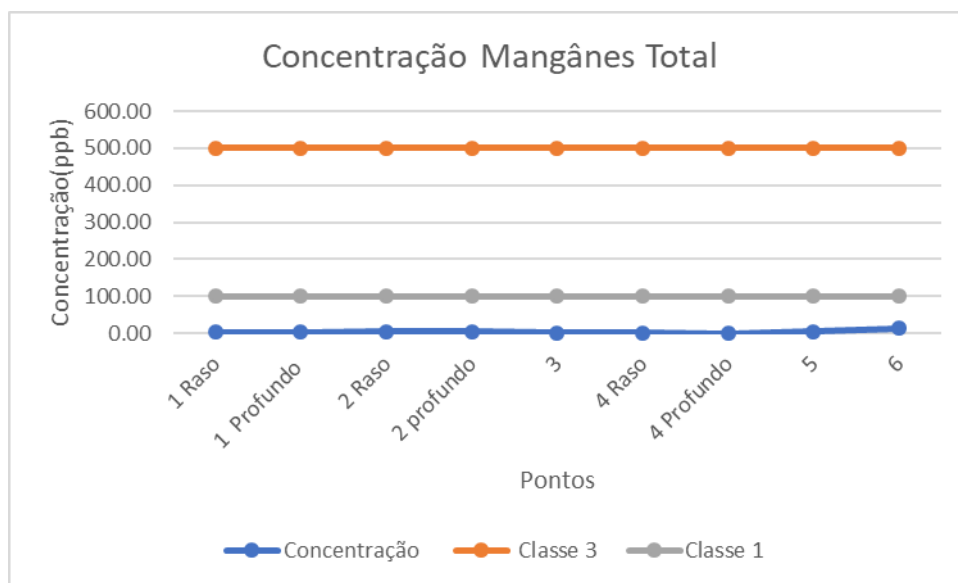
Os parâmetros inorgânicos para um corpo hídrico de água doce Classe 3, são observados em Teor Total e Teor dissolvido, variando para cada elemento. Com as amostras de Teor Total, foi possível comparar os padrões de potabilidade com os valores obtidos pelo ICP-MS, dos elementos Manganês, Cobalto, Níquel, Zinco, Cádmio e Chumbo.

O Manganês total segundo os padrões de potabilidade, varia da Classe 1 para a Classe 3, de uma concentração máxima permitida de 100 µg/L, para 500 µg/L. Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido para ambos os casos.

Tabela 4- Comparação da Concentração Manganês Total (µg/L).

Manganês Total	Concentração	Classe 3	Classe 1
1 Raso	2.60	500	100
1 Profundo	2.95	500	100
2 Raso	4.79	500	100
2 profundo	4.71	500	100
3	1.31	500	100
4 Raso	1.54	500	100
4 Profundo	>LD	500	100
5	4.47	500	100
6	13.02	500	100

Fonte: O Autor (2019)

Figura 14- Comparação da Concentração de Manganês Total ($\mu\text{g/L}$).

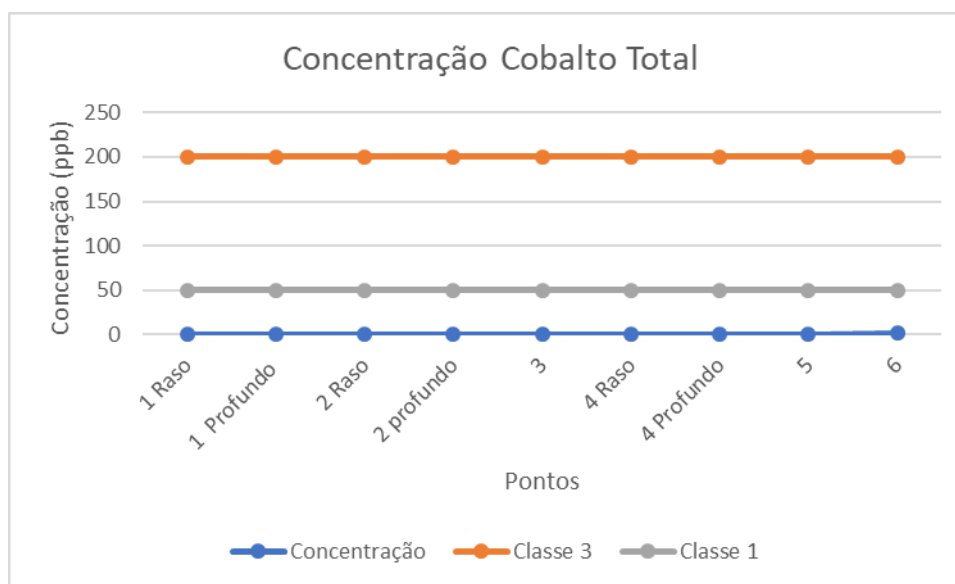
Fonte: O Autor (2019).

O Cobalto total segundo os padrões de potabilidade, varia da Classe 1 para a Classe 3, de uma concentração máxima permitida de 50 $\mu\text{g/L}$ para 200 $\mu\text{g/L}$ Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido para ambos os casos.

Tabela 5- Comparação da Concentração de Cobalto Total ($\mu\text{g/L}$).

Cobalto Total	Concentração	Classe 3	Classe 1
1 Raso	>LD	200	50
1 Profundo	>LD	200	50
2 Raso	>LD	200	50
2 profundo	>LD	200	50
3	>LD	200	50
4 Raso	>LD	200	50
4 Profundo	>LD	200	50
5	>LD	200	50
6	1.41	200	50

Fonte: O Autor (2019)

Figura 15- Comparação da Concentração de Cobalto Total ($\mu\text{g/L}$)

Fonte: O Autor (2019).

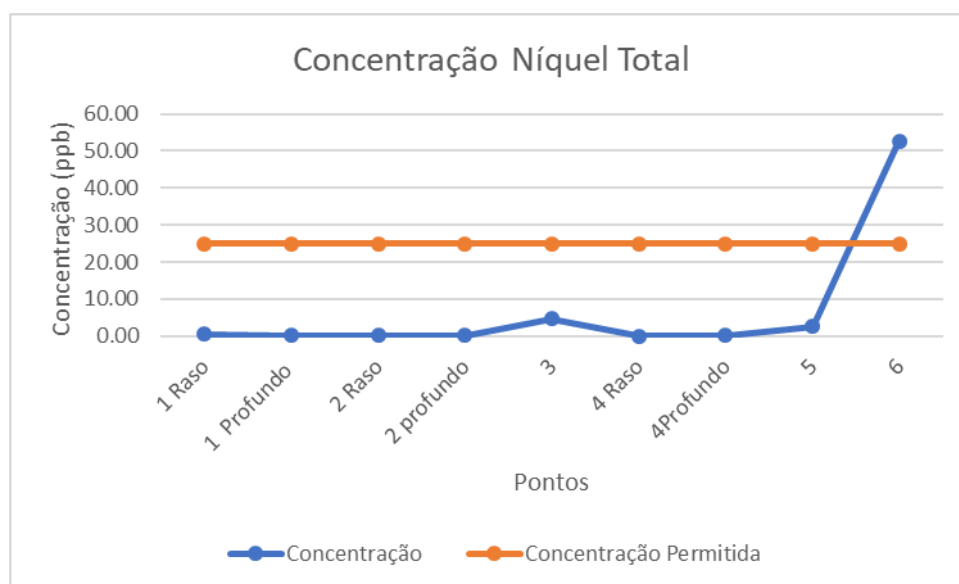
O Níquel total segundo os padrões de potabilidade, não varia da Classe 1 para a Classe 3, com uma concentração máxima permitida de $25 \mu\text{g/L}$. Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido exceto pelo ponto 6, onde a concentração excedeu o limite máximo de concentração permitida.

A concentração mais que dobrou em relação ao máximo permitido e evidenciou um pico discrepante em relação aos outros pontos de coleta. Uma possível explicação para este fato é a localização do ponto que está inserido dentro da faixa marginal da estrada vicinal do lado da área agrícola, toda a drenagem advinda daquela atividade se concentra nessa faixa de depressão.

Tabela 6- Comparação da Concentração de Níquel Total ($\mu\text{g/L}$)

Níquel Total	Concentração	Concentração Permitida
1 Raso	0.45	25
1 Profundo	0.17	25
2 Raso	0.17	25
2 profundo	0.16	25
3	4.62	25
4 Raso	>LD	25
4Profundo	0.13	25
5	2.53	25
6	52.68	25

Fonte: O Autor (2019)

Figura 16- Comparação da Concentração de Níquel Total ($\mu\text{g/L}$)

Fonte: O Autor (2019).

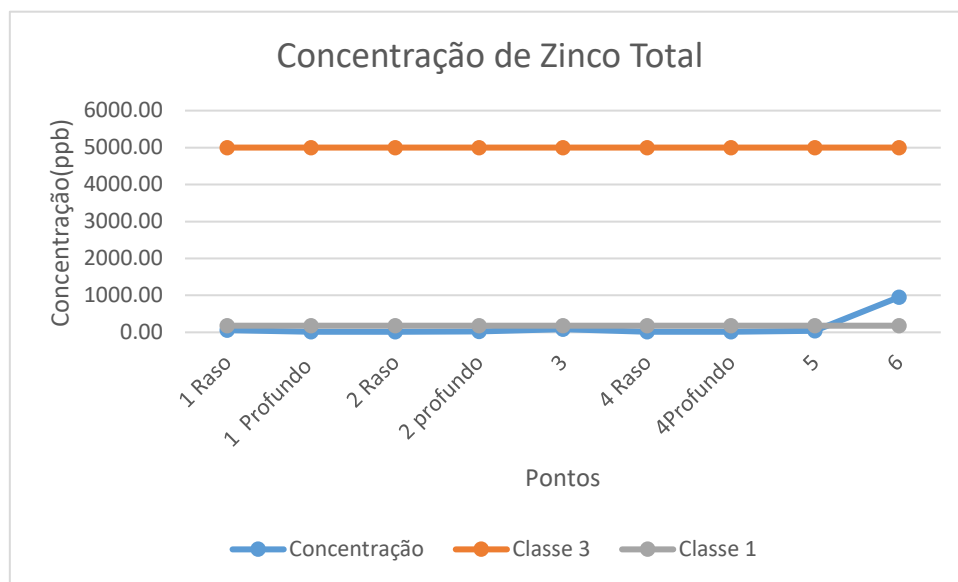
O Zinco total, segundo os padrões de potabilidade, varia da Classe 1 para a Classe 3, de uma concentração máxima permitida de $180 \mu\text{g/L}$, para $5000 \mu\text{g/L}$.

Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido para ambos os casos, exceto pelo ponto 6 onde a concentração foi maior que o permitido para a classe 1. Apesar da concentração daquele ponto ultrapassar o máximo estabelecido para um corpo hídrico de classe 1, a área em questão é de classe 3, portanto está dentro do permitido.

Tabela 7- Comparação da Concentração de Zinco Total ($\mu\text{g/L}$)

Zinco Total	Concentração	Classe 3	Classe 1
1 Raso	60.68	5000	180
1 Profundo	18.73	5000	180
2 Raso	15.08	5000	180
2 profundo	26.13	5000	180
3	85.59	5000	180
4 Raso	17.07	5000	180
4Profundo	17.85	5000	180
5	39.14	5000	180
6	949.54	5000	180

Fonte: O Autor (2019).

Figura 17- Comparação da Concentração de Zinco Total ($\mu\text{g/L}$)

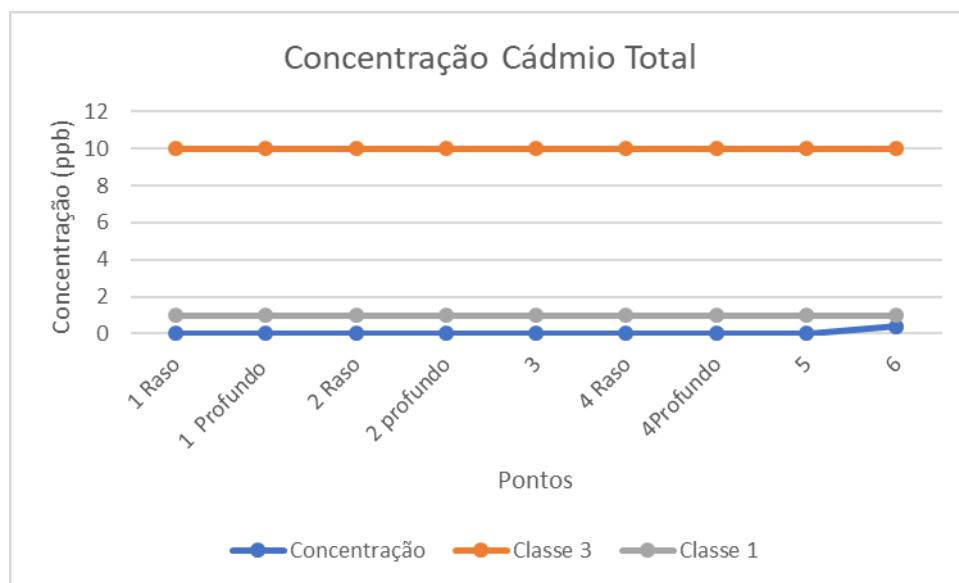
Fonte: O Autor (2019)

O Cádmio total segundo os padrões de potabilidade, varia da Classe 1 para a Classe 3, de uma concentração máxima permitida de 1 $\mu\text{g/L}$, para 10 $\mu\text{g/L}$. Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido para ambos os casos.

Tabela 8- Comparação da Concentração de Cádmio Total ($\mu\text{g/L}$)

Cádmio Total	Concentração	Classe 3	Classe 1
1 Raso	>LD	10	1
1 Profundo	>LD	10	1
2 Raso	>LD	10	1
2 profundo	>LD	10	1
3	>LD	10	1
4 Raso	>LD	10	1
4Profundo	>LD	10	1
5	>LD	10	1
6	0.41	10	1

Fonte: O Autor (2019).

Figura 18- Comparação da Concentração de Cádmio Total ($\mu\text{g/L}$).

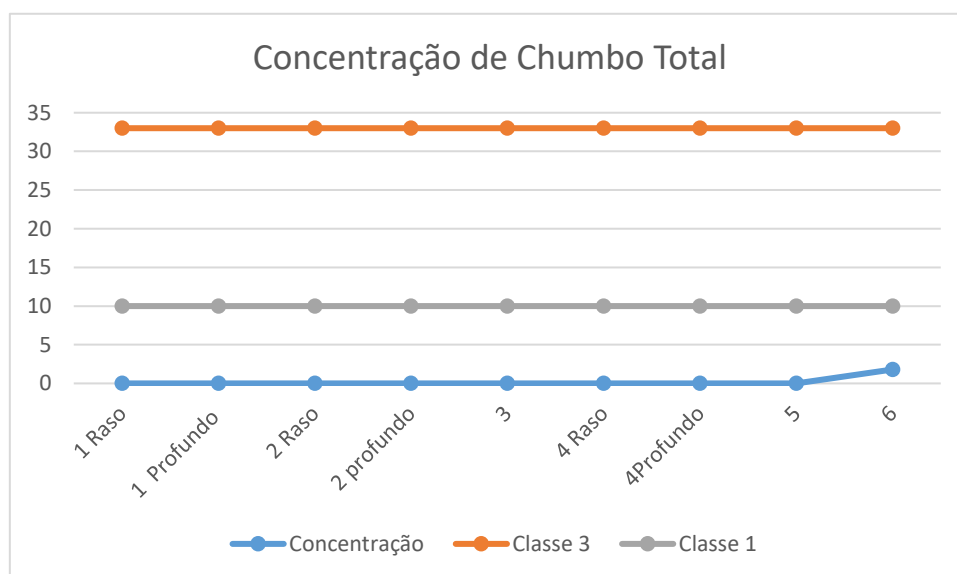
Fonte: O Autor (2019)

O Chumbo total segundo os padrões de potabilidade, varia da Classe 1 para a Classe 3, de uma concentração máxima permitida de $10 \mu\text{g/L}$, para $33 \mu\text{g/L}$. Segundo a tabela e o gráfico comparativo, as concentrações encontradas se apresentam dentro do permitido para ambos os casos.

Tabela 9- Comparação da Concentração de Chumbo Total ($\mu\text{g/L}$)

Chumbo Total	Concentração	Classe 3	Classe 1
1 Raso	>LD	33	10
1 Profundo	>LD	33	10
2 Raso	>LD	33	10
2 profundo	>LD	33	10
3	>LD	33	10
4 Raso	>LD	33	10
4Profundo	>LD	33	10
5	>LD	33	10
6	1.8	33	10

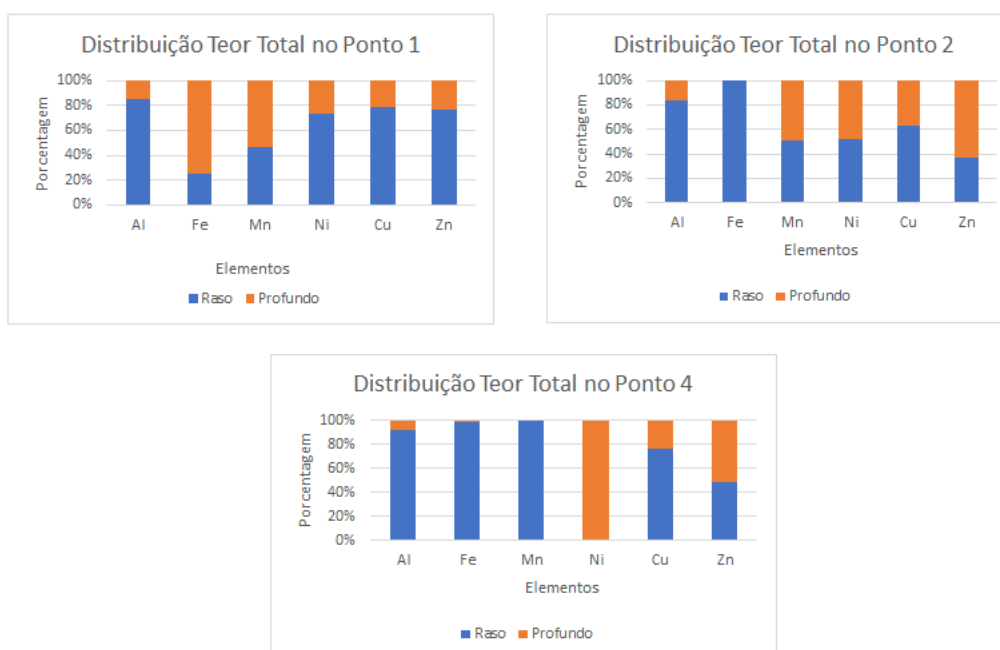
Fonte: O Autor (2019).

Figura 19- Comparação da Concentração de Chumbo Total ($\mu\text{g/L}$)

Fonte: O Autor (2019).

A investigação da condição de qualidade da água é importante, assim como entender as relações de distribuição desses elementos em diferentes profundidades. A partir dos pontos de coleta 1, 2 e 4 foi possível relacionar a presença dos elementos em diferentes profundidades (Figura 20).

Figura 20- Gráfico Distribuição do Teor Total em Diferentes Profundidades.



Fonte: O Autor (2019).

É possível observar que a distribuição dos elementos não é a mesma em diferentes profundidades. Há uma relação entre as porcentagens de concentração em diferentes pontos de dois elementos. O alumínio mantém nos três pontos uma semelhança onde a maior concentração do elemento se encontra no raso. O mesmo ocorre no caso do cobre onde nos três pontos a concentração é maior nas amostras de raso. O cobre tende a aparecer nos primeiros centímetros de solo e está fortemente associado a matéria orgânica e óxidos de Fe, Al e Mn (ADRIANO, 1986).

As frações de Ultrafiltrado dos elementos Mangânes, Níquel e Zinco apresentaram contaminações, pois suas concentrações possuem valores maiores do que as concentrações dos mesmos elementos na fração Total.

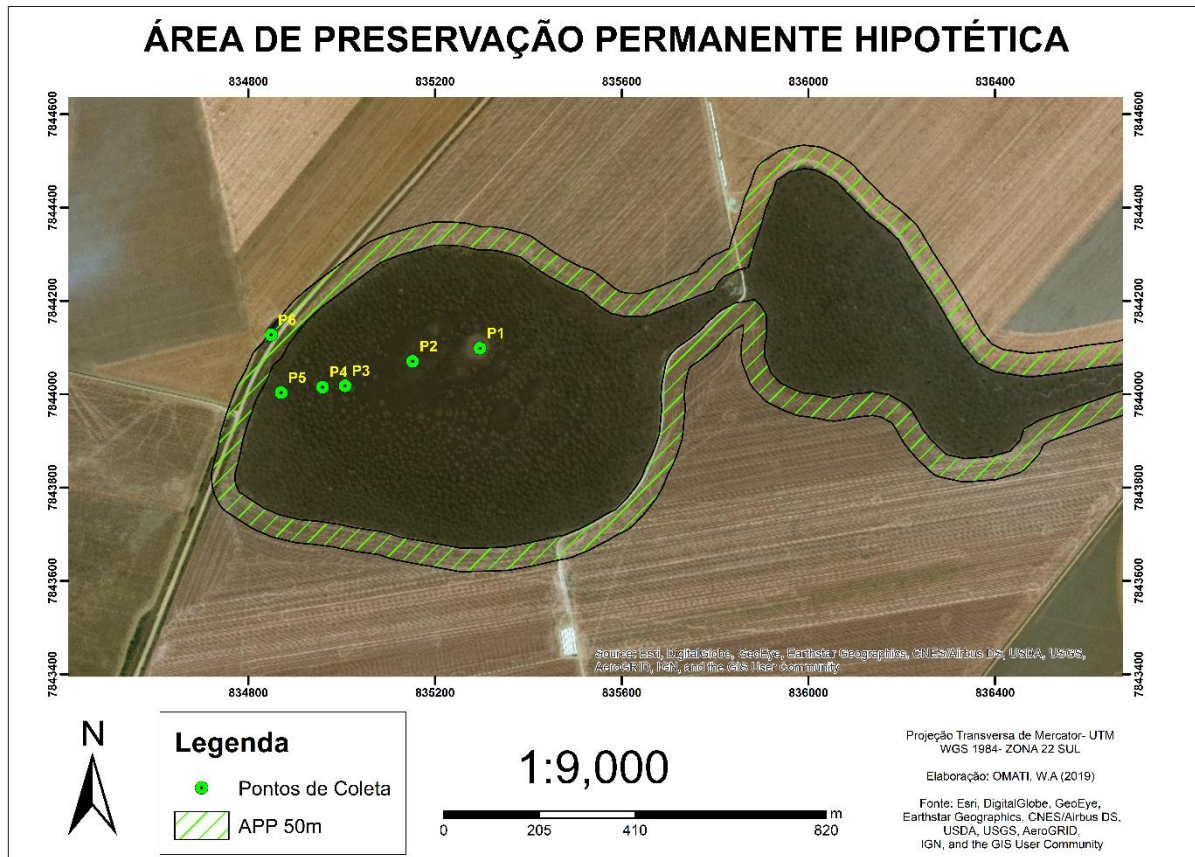
De acordo com os dados obtidos, no que se refere ao teor de Níquel no ponto de coleta nº6, observamos que existe a possibilidade de haver um escoamento advindo das atividades de entorno, que carrega altas concentrações de alguns elementos. Apesar do campo de murundus estudado não estar contaminado de acordo com a CONAMA nº 357 para os elementos estudados, é muito precipitado dizer que ele não está contaminado em sua totalidade pois ainda há muitos elementos que não foram considerados e não foram analisados os solos do local.

O estudo realizado por Rosolen et al. (2015) analisou amostras de solo na bacia do rio Uberabinha, próxima a bacia do local de estudo, para determinar a concentração total de compostos inorgânicos que podem ser considerados tóxicos. O estudo concluiu que as áreas úmidas do cerrado possuem uma tendência a adquirir poluentes, e assim, armazenar esses agroquímicos. Considerando que o campo de murundus estudado é uma zona úmida sazonalmente alagada, seu nível freático variante sugere que é possível que grande parte desses compostos inorgânicos estejam se depositando e armazenando no solo.

Apesar da legislação federal, estadual (MG) e municipal (Uberaba) não mencionarem os murundus como áreas a serem protegidas, existem outros estados e municípios que já inseriram em suas respectivas legislações normas de proteção para essas áreas.

As legislações estaduais de Goiás e do Distrito Federal devem servir de exemplo para outros estados que possuam a fitofisionomia dos campos de murundus, como é o caso de Minas Gerais. A figura 21 mostra uma situação hipotética que segue o inciso I do Art. 3º da legislação de Goiás, considerando o campo de murundu como uma APP e delimitando um raio mínimo de proteção de 50 metros de largura ao redor das áreas de campos de murundus.

Figura 21- Área de Preservação Permanente Hipotética



Fonte: O Autor (2019)

A faixa marginal de proteção seria de grande importância para mitigar os impactos agrícolas nessa área úmida, uma vez que parte dos agroquímicos ficariam retidos nessas faixas. É necessário trazer às autoridades os estudos e a importância desses locais, afim de que se estabeleça políticas de proteção eficazes.

7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como finalidade analisar concentrações de elementos potencialmente nocivos e elaborar mapas de uma área sazonalmente alagada no município de Uberaba (MG), pensando nos possíveis impactos que as atividades agrícolas do entorno estariam exercendo no local, visando a proteção desses ambientes.

Apesar das políticas voltadas para a proteção dos diversos ambientes, apenas uma pequena fração das áreas úmidas é de fato evidenciado nas legislações. Em nenhuma legislação federal, do estado de Minas Gerais, ou de Uberaba é citado os “campos de murundu” como um local a ser protegido, apesar de ele apresentar funções ambientais semelhantes a outras áreas úmidas que estão inclusas na legislação, como por exemplo as veredas. É necessário adotar políticas específicas para os campos de murundu como os estados de Goiás e Distrito Federal fizeram.

A utilização de técnicas de geoprocessamento foi de grande importância para observação de como estas áreas estão inseridas no meio e quais os locais de maior fragilidade.

Com o uso do equipamento ICP-MS foi possível obter os valores de concentração dos elementos analisados. Os resultados obtidos evidenciaram que a área úmida estudada, de acordo com a legislação vigente, não apresenta contaminação em relação aos parâmetros de água verificados. Por este motivo, técnicas de recuperação ambiental ainda não são necessárias, contudo, mais estudos são necessários para se obter um diagnóstico fidedigno da área.

Apesar do campo de murundus estudado não apresentar contaminação em relação aos elementos analisados, o ponto de coleta nº6, evidenciou maiores concentrações, para todos os elementos em comparação aos outros pontos. O elemento níquel apresentou valores superiores aos limites de qualidade, indicando a possibilidade que altas concentrações desses elementos, supostamente advindos dos agroquímicos, estão escoando para as proximidades.

É de grande importância a divulgação de dados quantitativos com relação a concentração desses elementos na água em ambientes alagados, especialmente nas zonas úmidas negligenciadas, como é o caso do campo de murundus. É um grande desafio propor medidas de conservação nessas áreas uma vez que a quantidade de informações a respeito dos elementos que compõe o solo e a água desses ambientes é escassa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.C.S.DIEGUES. **Inventário de áreas úmidas do Brasil**. São Paulo: Fundação Ford, 1990.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia para avaliação do potencial de contaminação em imóveis**. São Paulo: CETESB, 2001.
- ADRIANO, P.C. 1986. **Trace elements in the Terrestrial Enviroment**. Springer Verlog. Nova Iorque, 533p
- ALLEM, A.c.; VALLS, J.F.M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília, EMBRAPA-CENARGEN, 1987. 339p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).
- BEARD, J.S. **The savanna vegetation of northern tropical america**. Ecological Monographs, v.23, p.149-215, 1953.
- BRITO, Jorge Luis Silva; ROSA, Roberto. ELABORAÇÃO DO MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ARAGUARI NA ESCALA DE 1:500.000. In: PERSPECTIVAS PARA O CERRADO NO SÉCULO XXI, 2., 2003, Uberlândia. **Simpósio Regional de Geografia**. Uberlândia: Ufu, 2003. p. 1 - 7.
- BUTINOF, M.; FERNANDEZ, R. A.; STIMOLO, M. I.; LANTIERI, M. J.; BLANCO, M.; et al. **Pesticide exposure and health conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina**. Cadernos de Saúde Pública, v. 31, n. 3, p. 633-646, 2015.
- COLE, M.M. **A savana brasileira**. Boletim Carioca de Geografia, v.11, p.5-52, 1958.
- CORREA, G. F. **Les microreliefs “murundus” et leur environnement pedologique dans l’ouest du Minas Gerais, region du plateau central bresilian**. Ph.D. Thesis, Universite´ de Nancy I, France

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CETEC. **Diagnóstico Ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. Iv. (Série de Publicações Técnicas,10).

DANTAS, M. E. Biblioteca de Relevo do Território Brasileiro. Apêndice II. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, p. 1 - 22.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. Origem das Paisagens. Cap. 3. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro** / editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, p. 33 - 56.

DIEGUES, A. C. S. **An Inventory of Brazilian Wetlands**. IUCN- The World Conservation Union: Gland, Switzerland, 1994.

DIEGUES, A. C. S. **Povos e Águas**. Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre populações humanas e Áreas Úmidas Brasileiras, 2. ed. São Paulo: 2002.

EITEN, G. **The Cerrado vegetation of Brazil**. Botanical Review, v.38, n.2, p.20 1-341, 1972.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado In: PINTO, M.N. Coord. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2.ed. Brasília: UnB/ SEMATEC, 1994. p.9-65.

FARIA, F.C. & JORDÃO, L. F. A. **Resumo Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araguari**. Araguari: Ed. Dos Autores, 2012.

FERNANDA MAIA OLIVEIRA. Associação Multissetorial de Usuário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari - Abha. **Relatório de Qualidade de Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari: 1997 a 2013**. Araguari: Cbh Araguari, 2014.

FERNANDES, Luiz Alberto. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiua**. 1992. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092013-094556/>>.

Acesso em: 15 de abril de 2019.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2001. 653 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística Populacional Uberaba**. 2018. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/panorama> >. Acesso em: 15 jun. 2019.

JUNK et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems**. Cuiabá. jun. 2013.

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**. *Wetlands* 31: 623–640.

LOPES, A.V.C; ALBUQUERQUE, G.S.C. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática**. Rio de Janeiro. *Sáude Debate*, V.42, p.518-534, 2018.

LOPES, A. G. et al. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: CETESB. 2001. Disponível em: Acesso em 10.10.2018.

MASCARENHAS, Luciana Curi Araújo M. et al. **PROJETO ÁGUA VIVA: Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Uberaba e Revitalização do Sistema de Abastecimento de Água**. Uberaba: Prefeitura Municipal de Uberaba / Codau, 2005.

MATTHEWS, G.V.T. **The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development**. Ramsar, 1993.

MAURO, Cláudio Antônio; BORTOLOZO, Betânia Aparecida Cunha. (2011). **Proposta para Criação de APA na Chapada do Bugre/ Triângulo**. RELATÓRIO DO GRUPO DE

TRABALHO GT-CHAPADA, COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. **Ecosystems and human wellbeing: wetlands and water**. (Available from: <http://www.unep.org/maweb/documents/document.358.aspx.pdf>) (accessed on: 09.10.2018).

MOREIRA, J.C. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7, nº 2, p. 299-311, 2002.

NOVAIS, Giuliano Tostes. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. Dissertação de Mestrado -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011, p. 175.

NOVAES, A.; AMARAL FILHO, Z.; VIEIRA, P.; FRAGA, A. 3 - **PEDOLOGIA: Levantamento exploratório de solos**. PROJETO RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais: Folha SE.22 Goiânia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1983, p. 411 - 573.

NUNES, L. H., VICENTE, A. K., CANDIDO, D. H. **Clima da região Sudeste do Brasil**. Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 243 - 258.

OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de. **A vegetação de um campo de Monchões microrrelevos associados a cupins na região de Cuiaba (MT)**. Tese de doutorado, Instituto de Biologia, Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 1988.

OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de; FURLEY, Peter A; **Monção, Cocuruto, Murundu**. Ciência Hoje, janeiro/fevereiro, 1990, v. 11, n. 61, p. 30 - 37.

OLIVEIRA FILHO, A.T. **Floodplain "murundus" of Central Brazil: evidence for the territe-origin hypothesis**. Journal of Tropical Ecology, v.8, n.1, p.1-19, 1992.

Paulino, Helder & Assis, Paula & Vilela, Laíze & Curi, Nilton & Carneiro, Marco Aurélio. (2015). **CAMPOS DE MURUNDUS: GÊNESE, PAISAGEM, IMPORTÂNCIA AMBIENTAL E IMPACTO DA AGRICULTURA NOS ATRIBUTOS DOS SOLOS.**

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In Cerrado: ambiente e flora** (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa, Planaltina, p.89-166.

RODGHER, S. **Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos dos metais cádmio e cromo em organismos planctônicos.** 2005. 252 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ROLDÃO, Aline de Freitas; ASSUNÇÃO, Washington Luiz. **Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no Triângulo Mineiro - MG.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.428 – 440, 2012.

ROSOLEN, Vania Silvia; OLIVEIRA, Diego Alves de; BUENO, Guilherme Taitson. **Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation.** Wetlands ecology and management., 23, 2015, p. 285 - 292.

SOARES, P. C.; LAMDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. **Ensaio de Caracterização Estratigráfica de Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru.** Revista Brasileira de Geociências, 10:177-185, 1980.

STIER, T. Seguindo as tendências das tecnologias de remediação. Será que às vezes não escolhemos a abordagem errada? In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas.** São Paulo: Signus Editora, 2004.

WENDLAND, E.; MARIN, I.S.P. Contaminação de águas subterrâneas. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p.278.

ZUQUETTE, L. V.; RODRIGUES, V. G. S.; PEJON, O. J. Recuperação de Áreas Degradadas. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 592 e 594.